

DER PHYSIKUNTERRICHT ALS MODERIERTER DIALOG

KLAUS ALBRECHT

Reithmannngymnasium Innsbruck

Innsbruck, 2002

Der Physikunterricht als moderierter Dialog

Klaus Albrecht

Reithmannngymnasium Innsbruck

Dieser Bericht beschreibt die Zielsetzung, die Entwicklung und die Umsetzung einer Unterrichtsmethode für den Physikunterricht. Ein wesentliches Merkmal der Methode ist der sokratische Dialog mit den Schülern. Die größte Herausforderung hierbei liegt darin, möglichst viele Schüler in den Dialog zu verwickeln. Das hartnäckigste Dilemma bei dieser Aufgabe stellt sich wie folgt dar: Je mehr Schüler diskutieren, umso weniger effizient ist der Diskurs. Auch wenn die Lösung dieser Schwierigkeit in diesem Bericht als noch nicht abgeschlossen anzusehen ist, so zeichnet sich doch ab, wie der Autor die Problematik aufzulösen gedenkt.

I. EINLEITUNG

Betrachtet man die folgenden Ausführungen vor dem ideologischen Hintergrund konstruktivistischer Lerntheorien, so erhält dieser Bericht seine größte Tiefenschärfe. Dennoch würde die nähere Beschreibung konstruktivistischer Lerntheorien den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen. Lediglich eine kurze exemplarische Darstellung sollte das Umfeld meiner Arbeit beleuchten:

Prägen Sie sich bitte die folgenden Buchstaben und Symbole gut ein:

$F + \leftarrow = F + \leftarrow + \text{Entf}$

Decken Sie nun diese Formel zu und sagen Sie diese nochmals aus dem Gedächtnis frei auf. Verknüpfen Sie nun mit dieser Formel den folgenden Spruch: „*Steht der Cursor unmittelbar im Anschluss an eine Letter, so ist das Ergebnis des Löschvorgangs desselbigen mit Hilfe der Rückwärtslösch taste gleich zu setzen mit dem Ergebnis des Löschvorgangs unter Zuhilfenahme der Tastenfolge ‚Rückwärtspfeiltaste‘ und ‚Entfernen-Taste‘.*“ Schließen Sie bitte die Augen und versuchen Sie nun die Formel und den dazugehörigen Satz aufzusagen. Würden wir in dieser Art und Weise fortfahren, so könnte ich Ihnen den Umgang mit einer Computer-Tastatur lernen. Erst am Ende unseres Lerntrainings würde ich Ihnen eine Tastatur überreichen und Sie einen kleinen Prüfungstext tippen lassen. In diesem Modus erlernen heute Schüler und Schülerinnen vielfach die Physik. Generationen von Schülern haben die folgende „Formel“ erlernt:

$F_{12} = - F_{21}$

Der dazu passende Spruch lautet¹: „Zwei Körper üben bei jeder Wechselwirkung aufeinander gegengleiche Kräfte aus (actio est reactio).“

Mit der Ausnahme von Physiklehrern² und anderen Personen, die sich mit der Physik beschäftigen und folglich mit Nomenklatur und Sprechweise vertraut sind, bezweifle ich, dass viele Menschen sich der Tragweite dieser „Formel“ und des schicklichen Ausspruches bewusst sind.

Es gibt allerdings eine weitere Möglichkeit Ihnen den Umgang mit der PC-Tastatur beizubringen (diese Methode

soll hier als der „konstruktivistische Weg“ bezeichnet werden): Hierbei informiere ich mich zuerst, wie gut Sie jetzt schon mit der Tastatur umgehen können. Dazu schaue ich Ihnen während Sie schreiben über die Schulter und lasse Sie Alternativen zum richtigen Zeitpunkt ausprobieren (so z.B. könnte ich Ihnen zeigen, wie Sie mit weniger Aufwand einen Tippfehler korrigieren könnten – aber dazu warte ich ab, bis Sie diese Information brauchen). Während Sie üben, versuche ich den Fokus meiner Hilfestellungen möglichst nahe an Ihre Bedürfnisse heranzubringen.

Dass dieser individuelle Anknüpfungspunkt an die Vor- und Fehlkonzepte für jeden Schüler in einer Klasse mit üblicher Schüleranzahl möglich ist, scheint zunächst fragwürdig zu sein. Dem lässt sich entgegenhalten, dass Arbeiten auf dem Gebiet der Fachdidaktik Physik die Kohärenz der Vorkonzepte von Schülern nahe legen. Die Streuung der Vorkonzepte der Schüler zu einem bestimmten Thema ist nach meiner persönlichen Einschätzung aus dem Unterrichtsgeschehen wesentlich kleiner als die Anzahl der Schüler einer Klasse: Stets tauchen ähnliche „naive“ Vorkonzepte bei den Schülern auf. Diese Einschätzung spiegelt sich im folgenden Zitat aus einem Artikel³ von Wittman, Steinberg und Redish wieder: „Strikingly, most of the students’ spontaneous descriptions were similar. This similarity suggests that the reasoning that students use to arrive at their (often incorrect) answers is common.“ Ebenso berichtet auch McDermott⁴ über die beachtliche Übereinstimmung der nicht nachgeahmten Antworten von Schülern: „Students in equivalent physics courses with different instructors are remarkably similar in the way they respond to certain kinds of questions, both before and after standard instruction by lecture, textbook, and laboratory. We have found that there are a limited number of conceptual and reasoning difficulties that students encounter in the study of a given topic. These can be identified, analyzed, and effectively addressed through an iterative process of research, curriculum development, and instruction. Although students vary in the way they learn best, learning is not as idiosyncratic as is often assumed. Students difficulties and

effective strategies for addressing them are often generalizable beyond a particular course, instructor, or institution.”

Eine konstruktivistische Methode für den Physikunterricht strebt eine Vernetzung beziehungsweise eine Konfrontation der bereits vorhandenen Vorkenntnisse mit den neu zu integrierenden Erkenntnissen an. Der Lehrer ermutigt die Schüler nur solche Veränderungen ihres physikalischen Weltbildes abzusegnen, die für sie selbst sinnvoll sind. Es wäre eine Fehleinschätzung, wenn man voraussetzen würde, dass diese Emanzipation vom Lehrer von vielen Schülern euphorisch begrüßt wird. Viele Schüler wollen lieber die richtige Antwort vom Lehrer wissen (Anmerkung: die richtige Antwort ist aus Schülersicht jene, für deren Nachsprechen man bei Stundenwiederholungen ein „Plus“ bekommt), als sich mit der mühevollen Aufgabe einer Veränderung der bequemen und unangefochtenen Einsichten des eigenen Weltbildes ernsthaft auseinander setzen zu müssen. Der Widerstand jener Schüler, die eine Auseinandersetzung mit (ihren eigenen) falschen Vorstellungen als reine Zeitverschwendung erachten, kann für den Lehrer demotivierend sein. Tief verankert ist die Meinung zahlreicher Schüler, dass man viel schneller und effektiver lernen kann, wenn der Lehrer keine Abwege über Vor- und Fehlkonzepte der Schüler unternimmt und die richtigen Sätze reibungslos anliefern. Auch sehen sich die Schüler durch den temporären Erfolg ihrer Lernstrategie bestärkt: kurzfristig (für Stundenwiederholungen) ist diese Taktik ausreichend und zielführend. Die „Langzeitwirkung“ kümmert einen Großteil der Schüler herzlich wenig – diese hat den größeren Effekt auf die „Burn-out“ – Rate unter den Physiklehrern.

Die Zielsetzung meines Projektes lässt sich wie folgt kurz formulieren: **„Finde eine Unterrichtsmethode für den Physikunterricht die verhindert, dass Schüler Inhalte stupide auswendig lernen.“**

Die Ausgangshypothese lag auf der Hand: **„Ich als Lehrer unterlasse das stupide Abfragen von Inhalten.“** Dieser Arbeitsansatz führte mich durch die nun im folgenden beschriebenen Stadien.

II. DIE ENTWICKLUNG DES MODERIERTEN DIALOGES

Die Modifikationen, die ich über 6 Jahre an der Unterrichtsmethode vorgenommen habe, dokumentieren die Herausforderungen mit denen ich konfrontiert wurde. Die Veränderungen folgen der Dynamik eines Regelkreises, um eine flexible Annäherung an meine Zielsetzung unter Berücksichtigung vernünftiger Rahmenbedingungen (wie zum Beispiel Wahrung eines rechtfertigbaren Niveaus, Anzahl der beteiligten Schüler, zeitlicher und materieller Aufwand) zu erreichen. Hierbei wird man tendenziell feststellen können, dass ich anfänglich sehr grobe und langlebige Veränderungen vornahm, spätere Korrekturen zu meinem Kurs waren

weniger gravierend und erfolgten in zeitlich kürzern Abständen.

Meine Ausgangssituation:

Die Hospitationsstunden im Unterrichtspraktikumjahr eröffneten mir die Möglichkeit, die Praktiken der Schüler einer Klasse im Umgang mit dem Erlernen von „Formeln und Sätzen“ zu studieren. Der beobachtete Unterricht begann üblicherweise mit der sogenannten „Stundenwiederholung.“ Diese Stundenwiederholungen erforderten von den Schülern, dass sie bereits bekannte Formeln und Sprüche fehlerfrei wiedergaben. Für einen einzelnen Bewertungszyklus (Aufrufen des Schülers durch den Lehrer, der Lehrer stellt eine Frage, Antwort des Schülers, Eintragung der Notenaufzeichnung) wurden im üblichem Fall weniger als eine Minute aufgewendet. Verschiedenste Indizien, welche ich aus den Schülerantworten gewann, legten den Schluss nahe, dass der überwiegende Teil der Antworten von den Schülern nicht verstanden wurde. Vielfach waren die Antworten auffällig memoriert und vielfach wurden die geforderten Formeln verdeckt vorgelesen (Notizen auf der Schulbank, Notizen am Handrücken, das Heft unter der Schulbank und ähnliches war aus meiner Perspektive der hintersten Bankreihe in einem ansteigenden Physiksaal leichter zu beobachten). So erlebte ich während dieser Hospitationstätigkeit, wie in jeder Unterrichtsstunde in etwa drei bis fünf Kandidaten geprüft wurden. Der Gegensatz aus tatsächlich verstandenen und wiedergegebenen Inhalten sensibilisierte mich gegenüber Wahrnehmungen in meinem Unterricht. Eigene Experimente mit dieser Ouvertüre einer Physikstunde zeigten mir, dass auch meine Schüler „reif“ und empfänglich für diese Art von Stundenwiederholungen waren. Diese beobachtete Willfähigkeit der Schüler ist an die Leistungsaufzeichnungen gekoppelt: Das Einprägen von Formeln und Sätzen wird vom Schüler als Leistung empfunden und muss dementsprechend vom Lehrer vergütet werden. Verschwindet die Nachfrage an memorierten Texten, so verschwindet auch das von den Schülern gestellte Angebot. Prinzipiell sind aber die Schüler bereits beim Eintritt in das Gymnasium (5. Schulstufe) auf das Auswendiglernen von Inhalten bestens vorbereitet. Die umgehende Verfügbarkeit dieses organisch gewachsenen Nährbodens für das Memorieren von Inhalten kann in Abhängigkeit von Unterrichtsfach und Lehrperson relevant sein. Die Wiedergabe von aufoktroierten Sätzen steht allerdings nicht im Dienst eines mündigen und selbstverantwortlichen Lernens – und dies gilt nicht nur im Unterrichtsfach Physik.

Erste Annäherung an meine Zielsetzung: Die nicht geplante „Klassenbildung“ in der Klasse:

Im Schuljahr 1996/97 unterrichtete ich am BORG Lienz, insbesondere eine 7. Klasse in Physik. Um herauszufinden, was sich diese Schüler denken, unterbrach ich den an die Schüler gerichteten Informationsfluss und hinterfragte in einer provozierenden Weise meine eigenen Aussagen. Das

Ergebnis: Die ohnehin schon interessierten Schüler waren für diese Veränderung leicht zu gewinnen und hatten Freude, ihre Argumente selbständig zu konstruieren und vorzubringen. Schon bald entwickelte sich eine elitäre Gruppe von Schülern, mit denen ich ungeahnte intellektuelle Höhenflüge unternahm. Die Kehrseite dieser Vorgangsweise wäre absehbar gewesen: Ein Grossteil der Klasse blieb weit abgeschlagen zurück und die Kluft zwischen den beiden Lagern wuchs schnell an. Auch meine anfänglichen Bemühungen zwischen diesen beiden Lagern Brücken zu schlagen, indem ich falsche und dilettantische Antworten von schwachen Schülern unter meine Obhut stellte und diese Wortmeldungen verteidigte, konnte nicht verhindern, dass die Beteiligung der schwachen Schüler stetig abnahm. Schon Ende des ersten Semesters war es mir nicht mehr möglich zwischen den beiden Gruppen zu vermitteln. Letztendlich erging es mir so wie dem Zauberlehrling, der die Geister wach rief, sich aber später ihrer nicht mehr entledigen konnte und sich nicht mehr zu helfen wusste: Ich griff auf unorthodoxe Methoden zurück und hielt den zurückgelassenen Teil der Klasse durch schiere Erpressung mit Noten still. Um mein eigenes Gewissen heuchlerisch zu beruhigen und um einen gewissen Noten- und Leistungsdruck zu erzielen, fragte ich in bornierter Weise diese Schülergruppe nach Inhalten mit „physikalischem Vokabular“ ab. Somit konnte ich im ersten Anlauf wie folgt bilanzieren: Ich hielt eine kleine Gruppe (ca. 5 Schüler) vom stupiden Auswendiglernen ab. Diesen Erfolg erzielte ich aber auf Kosten der zurückgelassenen Schüler. Die vernachlässigten Schüler beschwerten sich nicht und fanden leicht die ihnen zugedachten Fragen im „Frage und Antworten“ Spiel wieder. So stellte es auch keine Schwierigkeit dar, innerhalb einer Klasse mit zweierlei Maß zu messen: Gegen Ende einer Unterrichtsstunde fasste ich das Wesentlichste zusammen. Wer diese Zusammenfassung konnte (dies bedeutete für den vernachlässigten Teil der Klasse: nachsprechen konnte) bekam ein „Plus“ – andernfalls ein „Minus.“ Die von mir initiierte Spaltung der Klasse wurde von keinem Lager als ungerecht beschrieben. Es verwundert, dass auch die Notengebung von den Schülern als gerecht und transparent empfunden wurde.

Zweiter Anlauf: „Die Zettelwirtschaft“

Im Schuljahr 1998/99 erhielt ich im Rahmen meiner Unterrichtstätigkeit für das Fach Physik eine Unterstufenklasse mit Schülern der 6. Schulstufe an einer AHS in Innsbruck. Meine bisherige Lehrtätigkeit konfrontierte mich stets mit Schülern, die ihrerseits schon über Jahre Erfahrungen mit dem Physikunterricht gesammelt hatten. Die Aussicht, Schüler schon in der Unterstufe in Physik zu unterrichten, ergab ein weiteres Motiv, eine Spaltung in eine elitäre Gruppe und „den Rest“ unbedingt zu vermeiden. Die Problematik stellte sich mir als nicht trivial dar:

Es steckt in der Natur des sokratischen Diskurses an nur teilweise verstandenen Begriffen anzuknüpfen und somit in konsequenter Weise dem Schüler die

Bruchstückhaftigkeit seiner Kenntnisse klarzulegen. Allerdings wird nicht nur dem jeweils Betroffenen der Denkfehler klar, sondern dieser Irrtum ist zugleich auch für viele Mitschüler nachvollziehbar. Um diese Blamage zu vermeiden, scheuen ein beachtlicher Anteil der Schüler den Dialog mit dem Lehrer. Wer sich andererseits aber am Diskurs beteiligt, kann seinen Vorsprung schnell ausbauen. Dies zeigte mir, dass die Methode des sokratischen Dialoges prinzipiell geeignet ist, komplexe Zusammenhänge zu lehren, aber auch die potentielle Gefahr in sich birgt, eine Klasse in Leistungsgruppen zu spalten. Ich stellte mir die Aufgabe, diesen lohnenden Wortwechsel, wie ich ihn in der Oberstufe auf wenige Schüler beschränkt erlebt hatte, nun auf mehrere Schüler auszuweiten. Um dies zu erreichen – so dachte ich – musste ich den sokratischen Diskurs als ein obligatorisches Element für alle Schüler in den Physikunterricht einbauen. Ich befürchtete allerdings, dass ich durch den Zwang zu Wortmeldungen lediglich Verlegenheitsantworten dazugewinnen würde. Eine Auslagerung des sokratischen Dialoges aus der Unterrichtsstunde würde den Schülern und mir das öffentliche Bloßstellen solcher Antworten ersparen. So stellte ich fünf Minuten vor dem Ende einer konventionellen Unterrichtsstunde eine Frage. (Anmerkung: mit dem Adjektiv ‚konventionell‘ meine ich hier, dass ich selbst – mehr oder weniger – den Stoff im Unterricht erarbeitete). Die Schüler mussten zuhause die Frage in schriftlicher Form behandeln. Auch jene Schüler, die keine eigene Antwort finden konnten, mussten die Antwort von jemand anderen übernehmen (zum Beispiel von Mitschülern, Geschwister, Eltern) und zusätzlich diese angenommene Antwort in eigenen Worten auf ihre Brauchbarkeit untersuchen und entsprechend kommentieren. In jedem Fall aber mussten mir die Schüler eine Antwort in der nächsten Physikstunde abgeben. Zuhause dann antwortete ich in schriftlicher Form jedem einzelnen Schüler, indem ich zu seiner Antwort meine Kritik anfügte. Fiel die Schülerantwort zu sorglos aus, so formulierte ich unter den Ausführungen des Schülers meine Fragen, die den Schüler zwangen, sich erneut der Thematik zu stellen. Fand der Schüler mit Bravour zur richtigen Antwort, so versuchte ich ihn mit Behauptungen zu verunsichern – dies erfolgte wiederum meist in fragender Form. Vertrat der Schüler mit Vehemenz seine naiven doch falschen Argumente, so versuchte ich den Schüler mit Widersprüchlichkeiten zu konfrontieren. In der folgenden Physikstunde bekamen die Schüler ihre Antwortenblätter – nun mit meiner Folgefrage versehen – zurück. Ich verlangte von den Schülern, dass sie wiederum zu Hause auf meine Herausforderung antworteten. In dieser Weise bildete sich ein Dialog in schriftlicher Form zwischen den einzelnen Schülern und mir. Stets versuchte ich hierbei dem Schüler „mit einer Frage zu antworten.“ Selbst wenn die anfängliche Antwort abgeschrieben und keine eigenständige Analyse dieser fremden Antwort vorgenommen wurde, fiel es mir aufgrund meiner Folgefragen leicht, den anschließenden Dialog mit Verfasser und Plagiator in unterschiedliche Richtungen zu lenken. Somit konnten die Schüler nicht permanent während des gesamten Verlaufes des Diskurses die

Antworten von jemand anderen abschreiben und wurden von mir gedrängt, sich selbstständig Gedanken zu machen. Das erzielte Resultat - ersichtlich aus den Blättern, auf denen die Diskurse festgehalten wurden - befriedigte mich. Die Sache hatte nur einen Haken: Der zeitliche Aufwand war entschieden zu hoch. Vermutlich litten damals andere Klassen an dieser ungleichen Verteilung meiner Bemühungen. Es wäre mir unmöglich gewesen mehrere Schulklassen in dieser intensiven Form zu betreuen. Bilanz: sinnvolle Antworten wurden von allen Schülern geliefert. Die Methode konnte aufgrund des Aufwandes nur in einer Klasse umgesetzt werden.

Aus meiner heutigen Sichtweise heraus bemängle ich auch den Umstand, dass es mir mittels der schriftlich geführten Auseinandersetzung mit den Schülern nicht gelingen konnte, einen effizienten und fruchtbaren Ideen- und Gedankenaustausch unter den Schülern zu erzielen. Stets hatten die Schüler nur einen Adressant (meine Person) für ihre Überlegungen. In einer retardierten und beschränkten Weise konnte ich damals dieses Manko kompensieren, indem ich Schüler mit anderen Schülerstatements konfrontierte. Dennoch: Heute ist mir der wertvolle Bestandteil der unmittelbaren und direkten Wechselwirkung der Schüler untereinander viel stärker bewusst.

Die Notengebung wurde aufgrund von monatlich durchgeführten Tests erstellt. Die Testfragen waren den Schülern in der konkret ausformulierten Form nicht im vorhinein bekannt. Die individuellen und zum Großteil wohlüberlegten Antworten auf diese Testfragen zeigten, dass das stupide Auswendiglernen überwindbar ist. In dieser Hinsicht war mein verfolgtes Ziel erreicht. Es war mir aber bewusst, dass der zeitliche Aufwand nicht auf mehrere Klassen ausdehnbar ist. Immerhin musste ich für jede Physikstunde in der Woche ca. 30 Antworten formulieren. Es lag auf der Hand daran etwas zu verbessern. Dennoch war die Idee eines Dialoges mit den Schülern geboren.

Anmerkung:

Eine ältere Kollegin übernahm im kommenden Schuljahr diese Klasse. Als ehemaligen Physiklehrer dieser Klasse konfrontierte sie mich bald mit folgender Kritik: „Die Schüler fragen ja unheimlich lästig. Das muss ich erst einmal abstellen!“

Dritter Anlauf: „Der Glaube an die Technik“

Im folgenden Schuljahr setzte ich mir zum Ziel, die lebhaften und engagierten Diskussionen mit den Schülern wieder zurück in die Unterrichtszeit zu holen. Dabei galt es eine Spaltung der Klasse in „Elite“ und „der Rest“ zu vermeiden. Diese Synthese wollte ich unter Verwendung „moderner Unterrichtsmittel“ vollbringen. Ein wesentlicher Bestandteil der „Zettelwirtschaft“ des vorangegangenen Schuljahrs waren die Zettel – jene Dokumente, die den individuellen Disput zwischen mir und dem jeweiligen Schüler festhielten. Ebenso entscheidend war die Verpflichtung der Schüler zur Teilnahme an diesen schriftlichen Auseinandersetzungen. Es erschien mir wichtig diese beiden Elemente –

Dokumentation und obligatorische Teilnahme – für eine Neuauflage der Methodik zu übernehmen. Das Ergebnis dieser Metamorphose sei im folgenden kurz beschrieben: Ausgangspunkt für den Dialog mit der Klasse war eine von mir gewählte Fragestellung. Häufig hatte die Frage einen „spekulativen Charakter“, in jedem Fall musste die Frage für den Schüler intuitiv verständlich sein und möglichst ein Interesse an der Antwort hervorrufen. Einige Beispiele sollen die Gestaltung der Fragestellung verdeutlichen: „Was wird passieren, ... wenn ich ein loses Blatt auf das Buch lege und es fallen lasse? | ... wenn ich eine kaputte Glühbirne in die Mikrowelle lege und diese einschalte? | ... wenn ich den Pappbecher mit Wasser über die Flamme halte?“

Um die Spannung für die entstehende Diskussion aufzubauen, wird man die Experimente nicht sofort durchführen, sondern sich widersprüchliche Anschauungen der Schüler genau anhören. Dadurch ergeben sich schon eine Menge von Folgefragen, die es gilt in Relevanz und Schwierigkeit zu werten und anzugehen. Mit Hilfe eines Laptops und eines Beamers wurde der von mir protokollierte Verlauf der Diskussion mit den Schülern auf die Leinwand im Klassenraum projiziert. Hierbei übernahm ich die Rolle des Moderators und steuerte die Diskussion. Insbesondere war ich sehr darauf bedacht, eine Gleichverteilung der Schülerbeteiligung zu erzielen. Die Schüler wurden von mir namentlich aufgerufen und somit konnte ich die Teilnahme einzelner Schüler erwirken.

Resümee: Durch den Einsatz von modernen Unterrichtsmitteln (Beamer, Notebook) versprach ich mir eine Erleichterung bei Protokollierung und Führung des Diskurses mit den Schülern. Nach einem Schuljahr und einigen Experimenten mit dieser Technik (so z.B. setze ich Schüler für die Verfassung des Protokolls am Laptop ein, um mich selbst stärker auf den Verlauf der Diskussion konzentrieren zu können) musste ich mir eingestehen, dass diese Methodik viel zu träge war. Die Zentralisierung der Diskussion auf ein Protokoll bremste die Eigendynamik der Problemlösung durch die Klasse sehr stark ein. Meine Forderung an die Schüler die hierbei notwendige Geduld aufzubringen stand in keinem Verhältnis zu dem erzielten Ergebnis des Dialoges. Die Tatsache, dass sich die Schüler „in einer Warteschlange einreihen mussten“, ehe ich ihren Beitrag aufgreifen und eventuell in die Diskussion (und in das Protokoll) einbinden konnte, frustrierte viele Schüler. Als Erfolg kann verbucht werden, dass auswendig gelernte Floskeln in der Diskussion keinen nennenswerten Niederschlag gefunden haben. Ebenso positiv kann vermerkt werden, dass es durch das Protokoll möglich war, sich auf bereits weit zurückliegende Argumente zu beziehen. Dennoch muss nochmals betont werden, dass eine sorgfältige Beantwortung der Fragen in diesem Modus im Vergleich zur Zettelwirtschaft geradezu in Zeitlupe abläuft.

Die nachhaltigste Auswirkung meiner Erfahrungen im Umgang mit der Protokollierung während der Unterrichtsstunde ist der für mich gestiegene Stellenwert einer Dokumentation des Unterrichtsverlaufes (insbesondere der Verlauf des Problemlösungsprozesses durch die Schüler).

Exkurs: Konfrontation mit Konstruktivisten

Bei der Lektüre von Fosnot's Buch⁵ „constructivism“ bemerkte ich eine Akzentuierung des Konstruktivismus, den ich nicht in diesem Umfang praktizierte. Die im folgenden von mir gemachte Unterscheidung von ‚kompromissloser Konstruktivismus‘ vs. ‚selbstregulierender Konstruktivismus‘ soll diese Abstufung erläutern: Die Hardliner bei den Vertretern des Konstruktivismus vermeiden unter allen Umständen, dass sie dem Lernenden Antworten „übertragen.“ Um diesen Punkt besser herausarbeiten zu können, zitiere ich aus einem Aufsatz von C. Julyan and Eleanor Duckworth⁶, „A Constructivist Perspective on Teaching and Learning Science“: „The next work session, seemingly on cue, Pam turned to us, demanding to know whether or not we intended to tell her “the answer.” What was the question? we asked. At this she seemed momentarily stumped, but then she stated that she wanted to know why helium balloons behaved in the way that they did in all the various experiments that she conducted. We stated that while we were willing to answer her question, we wanted to make sure that we were clear about what she wanted. Did she want our words to explain the phenomena or did she want to understand them herself? There was a long and poignant pause in the room. Finally she turned and quietly said that the words were *not* what she wanted; she really wanted to understand. We agreed that her understanding was our goal as well and that we would all continue to work toward that end, but that it would take time.“ Diese Umsetzung des Konstruktivismus würde ich als kompromisslos betiteln. Meiner Meinung nach sind die Positionen „Did she want our words...“ und „did she want to understand...“ nicht derart diametral als im obigen Zitat dargestellt. Ich selbst nehme mir die Freiheit heraus meine eigenen Erklärungen im Unterricht einzubauen. Man kann sich beim moderierten Dialog mit den Schülern sicher sein, dass man die Problematik zur entsprechenden Fragestellung im Unterricht wieder findet und erneut antrifft, falls Schüler die Lehrerantwort nicht richtig verstanden haben. Hieraus stammt auch meine Formulierung „selbstregulierender Konstruktivismus.“ Es ist lediglich wichtig, dass die „Lehrererklärung“ im Unterricht gleichberechtigt mit den Schülerantworten dargestellt und moderiert wird, und keinerlei Ansprüche auf Exklusivität („Ich als Lehrer bin laut Physikstudium und Diplom der ernannte Chef für dieses Unternehmen“) abgeleitet werden. Der moderierte Dialog schließt a priori nicht aus, dass jemand durch reinen Wissenstransfer zu Erkenntnissen gelangen kann. Im Hinblick auf den Unterrichtsgegenstand Physik erscheint es mir aber als unabdingbar, dass sich der Empfänger über das erworbene Wissen eigene Gedanken macht. Dieser Freiraum muss im Klassenraum geschaffen werden und findet im Physikunterricht als moderierter Dialog seine Entsprechung.

Vierter Anlauf: „Dezentralisierung der Diskussion“

Im Schuljahr 2001/02 ermöglichte mir eine Förderung von IMST² die professionelle Betreuung durch Hr. Franz Kroath (Anmerkung: Hr. Franz Kroath ist an der Universität Innsbruck am Institut für Lehrer/innenbildung und Schulforschung tätig). Zahlreiche Unterrichtsbesuche von Hr. Kroath und Nachbesprechungen bildeten die Grundlage für eine produktive Zusammenarbeit. Viele der folgenden Verbesserungen des moderierten Dialoges wurden von Hr. Kroath angeregt. Die entscheidendste Veränderung lässt sich wie folgt prägnant formulieren: Viele Diskutanten und ein Protokoll wurden durch einige wenige Diskutanten und mehrere Protokolle ersetzt. In einstigen Versionen des moderierten Dialogs versuchte ich die gesamte Klasse in den Disput zu verwickeln. Da der Moderator die einzige „Einlaufstelle“ für die Schülerbeiträge zum Diskurs darstellte, mussten die Schüler oft geduldig warten, bis sie ihre Erklärungen und Ausführungen deponieren konnten. Um die von mir gewünschte Gleichverteilung der Schüler am Diskurs zu erreichen war es notwendig, dass ich mir mit Hilfe des Protokolls einen Überblick verschaffte, wer von den Schülern noch nicht an der Diskussion teilgenommen hat. Damit beabsichtigte ich ein Maximum an Steuerung und Einfluss auf den Diskussionsverlauf ausüben zu können. Auch glaubte ich durch diese zentrale Ausrichtung der Diskussion eine klare Abgrenzung von themenbezogenen Beiträgen zum einen und störende Schwätzereien zum anderen erzielen zu können. Das Letztere stellte sich schon bald als eine Illusion heraus: Ich hatte mehrmals Grund für die Annahme, dass die Schüler auch ohne mein Zutun untereinander die Fragestellung erörterten. Somit ergaben sich im Unterricht immer wieder Situationen, in denen ich Schüler ungenügende Aufmerksamkeit unterstellte und zu unrecht maßregelte. Die Limitierung der Teilnehmerzahl für einen Diskurs und die Autorisation des Informationsaustausches unter den Schülern halfen die Effizienz der Diskussion zu steigern. Durch diese neue Gewichtung ergab sich der folgende praktizierte Modus des moderierten Dialoges:

Die Einleitung jeder Physikstunde bildet der sogenannte „Physics for Fun“ – Teil. Dieser Teil ist als ein auflockernder Einstieg in die jeweilige Physikstunde konzipiert. Die wesentlichste Auflage an diese Einleitung besteht darin, dass der Schüler diese Minuten als spektakuläre oder spannende Einheit erleben sollte. Ein Beispiel für eine solche „Physics for Fun“ Sache wäre die folgende Aktion: Der Lehrer behauptet, dass er ein Tischtuch vom Pult wegziehen kann, ohne dass die darauf gestellten Teller und Gläser vom Tisch fallen. Nach Möglichkeit sollte dieses Experiment mit Porzellangeschirr und nicht mit Plastikgeschirr durchgeführt werden – dies trägt zur Erhöhung der Spannung bei. Da der Spaß bei dieser Einheit nicht zu kurz kommen soll, wäre es bei diesem Beispiel erstrebenswert, dass ein Schüler das Experiment durchführt bzw. nach der Darbietung des Lehrers dieses Experiment zu wiederholen versucht.

Das Interesse der Schüler an diesen Experimenten erzeugt ein angenehmes Arbeitsklima für den Unterricht. Auch schaffen die Überlegungen der Schüler zu diesen Experimenten in manchen Fällen interessante Variationen

zur Intention des Lehrers. Die entspannende Wirkung dieses „Physics for Fun“ – Teils erhöht sich, wenn die Schüler bei diesen Experimenten aktiv beteiligt sind und die gestellte Aufgabe selbst ausprobieren können. Der Sinn dieses Einleitungsteiles umfasst mehrere Aspekte: Erstens soll dieser Teil zur Auflockerung dienen und Spaß machen. Zweitens sollen die Schüler diese „Zaubertricks“ mit erklärbarer Physik assoziieren. Drittens erarbeite ich somit einen Vorrat an Beobachtungen und ich kann später im Schuljahr annehmen, dass die Schüler ein konkretes Experiment selbst gesehen haben. Dieses Reservoir an Beobachtungen steht den Schülern später als Fundgrube zur Verfügung, wenn es gilt, eine bestimmte Thematik in der Physik durch moderierte Dialoge zu erarbeiten. Ich möchte anmerken, dass selbst ohne diesen gemeinsamen Pool an Beobachtungen die Schülerantworten auf meine Fragen während des moderierten Dialoges nicht von einem Null-Niveau aus konstruiert werden (Vorerfahrungen der Schüler, intuitive Konzeptvorstellungen, individuelle Beobachtungen, ...). Dennoch bringt dieser Abgleichungsprozess eine Verbesserung mit sich, da die Schüler und der Lehrer in manchen Fällen von einer gemeinsamen (Beobachtungs-) Basis ausgehen können. Somit kommt diesem Potpourri auch die Rolle eines „Albums für Experimente“ zu, aus welchem die Schüler während des moderierten Dialoges Vergleiche ziehen können. Es sei darauf hingewiesen, dass diese spektakulären Experimente nicht mit dem aktuellen Unterrichtsstoff abgestimmt werden. Der Spaß steht hier im Vordergrund. Überlegungen bezüglich einer Abstimmung auf zukünftige Diskussionen hat lediglich eine untergeordnete Bedeutung. Bei diesem „Physics for Fun“ Teil hat sich die Stärke der Fragestellung „Was wird passieren wenn ...“ (also die Aufforderung der Schüler, das zu erwartende Ergebnis des Experimentes vorherzusagen) erwiesen. Neben diesem Typus bürgt eine weitere Fragestellung für Spannung und Unterhaltung: Hierbei fordert der Lehrer die Schüler heraus, eine bestimmte Aufgabe zu bewältigen. Ein Beispiel für eine solche Herausforderung wäre das folgende (dieses Beispiel stammt aus dem Journal „The Physics Teacher“⁷):

„Hold a sheet of newspaper in your left hand, letting the sheet hang down. Can you poke your index finger through the paper? It may seem unlikely, yet it is easily done.“

Der Spaß bei der Sache kommt dann, wenn die Schüler ihre Vorschläge selbst ausführen müssen.

Den Hauptteil der einzelnen Physikstunde bildet der moderierte Dialog zu einer Fragestellung. Der Leitgedanke für diese sokratischen Diskurse mit den Schülern sei nochmals durch ein Zitat von A. Arons⁸ wiedergegeben: „Learners must be confronted with direct experience, and with contradictions and inconsistencies, in such a way, as to induce them to articulate lines of arguments and reasoning in their own words.“

Die Einleitung zu dieser Phase bildet die sokratische Fragestellung, die vom Lehrer kommt. Der „moderierte Dialog“ wird also vom Lehrer mit einer Frage eröffnet, die im Allgemeinen durch ein „Experiment“ veranschaulicht werden kann. Diese Veranschaulichung beschränkt sich aber meist auf die Präsentation des Versuchsaufbaus – die

Durchführung des Experimentes erfolgt vielfach erst zu einem späteren Zeitpunkt der Diskussion. Damit beabsichtigt der Lehrer die Spannung für die Auseinandersetzung mit der Problematik zu erhalten und somit interessante Ansichten der Schüler zuzulassen, ohne diese durch die Beobachtung des Experimentes von vornherein zu korrumpieren. Wie schon weiter oben ausgeführt hat die Fragestellung somit häufig den folgenden Charakter: „Was wird passieren, wenn ...?“ Es sei angemerkt, dass der Lehrer erklärende Hinweise bei der Fragestellung tunlichst vermeiden soll. Im folgenden Beispiel lässt sich die Veranschaulichung mit geringem Aufwand realisieren: Der Lehrer legt eine Feder auf ein Buch und fragt, ob Feder und Buch während des Falles auf den Boden voneinander getrennt werden. Der Lehrer legt nun Buch und Feder wieder zurück auf den Tisch und die Diskussion über die Frage startet – das Experiment wird erst später in der Diskussion durchgeführt. Ich könnte mir auch vorstellen, dass bei der folgenden Erörterung ein weiteres Experiment notwendig wird, um den Einfluss der Luft zu untersuchen (die Idee zu diesem „Folgeexperiment“ – die Luft zunächst einmal zu entfernen, um deren Einfluss zu untersuchen – muss aber von den Schülern kommen und darf nicht vom Lehrer aufgedrängt werden). Nicht immer lässt sich eine solche Veranschaulichung finden. Nichtsdestoweniger muss aber die Fragestellung für den Schüler intuitiv begrifflich sein. Die Auseinandersetzung mit der Frage führt Lehrer und Schüler gemeinsam in einen Dialog. Der Lehrer leitet diese Debatte durch sokratisches Erfragen. Die Schüler konstruieren selbständig sinnstiftende Lösungsstrategien. Die Konfrontation mit der Ausgangsfrage des moderierten Dialoges ruft im allgemeinen weitere Fragen hervor. Diese „klärenden Fragen“ sind bereits Inhalt des moderierten Dialoges zwischen Schüler und Lehrer. Der Lehrer führt die Diskussion mit nur sechs Schülern. Hierbei arbeiten jeweils drei Schüler in einer Gruppe zusammen. Für diese beiden Gruppen gibt es je einen Protokollschreiber, der die Argumente und Ansichten in seiner Gruppe schriftlich festhält. Die Schüler können sich „bedingt“ freiwillig für eine Diskussion mit dem Lehrer (= Moderator) melden. Lediglich die mehrfache Teilnahme einzelner Schüler an einer konkreten Fragestellung sollte durch den Lehrer limitiert werden. Mit dieser Regelung strebt der Lehrer eine Gleichverteilung der Schülerpräsenz in den Diskussionen an. Melden sich zu wenig Schüler freiwillig, so wählt der Lehrer die fehlenden Teilnehmer für die Diskussion aus. Was macht aber nun der Rest der Klasse während dieser Diskussion? Der Rest der Schüler ist aufgefordert persönlich relevante Erkenntnisse – sogenannte „critical incidences“ – aus den Versuchen und aus der Diskussion in einem Heft aufzuzeichnen. Dieses Heft bildet dann das Lerntagebuch des Schülers und wird vom Lehrer für die Beurteilung des Schülers herangezogen. Es ist sicherlich erstrebenswert schon bald nach den ersten abgeschlossenen Diskussionen diese Hefte von den Schülern einzufordern, um rechtzeitig regulativ intervenieren zu können.

Den Abschluss der einzelnen Physikstunde bildet eine Reflexionsphase. Die Dauer dieser Phase liegt im Bereich

von etwa 5 Minuten. Während dieser Zeit haben die Schüler Gelegenheit zusammenfassende Notizen zur gelaufenen Diskussion niederzuschreiben (insbesondere auch die Protokollschreiber, deren Protokolle ja am Ende der Stunde dem Lehrer übergeben werden). Auch soll in dieser Zeit allen Schülern die Gelegenheit gegeben werden, Argumente und Überlegungen öffentlich einzubringen, die von den sechs Diskutanten übersehen worden sind. Es muss den Schülern hierbei aber bewusst sein, dass sie für die Formulierung ihrer Behauptung nur wenig Zeit beanspruchen können und diese deshalb kurz und klar ausfallen soll.

Der Lehrer vergibt in dieser „offenen Runde“ für wertvolle Beiträge Punkte. Ebenso erhalten Schüler für gute Wortmeldungen während des „Physics for Fun“ – Teils Punkte. Die sechs Teilnehmer an der Diskussion erreichen entsprechend ihrer Leistungen mehr oder weniger Punkte, entsprechendes gilt für die beiden Protokollschreiber. Durch diese Punktevergabe schafft der Lehrer einen Anreiz für die Schüler am Unterrichtsgeschehen aktiv teilzunehmen.

Da man bei dieser Unterrichtsmethode nicht stur nach Vorlage und Lehrbuch vorgehen kann und sich immer wieder aufgrund interessanter Erwägungen von Seiten der Schüler neue Wege auftun, empfehle ich dem Lehrer diese dynamische Entwicklung am Ende der Unterrichtsstunde schriftlich festzuhalten. Diese Unterrichtsnotizen ermöglichen es ausbaufähige Schüleransichten für den späteren Gebrauch aufzubewahren. Ebenso ergeben sich durch die Schülerprotokolle aus den Diskussionen wertvolle Quellen für neue Fragen.

Als Prüfstein für meine Unterrichtsmethode erachte ich folgenden Forschungsgegenstand: Machen sich jene Schüler, die nicht unmittelbar am Diskurs teilnehmen (die beiden Schülergruppen, die sich mittels moderiertem Dialog direkt mit der Thematik auseinandersetzen, sind verhältnismäßig klein – drei Schüler pro Gruppe und je ein Protokollschreiber), Gedanken über die behandelte Physik oder versucht der Großteil der Schüler lediglich „pseudo-critical-incidences“ zu finden, um diese dann zu notieren und dem Lehrer damit eine Freude zu machen?

Auf diese Fragestellung möchte ich mit zwei Unterrichtsbeobachtungen von Hr. Franz Kroath antworten:

1) Hr. Franz Kroath konnte beobachten, dass Schülergespräche ohne mein Mitwirken und zum Thema der Physikstunde passend auch *außerhalb* der beiden „Dialoggruppen“ (jene zwei Gruppen zu je drei Schülern, die direkt mit mir im Dialog stehen) stattfinden. Dies wertete ich als Indiz dafür, dass die Unterrichtsmethode selbständiges Arbeiten triggern kann – vorausgesetzt die Thematik spricht die Schüler an.

2) Schüler, die sich während der Physikstunde offensichtlich anderweitig beschäftigen (wie zum Beispiel versteckt unter der Schulbank SMS-Botschaften am Handy verschicken und anderes mehr), sind in der Lage gegen Ende der Stunde (während der für alle Schüler „offenen Runde“) sinnvolle Fragen bzw. Antworten zu liefern und

sich hierbei auf konkrete Diskussionsbeiträge der Unterrichtsstunde zu beziehen! Für diesen Umstand erfanden Hr. Kroath und ich die Metapher von Schülern, die ihre „Sensorantennen“ auf Empfang gestellt haben, um das Unterrichtsgeschehen grob rasternd abzutasten und erst bei Resonanz (diese ist korreliert mit den persönlichen Interessen des jeweiligen Schülers) eine Botschaft selektiv aufzunehmen. Diese besondere Art des „Multitaskings“ wertete ich als ein Signal dafür, dass die Schüler bereit sind, für den Ertrag einer Unterrichtsstunde Eigenverantwortung zu übernehmen.

III. ZWANGSBEGLÜCKUNG MIT PHYSIK MUSS NICHT SEIN

Die Folgen meiner Unterrichtstätigkeit in Lienz bewirkten, dass ich fortan darauf bedacht war, möglichst viele Schüler während der Unterrichtszeit anzusprechen. Das Ziel, nachhaltige Veränderungen bei den Schülern zu bewirken, sollte durch dieses Ansinnen nicht gefährdet werden. Die Entwicklung des moderierten Dialoges unterlag folglich der Auflage Quantität ohne nennenswerte Einbußen der Qualität zu erreichen. Dennoch blieben diese antagonistischen Strömungen im eigenen Unterricht wahrnehmbar. Dies wird mir bewusst, wenn ich die Debatten aus den Unterrichtsjahren in Lienz (1996 bis 1998) mit den angeordneten Erörterungen in den Folgejahren vergleiche. Konfrontiere ich die kategorischen Diskussionen jüngerer Datums mit den „heißen“ Debatten der „Elitegruppe“ in Lienz, so konstatiere ich eine – wenn auch nicht existentielle, so aber doch substantielle – Abnahme der Begeisterung an der Auseinandersetzung mit einer bestimmten Thematik auf Seiten der Schüler. Um nicht missverstanden zu werden, möchte ich folgendes klarstellen: Ich bemängle nicht den fachlichen Niveauverlust bei den Diskussionen – es geht mir vielmehr um die Bewahrung der Schülerbegeisterung. Manchmal hatte ich bei den aufgezwungenen Diskussionen den Eindruck, dass die Schüler „es eigentlich gar nicht so genau wissen wollten.“ Allerdings verschwanden diese „heißen“ Diskussionen nie ganz aus dem Schulbetrieb. Sie überlebten in den Unterrichtspausen: Nach dem Ende der Unterrichtsstunde kamen regelmäßig Schüler zu mir und wollten unbedingt eine Frage geklärt wissen. Häufig entstanden diese Fragen zu Beginn der Unterrichtsstunde während des „Physics for Fun“ – Teils. Aufgrund meiner Quantitätsansprüche musste ich unbedingt vermeiden diese brennenden Fragen mit nur einer Handvoll Schüler während der Unterrichtszeit zu erörtern. Meine Verweigerung bewirkte, dass die interessierten Schüler in der Pause mit mir die Problematik besprachen. Diese Pausendiskussionen stellen eine sehr wertvolle Lernsituation für die Schüler dar und müssen von mir nach dem oben angeführten Qualitätsmerkmal (in Hinblick auf bleibende, tiefgreifende „AHA-Erlebnisse“ bei den Schülern) höher eingestuft werden als die obligatorischen Dialoge während des Unterrichts.

Um diese „Pausendiskussionen“ in die Unterrichtszeit zu transferieren, musste ich folgendes bewerkstelligen:

- a) Ich musste während der Unterrichtszeit einen Freiraum schaffen, damit interessierte Schüler diese brennenden Fragen mit mir erörtern können (Errichtung eines „Diskussionstisches.“)
- b) Die Auswahl der Thematik darf nicht nur eine Elite an diesen Diskussionstisch führen bzw. heranlassen.
- c) Die Teilnahme zu diesen Diskussionen muss auf freiwilliger Basis geschehen.
- d) Die Fragen, die am Diskussionstisch behandelt werden, kommen nicht vom Lehrer sondern von den Schülern.
- e) Wahrung eines angenehmen Diskussionsklimas (die Diskussionen werden *nicht* in voller „Klassenzimmerlautstärke“ geführt.)

Gerade dieser letzte Punkt (e) hat zur Folge, dass die restlichen Schüler nichts von der Diskussion mitbekommen. Dies verschärft die Schwierigkeit, diese Schüler sinnvoll „still zu beschäftigen.“ (Bemerkung: In früheren Varianten des moderierten Dialoges konnten die Schüler zumindest die Diskussion mitverfolgen und sich am Ende – der sogenannten „offenen Runde“ – konstruktiv und nicht nur ihrer Note dienlich einbringen.) Wie man unschwer sehen kann, sind nicht die Geschehnisse am Diskussionstisch die Crux für die aufgelisteten Veränderungen der Unterrichtsmethode. Nach wie vor wird der Lehrer am Diskussionstisch den Erkenntnisentwicklungsprozess der Schüler durch sokratische Leitung anführen. Die Motivation für den Dialog mit dem Lehrer ist auch in natürlicher Weise gegeben, da die Fragen von den Schülern aufgeworfen werden. (Anmerkung: In früheren Versionen des moderierten Dialogs war es erforderlich, dass der Lehrer die ursprüngliche Frage „drehte und wendete,“ bis er dadurch die Schüler genügend aufgestachelt hatte, diese von ihm generierte Frage als die ihrige zu verstehen.) In gewisser Hinsicht wird die Aufgabe für den Lehrer sogar einfacher: Die in Punkt c) geforderte freiwillige Teilnahme an den Diskussionen ermöglicht es disziplinäre Maßnahmen zu setzen: Wer sich nicht passend am Diskussionstisch verhält, kann vom Tisch verwiesen werden – der Schüler kann an der Diskussion teilnehmen, aber er muss nicht an ihr teilnehmen! Die Generierung eines Diskussionstisches ist in Hinblick auf die Teilnehmer nicht mit unüberwindlichen Hindernissen verstell – vielmehr besteht die Herausforderung darin die Nichtteilnehmer zu motivieren sich ebenfalls mit Physik zu beschäftigen. Jedem Schüler der nicht an der Diskussion teilnimmt, muss völlig klar sein, welche Arbeiten von ihm erwartet werden. Die Aufgabe der Nichtteilnehmer am Diskurs ist die Erstellung einer Sammlung von Fragen und Antworten auf „Standarderklärungen“. Diese Fragen-Antworten Sammlung wird im weiteren Verlauf des Unterrichts eingesetzt. Im Detail stellen sich die Pflichten der stillbeschäftigten Schüler wie folgt dar:

Der Lehrer teilt den Schülern eine schriftlich verfasste „Standarderklärung“ zu einer konkreten Problematik aus. Zum Beispiel könnte eine solche Erklärung erörtern wie eine Leuchtstoffröhre funktioniert.

Es ist nun die Aufgabe jedes Schülers diese Erklärung zunächst zu lesen und hieraus selbstständig eine

„Folgefrage“ zu formulieren. So könnte eine Schülerfrage zum obigen Beispiel wie folgt lauten: „Wird eine Leuchtstoffröhre leuchten, wenn man diese aus der Fassung nimmt und „frei verkabelt“, d.h. die beiden Metallstifte auf einer Seite der Leuchtstoffröhre mit einem Anschluss der Steckdose und das andere Ende der Leuchtstoffröhre mit dem zweiten Anschluss der Steckdose verbindet?“ Dies ist zugegebenermaßen eine sehr gute Frage. Häufig überprüfen die von Schülern ausgearbeiteten Fragen das Erinnerungsvermögen – zum Beispiel: „Welchen Zweck hat die weiße Beschichtung an der Innenseite der Fluoreszenzlampe?“ Im einfachsten Fall werden lediglich Fakten aus dem Originaltext eruiert: „Aus welchem Material besteht die weiße Beschichtung bei herkömmlichen Leuchtstoffröhren?“ Die Formulierung einer guten Frage ist also die erste Aufgabe jener Schüler, die nicht an der Diskussion teilnehmen. Die zweite Aufgabe ist die schriftliche Abfassung der dazugehörigen richtigen Antwort. Die dritte Aufgabe ist die Formulierung einer annehmbaren Antwort, die *nicht* richtig ist. Die vierte Aufgabe fordert von jedem Schüler, dass er wiederum in schriftlicher Form und in verständlicher Weise aufdeckt, worin der beabsichtigte Fehler in seiner falschen Antwort steckt. Die Schüler müssen sich den Schwierigkeitsgrad ihrer gewählten Fragen selbst auferlegen. Diese Einladung zur Individualität erzeugt die Motivation sich von den anderen Schülern abzuheben und ebenso den notwendigen Spielraum für Kreativität. J. S. Gould⁹ spricht in diesem Kontext von „ownership of learning tasks.“ Die folgende Textstelle wurde einem Aufsatz von J. S. Gould entnommen: „Recognition that the construction of knowledge is an active process that each individual learner must carry out has led to a greater emphasis placed on “ownership” of the activities through which learning is intended to take place. This requires that learners be given a share in the responsibility for selecting the tasks in which they engage, for deciding on the means to be employed in carrying them out, and for evaluating the outcomes. Only in this way can they gain an active understanding of the principles involved and of the procedures that may be effective in achieving the desired outcome. Another important reason for encouraging learners to take ownership of learning tasks is that it increases intrinsic motivation to seek and carry through a way of finishing a piece successfully.“ Am Ende der Unterrichtsstunde versieht jeder Schüler die Arbeiten (Aufgabe 1 bis 4) mit seinem Namen und nummeriert die Blätter nach vorgegebenem Schema. Anschließend erhält der Lehrer alle Beiträge.

Breibt der Lehrer diese Form der Stillbeschäftigung der Schüler schon eine Weile und hat folglich schon eine ansehnliche Sammlung an Schülerfragen und Antwortenpaaren (richtige und falsche) erworben, so ergeben sich für die Nichtteilnehmer am moderierten Dialog noch weitere Aufgaben: Diese Schüler erhalten dann vom Lehrer nicht nur die Standarderklärung zu einer gegebenen Problematik, sondern auch eine Schülerfrage mit den beiden möglichen Antworten. Der Schüler muss nun entscheiden, welche Antwort richtig ist. Am Ende der Stunde erfolgt eine Selbstkontrolle mit Hilfe einer zur

Verfügung stehenden Sammlung von Lösungen (diese Auflösungen wurden auch von Schülern verfasst – siehe Aufgabe 4 in der obigen Liste der Schüleraufgaben.)

IV. DIE DERZEITIGE PRAXIS

Wie läuft nun so eine Physikstunde als moderierter Dialog ab? Der Unterricht beginnt mit dem „Physics for Fun“ Teil. Hier ist die gesamte Klasse gefordert Fragen und Antworten zu liefern. (Die detaillierte Beschreibung und die Absicht dieser Einheit ist weiter oben in diesem Artikel zu finden, Kapitel II, Vierter Anlauf: „Dezentralisierung der Diskussion“.) Häufig kristallisieren sich aus diesem „Physics for Fun“ Teil gute weiterführende Fragen heraus, für deren Behandlung man im allgemeinen mehr Zeit benötigen würde. In provozierender Weise fordert der Lehrer eine klare Formulierung der Fragen ein. Ist die Fragestellung geklärt, geht der Lehrer und die an der Frage interessierten Schüler an den Diskussionstisch. Hier können die Schüler im sokratischem Dialog mit dem Lehrer die vertiefenden Fragen behandeln. Für die Dokumentation dieses Dialoges ist ein Protokollschreiber zu nominieren. Auch Zuhörer sind am Tisch willkommen. Die „exklusive“ Atmosphäre am Tisch ist einem guten Arbeitsklima förderlich. Während der Lehrer mit einem Teil der Schüler diesen moderierten Dialog führt, arbeiten die übrigen Schüler an ihren Aufgaben (eine eingehende Darstellung dieser Aufgaben findet man weiter oben im Kapitel III). Im Überblick handelt es sich hierbei um folgende Pflichten:

- 1) Verfassen einer „Folgefrage“ (ausgehend von der vom Lehrer ausgeteilten „Standarderklärung“)
- 2) Verfassen einer richtigen Antwort auf diese Folgefrage
- 3) Verfassen einer falschen Antwort auf die Folgefrage
- 4) Beschreibung des Fehlers in der falschen Antwort

Nach einer gewissen Anlaufzeit steht dem Lehrer diese Sammlung von Schülerfragen und Antwortenpaaren zur Verfügung. Die Auseinandersetzung mit diesem Arbeitsmaterial ergibt ein zusätzliches Betätigungsfeld für jene Schüler, die nicht am Diskussionstisch sitzen. Das Bewusstsein, dass Mitschüler die Fragen (inklusive der beiden möglichen Antworten) formulierten, erhöht für die Schüler den Reiz diese Aufgabe zu bewältigen.

Benotung:

Die Noten werden aus einem Punktesystem generiert. Die Schüler haben verschiedenste Möglichkeiten Punkte zu gewinnen und somit eine gute Note zu erzielen. Zuerst erhalten Schüler Punkte für ihre konstruktiven Beiträge und Überlegungen zum „Physics for Fun“ Teil. Entscheidende Punktegewinne sind auch bei der Erstellung von guten Fragen und Antworten während der Stillbeschäftigung (Aufgabe 1 bis 4) zu erzielen. Sehr sparsam hingegen erfolgt die Punktevergabe an jene Schüler, die an der Diskussion teilnehmen. Nur für hervorragende Leistungen am Diskussionstisch erhalten einzelne Schüler Punkte. Während des moderierten Dialoges am Diskussionstisch gewinnen die Schüler wenige Punkte aber viele Einsichten.

Benötigte Unterrichtsmaterialien:

Der Lehrer benötigt für den Stillbeschäftigungsteil in jeder Unterrichtsstunde eine schriftliche „Standarderklärung“, passend zum jeweils aktuellem Unterrichtsstoff. Eine Quelle für solches Material ist das Buch von L. A. Bloomfield¹⁰, „How Things Work, The Physics of Everyday Life“ bzw. die entsprechende Online-Ressource¹¹. Ebenso benötigt der Lehrer einen Vorrat an „Physics for Fun“ Ideen. Anregungen dazu findet man unter anderem im Buch von J. W. Jewett¹², „The World of Physics – Mysteries, Magic & Myth.“

V. SCHÜLERINTERVIEW:

Es stellt sich die Frage, ob all diese Dinge – Arbeitsblätter, Erörterungen mit einzelnen Schülern – nicht in jedem anderen Unterricht ebenfalls passieren. Der Autor gibt zu bedenken, dass es sich hier lediglich um einen Placebo-Effekt handeln könnte: Die Sache funktioniert, weil der Autor es so sehen will! Als einziges Kontrastmittel zu meiner Darstellung der Unterrichtsmethode kann ich derzeit nur die Aussagen von Schülern anbieten. Hierzu wurden drei Schüler von einem Unterrichtsbeobachter zu folgenden Fragen interviewt [Anmerkung: Die Schüler kommen aus der sechsten Schulstufe einer AHS mit Schwerpunkt Fremdsprachen, welche im relevanten Schuljahr die vorgestellte Unterrichtsmethode erstmalig kennen lernten]:

Frage 1: Was haltet ihr von eurem Physikunterricht und wie würdet ihr euren Physikunterricht einer Freundin / einem Freund schildern – ungeschminkt und ehrlich?

Frage 2: Wie stark war euer Interesse an der Physik zu Beginn des Schuljahres?

Frage 3: Welche Veränderungen an eurer Einstellung / an eurem Interesse / Wissen habt ihr wahrgenommen?

Frage 4: Was habt ihr im Physikunterricht bei Herrn Albrecht bisher gelernt?

Frage 5: Wie sieht es mit der Beurteilung bzw. der Notengebung aus?

Frage 6: Könnte man dieses Unterrichtssystem auf andere Lehrer bzw. andere Fächer übertragen?

Die Schülerantworten auf diese Fragen findet man in Anhang 1.

VI. SCHLUSSBEMERKUNG:

Es ist erstaunlich, dass ich nach all diesen Abänderungen so nahe am Ausgangspunkt wieder angekommen bin. Ich möchte den derzeitigen Stand der Dinge aber dennoch nur als temporäres Stadium bezeichnen. Die wesentlichsten Entwicklungen in diesem „Kreisprozess“ sollen hier in aller Kürze noch einmal aufgesucht werden: Als entscheidende Verbesserung gegenüber meiner Ausgangssituation werte ich den Verzicht auf ungerechtfertigten Notendruck, mit dem ich in den Anfängen (Lienz) die „restlichen Schüler“ zum Stillsein bewogen habe. Ebenso ist die Ausweitung der Zuständigkeit des Diskussionsforums als ein Erfolg zu sehen: Jede physikalische Frage ist gut genug, um während des moderierten Dialogs eingehender behandelt zu werden – vorausgesetzt die Schüler interessieren sich dafür. (Es

gibt keine Zulassungskriterien für die Qualifizierung von Fragen für den moderierten Dialog – oft sind es gerade die ganz einfachen Fragen, die interessante Überlegungen anfachen.) Uneingeschränkt kann ich auch für den „Physics for Fun“ – Teil plädieren. Dieser Einstieg in die Physikstunde wirkt für viele Schüler motivierend und hat sich bewährt.

Der Autor möchte an dieser Stelle Hr. Franz Kroath für die anhaltende Zusammenarbeit und die anregenden Gespräche, die entscheidende Veränderungen der Unterrichtsmethode nach sich zogen, danken. Diese Arbeit wurde durch eine Subvention von IMST² - einer Initiative zur Weiterentwicklung des Mathematik- und Naturwissenschaftsunterrichts – gefördert.

ANHANG 1:

Frage 1:

Was haltet ihr von eurem Physikunterricht und wie würdet ihr euren Physikunterricht einer Freundin / einem Freund schildern – ungeschminkt und ehrlich?

[A]:

Ja, ich würde sagen, der Unterricht ist sehr offen. Also, man hat die Wahl zwischen Aufpassen und Nicht-Aufpassen. Das ist irgendwie auch positiv. Wenn man aufpasst, dann bringt das auch viel. Man lernt für das Leben. Also, man lernt nicht so Formeln oder solche Sachen, sondern man lernt Dinge, die man tag-täglich anwenden muss.

[B]:

Der Unterricht ist komplett anders. Er ist viel lockerer. Er ist nicht so sehr an das Schulsystem gerichtet, wobei man aber nicht sagen kann, dass man so weniger lernt.

[C]:

Sehr offener Unterricht. Und es stimmt schon, dass es beim Herrn Albrecht nicht so viel ausmacht, wenn man einmal nicht so aufpasst. Und ich denke mir – so wie die zwei anderen eben auch – dass einem der Unterricht viel bringt und dass der Herr Albrecht ein total kompetenter Mensch ist, was die Physik angeht. Das gehört irgendwie dazu, weil, wenn er jetzt nicht kompetent wäre, dann wäre das System, das er macht, für die Katz. Und dass es einem viel bringt, wenn man aufpasst. Aber was mich teilweise stört, ist, dass durch dieses lockere Unterrichtssystem oft auch ein Lärmpegel da ist, der es einem unmöglich macht, etwas mit zu bekommen.

Frage 2:

Wie stark war euer Interesse an der Physik zu Beginn des Schuljahres?

[A]:

Physik war früher immer etwas anderes für mich. Am Anfang habe ich mir gedacht: Ja, in Physik da lernt man halt so Formeln und so. Und jetzt interessiert es mich mehr, weil ich sehe, dass ich etwas für das Leben lerne – also wie ... wie die Wolken funktionieren ... also wie die Sachen eben so funktionieren, mit denen man zu tun hat. Also, Physik interessiert mich jetzt am Ende mehr als es mich am Anfang interessierte.

[B]:

Ja, Physik war früher immer etwas mit Formeln und mit viel Auswendiglernen und eher sehr mit Mathematik verbunden. Aber jetzt – ja, eigentlich wie Sarah es schon gesagt hat – jetzt ist es viel mehr wie ... wie ein Quiz. Oder wie ein Buch, in dem alles drinnen steht, wie das und das funktioniert.

[C]:

Ja, ich finde es recht super, dass Herr Albrecht es immer an einem Beispiel anbindet. Also zum Beispiel, wenn wir jetzt die Zettel bekommen mit einem spezifischem Beispiel – wie das mit der Fliege im Auto, die nicht gegen die Scheibe fliegt – das finde ich immer recht witzig und da fällt einem auch immer etwas dazu ein, wenn man das aus dem Text herauslesen muss – und mit was das jetzt

wirklich zusammenhängt. Sonst – ich hab Physik auch beim anderen Lehrer recht gern gehabt und es ist schon ein Interesse da – es ist jetzt halt schon mehr.

Frage 3:

Welche Veränderungen an eurer Einstellung / an eurem Interesse / Wissen habt ihr wahrgenommen? Möglichst genaue Beschreibung und Belege.

[A]:

Zuerst – am Anfang – habe ich mir gedacht: Für was ist Physik überhaupt gut. Und jetzt – jetzt ist es eben so, dass man im Physikunterricht nicht nur wegen der Note etwas tut, sondern auch durch das Interesse. Es geht nicht nur um das Wissen, das man hat, und um das Lernen.

[B]:

Durch das System, das der Herr Albrecht hat, hat man einen Ansporn. Also, ich finde das System ist teilweise total gut – man muss selber schauen, dass man sich interessiert.

[C]:

Es hat sich schon etwas verändert – es hat sich das Interesse vergrößert. Aber es hat sich ... – ja, es ist so: Dadurch, dass man die Möglichkeit hat, dass man nicht mittut, tut man dann auch öfter nicht mit. Das heißt, wenn einmal ein Thema dran ist ... , dann wird man eigentlich schon dazu verleitet, dass man einmal nicht aufpasst. Das war beim anderen Lehrer halt nicht so – da hat man halt immer ein bisschen aufgepasst und eigentlich nie wirklich gar nicht. Ja, da war es auch immer leise und man hat nicht so die Möglichkeit gehabt, so gar nichts mitzubekommen. Und der Herr Albrecht geht dann auch mit Schülern aus dem Raum raus und es ist dann ziemlich logisch, dass es dann nicht so ruhig ist, oder dass dann nicht so ein Unterricht herrscht, wie es halt normal ist.

Frage 4:

Was habt ihr im Physikunterricht bei Herrn Albrecht bisher gelernt?

[A]:

Also, man kann nicht sagen: Das und das habe ich gelernt und so. Also, ich würde sagen, man kann sich viel mehr Vorgänge erklären. Also, nicht nur die spezifischen Sachen, die man da gelernt hat, sondern viel mehr, weil alles zusammenhängt. Das haben wir gelernt. Also, man kann nicht sagen, dass wir ein Kapitel jetzt super können – es ist einfach... – ja, man versteht alles irgendwie besser. Und das ist das Wichtigste, finde ich.

[B]:

Wie du gesagt hast, so ein bestimmtes Kapitel oder so, das wir gelernt haben, das kann man nicht festlegen. Wir haben die Kapitel so verknüpft, dass die Versuche zusammenhängen und dann wieder weitergeleitet wurden auf den nächsten Versuch.

[C]:

Wir haben so probiert mit Kapiteln – ein bisschen über Gravitation geredet. Und wir haben auch viele Versuche dazu gemacht. Und dann ist das eigentlich so ineinander übergegangen, dass man teilweise eigentlich gar nicht so

den Überblick hat über Kapitel oder so. Man hat so praktische Beispiele und man weiß, wie das abläuft. Zum Beispiel: Ich könnte erklären, wie etwas abläuft, aber ich könnte nicht wirklich den konkreten Sachbegriff sagen.

Frage 5:

Wie sieht es mit der Beurteilung bzw. der Notengebung aus?

[A]:

Jetzt haben wir alle etwas zu tun – auch wenn der Lehrer nicht da ist – und da müssen wir schauen, dass wir die Punkte zusammenbekommen, sonst passt es mit der Note nicht. Und da kann eigentlich jeder selbst aussuchen, ob er aufpasst oder nicht – oder das macht oder nicht – weil das ist dann eigentlich seine Sache, weil es dann seine schlechte Note ist, oder er bekommt halt dann keine Punkte.

[B]:

So wie es jetzt ist, kann eigentlich jeder – also, er hat den Zettel vor sich liegen – also, denke ich, kann jeder entscheiden, ob er jetzt etwas macht oder nicht – und Punkte bekommt. Es ist also total fair, finde ich.

[C]:

Also, meistens geht es in anderen Fächern so, dass, wenn der Lehrer schlechte Noten gibt – oder unfair oder so –, dann hat man gleich einmal einen Schlatz¹³ auf den Lehrer. Aber das gibt es in Physik nicht, weil das immer gerechtfertigt ist bei ihm. Weil man selber weiß, man wird nicht geprüft, man muss selber – man ist selber für die Note verantwortlich. Nicht wie in anderen Fächern – da hat man meistens Pech, dass man eine Frage bekommt, die man nicht versteht. Bei ihm ist es so, dass man selber total für die Note verantwortlich ist.

Frage 6:

Könnte man dieses Unterrichtssystem auf andere Lehrer bzw. andere Fächer übertragen?

[A]:

Ich denke mir – bei anderen Fächern –, wenn der Lehrer nicht offen über alles diskutieren kann, und wenn man keinen Einwand sagen kann, dann geht dieses System nicht. Weil man nichts verbessern kann. Man kann nicht diskutieren, wenn der Lehrer z. B. nicht auf einen eingeht – dann funktioniert das eben nicht.

[B]:

Oder, wenn die gerade in die erste Klasse kommen, dann haben die noch nicht die Relation, dass sie sich wirklich zu benehmen wissen – in so einem System. Weil die nutzen das – glaube ich – hemmungslos aus. Und das würde auch nicht funktionieren, denke ich.

[C]:

Das hängt mit dem Charakter vom Herrn Albrecht zusammen, dass er Kritik total verträgt und dass er sich über sich selbst lustig machen kann – und so. Und das könnten andere Lehrer wieder überhaupt nicht – die halt denken, dass sie vielleicht ein bisschen eine Machtposition haben, die vertragen so etwas – glaube ich – nicht.

¹ Das Zitat wurde von J. Schreiner, Angewandte Physik 1, Zweite Auflage 1990, entnommen.

² Im Text nicht näher spezifizierte Personen erscheinen als ‚männliche Subjekte‘ (Fachdidaktiker, Lehrer, ...), wobei natürlich nie eine Beschränkung auf ein bestimmtes Geschlecht beabsichtigt ist. Der Einfachheit dienlich schreibe ich zum Beispiel stets ‚Lehrer‘ – sinngemäß sind diese Personen selbstverständlich als ‚Lehrerinnen und Lehrer‘ zu lesen.

³ M. C. Wittmann, R. N. Steinberg, and E. F. Redish, „Investigating student understanding of quantum physics: Spontaneous models of conductivity,” *Am. J. Phys.* **70**, 218-226 (2002).

⁴ L. McDermott, „Oersted Medal Lecture 2001: ‘Physics Education Research – The Key to Student Learning’,” *Am. J. Phys.* **69**, 1127-1137 (2001).

⁵ C. T. Fosnot (Editor), „Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice,” Teacher College Press, 1996

⁶ Der Aufsatz von C. Julyan and Eleanor Duckworth, „A Constructivist Perspective on Teaching and Learning Science“ ist zu finden in C. T. Fosnot, „Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice,“ siehe Ref. 4

⁷ Martin Gardner, Column Editor, „Physics Trick of the Month”, *The Physics Teacher*, **40**, 313

⁸ A. B. Arons, „A Guide to Introductory Physics Teaching,” John Wiley & Sons, 1990

⁹ Der Aufsatz von J. S. Gould, „A Constructivist Perspective on Teaching and Learning in the Language Arts“ ist zu finden in C. T. Fosnot, „Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice,“ siehe Ref. 4

¹⁰ L. A. Bloomfield, „How Things Work – The Physics of Everyday Life,” 2. Edition, John Wiley & Sons, 2001

¹¹ <http://howthingswork.virginia.edu/>

¹² J. W. Jewett, „The World of Physics – Mysteries, Magic & Myth,” Harcourt College Publishers, 2001

¹³ Anmerkung: Ich würde den Dialektausdruck ‚Schlatz‘ mit Groll, Verärgerung übersetzen