

ALBERT-EINSTEIN-GYMNASIUM

Studienseminar September 1997/99

Mathematik/Physik

Schriftliche Hausarbeit zum Thema:

**Erprobung der Methode 'Lernen durch Lehren'
am Beispiel der Kreismessung
im Mathematikunterricht der 10. Jahrgangsstufe**

vorgelegt von

StRef Claus Hilgers

am 15.3.1999

„Erfolgreiche Arbeit am Gymnasium zeichnet sich erfahrungsgemäß durch bestimmte Merkmale aus. Dazu gehören ... ein Unterrichtsstil, der die Zusammenarbeit der Schüler untereinander und ihre Selbständigkeit, Entscheidungsfreude und Kreativität nachdrücklich fördert.“

Lehrplan für das bayerische Gymnasium.
KWMBI I So.-Nr. 3/1990. S. 135.

„Das Wichtigste, was unser Bildungssystem zu leisten hat, ist: die Fähigkeit und Bereitschaft zu selbständigem lebenslangen Lernen auf der Basis einer soliden und breiten Allgemeinbildung zu vermitteln, und zwar in fachlicher wie in sozialer Hinsicht.“

Edmund Stoiber, April 1998.
Schulreport 2 (1998) S.6.

„Entlassen wir unser Bildungssystem in die Freiheit.“

Roman Herzog, November 1997
SZ Nr. 255 (1997) S.13

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG	4
2 DIE UNTERRICHTSMETHODE „LERNEN DURCH LEHREN“ (LDL)	5
2.1 DIE METHODE UND IHRE ENTSTEHUNGSGESCHICHTE	5
2.2 WAS BRINGT DIE METHODE?	6
2.3 LDL IM MATHEMATIKUNTERRICHT	10
3 PLANUNG DES LDL-PROJEKTES	12
3.1 VORÜBERLEGUNGEN	12
3.2 FRAGESTELLUNGEN AN DEN UNTERRICHTSVERSUCH	14
3.3 KLASSENSITUATION	15
3.4 THEMENWAHL	16
3.5 ZEITPLAN	17
4 DURCHFÜHRUNG DES LDL-PROJEKTES	18
4.1 VORBEREITUNG	18
4.2 GRUPPENARBEITSPHASE	20
4.3 PRÄSENTATIONSPHASE	24
4.4 LERNZIELKONTROLLE UND LEISTUNGSERHEBUNG	27
5 REFLEXION	29
5.1 FEEDBACK DER SCHÜLER	29
5.2 EIGENE BEOBACHTUNGEN	30
5.3 RESÜMEE	32
6 LITERATUR	35
 ANHANG:	
ANLAGE A	FOLIEN, VORLAGEN, TESTS
ANLAGE B	ARBEITEN AUSGEWÄHLTER GRUPPEN
ANLAGE C	FRAGEBÖGEN UND AUSWERTUNG

1 Einleitung

Innovative Unterrichtsmethoden haben Hochkonjunktur. Ob Freiarbeit oder Lernzirkel, Expertenmix oder Gruppenrallye - immer mehr Kolleginnen und Kollegen experimentieren mit reformpädagogisch geprägten Arbeitsformen. Ideenbörsen werden veranstaltet und Fortbildungen zu diesen Themen organisiert.

Von Vertretern der Wirtschaft und der Hochschulen wird schon seit längerem beklagt, den Schulabgängern mangle es an Lern- und Leistungsbereitschaft, an Einsatzfreude und Verantwortungsfähigkeit, sowie an methodischem Wissen und Arbeitstechniken. Offene Unterrichtsformen versprechen gerade diese Defizite auszugleichen: im Mittelpunkt stehen Teamfähigkeit, Methoden- und Sozialkompetenz, Kreativität und Freude am Lernen.

Spätestens seit TIMSS stellt sich auch für den Mathematikunterricht die Frage, ob der lehrerzentrierte Frontalunterricht mit seiner kleinschrittigen Engführung der Schülerinnen und Schüler im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch noch zeitgemäß ist.

Auch ich habe mich im Sommer '98 intensiv mit offenen Unterrichtsformen beschäftigt. Eher zufällig bin ich dabei auf die Methode „Lernen durch Lehren“ des Fremdsprachendidaktikers Jean-Pol Martin gestoßen. Die Idee ist so simpel und die Vorteile erscheinen so offensichtlich, dass ich sofort beschlossen habe „Lernen durch Lehren“ auch in meinem Unterricht zu erproben.

Leider gibt es bis heute noch nicht allzuvielen Erfahrungen mit dieser Methode außerhalb des Fremdsprachenunterrichts. Insofern stellte sich natürlich die Frage, inwieweit „Lernen durch Lehren“ überhaupt auf den Mathematikunterricht übertragbar ist. Im November '98 habe ich dann den gesamten Themenbereich „Kreismessung“ in meiner 10. Klasse nach dieser Methode unterrichtet - oder genauer gesagt *unterrichten lassen*.

Meine Erlebnisse und Erfahrungen bei der Planung und Durchführung dieses Projekts dokumentiert die vorliegende Arbeit.

Ist dabei von „Schülern“ und „Lehrern“ die Rede, so begründet sich dies ausschließlich durch eine flüssigere Lesbarkeit. Selbstverständlich sind damit stets „Schülerinnen und Schüler“ sowie „Lehrerinnen und Lehrer“ gemeint.

2 Die Unterrichtsmethode „Lernen durch Lehren“ (LdL)

2.1 Die Methode und ihre Entstehungsgeschichte

Entwickelt wurde die Methode „Lernen durch Lehren“ zu Beginn der 80er Jahre von dem Fremdsprachendidaktiker Dr. Jean-Pol Martin. Der Grundgedanke dabei ist verblüffend einfach: die Schüler übernehmen nach und nach bestimmte Lehrfunktionen und haben so die Möglichkeit, den Unterricht aktiv mit zu gestalten. Der Lehrer stellt dabei Materialien zur Verfügung, verteilt Arbeitsaufträge, steht den Schülern in der Planungsphase beratend zur Seite und korrigiert ihre schriftlichen Unterrichtsentwürfe. Wenn die Schüler anschließend ihre Unterrichtsstunden präsentieren, zieht sich der Lehrer so weit wie möglich zurück.

LdL steht damit in der Tradition der Reformpädagogen um Georg Kerschensteiner und Hugo Gaudig, die in ihren Arbeitsschulen die Selbsttätigkeit der Schüler, das soziale Lernen und die methodische Schulung zum Unterrichtsprinzip erklärten.¹

Ausschlaggebend für die „Wiederneuentdeckung“² der Unterrichtsmethode durch Jean-Pol Martin war ein spezielles Problem des Fremdsprachenunterrichts. Zu Beginn der 80-er Jahre war die Fremdsprachendidaktik geprägt vom *kommunikativen Ansatz*, den Hans-Eberhard Phipho in Deutschland eingeführt hat:³ die Schüler sollten durch interessante Themenwahl möglichst häufig zum authentischen Sprechen angeregt werden. Andererseits sollte aber auch die Arbeit an Wortschatz und Grammatik nicht zu kurz kommen.

„Da man aber die Arbeit an der Sprache nicht zu den Schüler interessierenden Inhalten zählte, stand der Lehrer vor dem Dilemma, entweder Themen anzubieten, die die Schüler zum Sprechen anregten, dafür aber die Arbeit an der Sprache zu vernachlässigen, oder nach wie vor der Spracharbeit viel Zeit zu widmen und den Schülern lediglich begrenzte Phrasen zum aktiven, authentischen Sprachgebrauch einzuräumen.“ [Martin 1996, 71]

Dieser Konflikt brachte Jean-Pol Martin auf die Idee, eine Anregung von Ludger Schiffler⁴ aufzugreifen, indem er den Schülern seiner 7.Klasse - zunächst versuchsweise - Lehrfunktionen wie das gegenseitige Aufrufen oder die Fehlerkorrektur übertrug. Nach einiger Zeit waren die Schüler dann auch in der Lage, der Klasse den Wortschatz und den Text einer neuen Lektionen vorzustellen oder ein Grammatikkapitel zu besprechen.

¹ Vgl. [Krieger 1998, 156ff]

² Martin, Jean-Pol in [GraefPreller 1994, 12].

³ Vgl. [Martin 1996, 71].

⁴ Schiffler, Ludger: *Interaktiver Fremdsprachenunterricht*. Stuttgart 1980.

Auf diese Weise regte selbst die Arbeit an Wortschatz und Grammatik die Schüler zu authentischem Sprechen an. Damit fand Martin einen möglichen Ausweg aus dem didaktischen Dilemma des Fremdsprachenunterrichts, und zwar sowohl aus spracherwerbstheoretischer wie aus lerntheoretischer Sicht.⁵

In den folgenden Jahren entwickelte Martin LdL zu einem didaktischen Gesamtkonzept, das alle Stufen vom Anfangsunterricht bis zur Oberstufe umfasst. Heute erfreut sich „Lernen durch Lehren“ zumindest in der Praxis des Fremdsprachenunterrichts eines großen Bekanntheitsgrades.⁶ Viel dazu beigetragen hat sicherlich das seit 1987 bestehende LdL-Kontaktnetz, in dem Lehrer ihre Erfahrungen mit der Methode austauschen können.⁷

2.2 Was bringt die Methode?

Im LdL-Kontaktnetz sind zur Zeit über einhundert Veröffentlichungen zur Methode „Lernen durch Lehren“ dokumentiert.⁸ Die meisten beziehen sich dabei auf die praktische Erprobung der Methode im Fremdsprachenunterricht, insbesondere im Fach Französisch. Die Erfahrungen sind dabei durchwegs positiv:

- Kognitiver Lernprozess

Da die Unterrichtsstunden von verschiedenen Schülern oder Schülergruppen gehalten werden, wird der Unterricht abwechslungsreich und spannend. In der Planungsphase können die Schüler kreativ und eigenverantwortlich arbeiten und es entsteht häufig der Ehrgeiz, die „beste“ Unterrichtsstunde zu halten. All das wirkt sich positiv auf die **Motivation** der Schüler und damit auf den Lernprozess aus.

Die **Aktivität** der Schüler ist sowohl in der Planungsphase, die meist als Gruppenarbeit organisiert ist, als auch in der Präsentationsphase deutlich größer als im konventionellen Unterricht. Der Sprechanteil der Schüler erhöht sich dabei von traditionellen 25% auf bis zu 75%,⁹ was für den Fremdsprachenunterricht natürlich von zentraler Bedeutung ist.

Auch die **Komplexität der Aufgabenstellung** wirkt sich positiv auf den Lernprozess aus. Jean-Pol Martin geht davon aus, dass ein behavioristisch geprägter Unterrichtsstil die

⁵ Siehe [Martin 1996, 72]

⁶ Martin verweist dabei auf eine bundesweite Umfrage, die gezeigt hat, „dass ‘Lernen durch Lehren’ in universitären Didaktikseminaren, in der zweiten Phase der Lehrerbildung, in Fortbildungsveranstaltungen und in Fachsitzungen ausführlich thematisiert wird.“ [Martin 1996, 71]

⁷ Das Kontaktnetz im Internet: <http://www.ku-eichstaett.de/SFL/LdL/ldl.htm>

⁸ vgl. <http://www.ku-eichstaett.de/SFL/LdL/material/bibliogr.htm>

Schüler in der Regel eher unterfordert. Durch die Übertragung von Lehrfunktionen wird dem Schüler dagegen ein vielfältiges und anspruchsvolles Handlungsfeld eröffnet:

„So muß Marcus für die Darstellung seines Grammatikstoffes alle Stufen des Informationsverarbeitungsparadigmas durchschreiten. Er muß die im Lehrwerk aufbereiteten Inhalte erfassen und einer Komplexitätsreduktion unterziehen; er muß das Ergebnis speichern und eine adäquate Präsentationsstrategie entwickeln. Schließlich muß er bei der Präsentation auf die kognitiven Prozesse seiner Mitschüler eingehen und seine soziale Kompetenz aktivieren.“

[Martin 1994, 27]

Das daraus resultierende Bewusstsein, komplexe Aufgaben bewältigen zu können, steigert das Kompetenzgefühl der Schüler, was sich wieder positiv auf die Motivation auswirkt. Darüber hinaus besitzt selbst erarbeiteter Lehrstoff eine hohe Vergessensresistenz.

Die **offene Lernatmosphäre** sowohl in der Gruppenarbeitsphase als auch in dem von Schülern geleiteten Unterricht kann dazu beitragen, dass insbesondere schwächere Schüler sich eher trauen, Verständnisfragen zu stellen und Lernschwierigkeiten anzusprechen.

- Methodisch-didaktische Kompetenzen

Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit und die Fähigkeit, sich in kurzer Zeit selbständig Wissen anzueignen, gehören heute schon zu den **Schlüsselqualifikationen** einer modernen Arbeitswelt, und sie werden an Bedeutung noch gewinnen. Mit LdL haben die Schüler die Möglichkeit sich solche Fähigkeiten im Unterricht anzueignen.

In der Planungsphase ist **Teamarbeit** gefordert und die Fähigkeit, sich in die zu unterrichtenden Schüler hinein zu denken. Der Lernstoff wird größtenteils selbständig erarbeitet, wobei sich die Schüler zunächst einen Überblick verschaffen müssen und in Hinblick auf die Vermittlung die Stoffkomplexität reduzieren lernen, indem sie Wichtiges von Unwichtigem trennen. Bei der Vorstellung des Stoffes können die Schüler **Präsentations- und Moderationstechniken** erproben, sowie den gezielten Einsatz von Medien. Neben der Kommunikationsfähigkeit wird hierbei auch das Selbstbewusstsein gefördert und die Fähigkeit eine größere Gruppe zu motivieren.¹⁰

- Sozialkompetenz

„Die Schulen sollen nicht nur Wissen und Können vermitteln, sondern auch Herz und Charakter bilden.“ [Bayerische Verfassung, Art. 131]

⁹ Siehe [Martin 1996, 72]

¹⁰ Vgl. [Martin 1998, 2]

Jean-Pol Martin legt großen Wert darauf, dass „Lernen durch Lehren“ eine besonders **höflichkeitsbetonte** Unterrichtsform darstellt.¹¹ Bereits in der Planungsphase wird aufgrund der Teamarbeit Rücksichtnahme, Konsensfähigkeit und Kompromissfähigkeit gefordert. Für die Stoffvermittlung im Plenum müssen sich die Schüler intensiv mit den mentalen und emotionalen Prozessen ihrer Mitschüler auseinandersetzen und damit verstärkt Empathie üben. Dieser Perspektivenwechsel begünstigt dann die eigene Identitätsfindung der Schüler¹² und darüber hinaus lernen die Schüler Verantwortung gegenüber ihren Mitschülern zu übernehmen („Ich muss gut unterrichten, damit die was lernen...“).



Abb. 1 [Graef 1994, S.9]

- Problemfelder bei LdL

Aufgrund der vorhandenen Literatur zu LdL entsteht leicht der Eindruck, LdL habe ausschließlich Vorteile für den Unterricht. Dies ist insofern nicht verwunderlich, als dass die Erfahrungsberichte im wesentlichen von ausgesprochenen LdL-Befürwortern verfasst worden sind. Trotzdem finden sich natürlich auch bei ihnen kritische Anmerkungen.

Ein Punkt ist sicherlich der **erhöhte Zeitbedarf**, da die zu haltenden Unterrichtsstunden von den Schülern in Gruppenarbeit erst vorbereitet und je nach Qualität anschließend eventuell nachbesprochen werden müssen. Da dafür der erarbeitete Stoff vergessensresistenter sein dürfte, ist fraglich, ob die „verlorene“ Zeit dadurch nicht wieder gut gemacht wird.

Ein weitaus größeres Problem stellt die **Qualität** des von den Schülern gehaltenen Unterrichts dar. Es ist nicht zu erwarten, dass der Lehrstoff von den Schülern optimal strukturiert und didaktisch aufbereitet wird. Das wiederum kann insbesondere bei schwächeren Schülern zu Lernstörungen führen. Hier liegt es an der beratenden Lehrkraft, gröbere Fehler bereits in der Planungsphase zu erkennen und aufgrund seiner Erfahrung entsprechende Hilfestellungen zu geben.

¹¹ Ich beziehe mich hierbei auf ein persönliches Gespräch am Rande des 11. LdL-Bundestreffen in München im Oktober 1998.

Insbesondere **mündliche Leistungsnachweise** sind bei LdL nicht unproblematisch. Jean-Pol Martin hält seinen gesamten Unterricht grundsätzlich möglichst frei von Notengebung. „Dadurch herrscht eine entspannte und lustbetonte Atmosphäre im Klassenzimmer, es sammeln sich wenig Aggressionen auf der Schülerseite und es tauchen kaum Disziplinprobleme auf.“¹³ Will man aber weder die Unterrichtspräsentationen der Schüler noch die Arbeit in der Planungsphase werten, so kollidiert man schnell mit § 46 der GSO, in dem mindestens ein echter mündlicher Leistungsnachweis gefordert wird.

Auch Stegreifaufgaben, die sich ja auf den Stoff der vorhergegangenen Unterrichtsstunde beziehen, sind schwer zu halten, da die Gruppe derer, die die Stunde präsentiert haben klar im Vorteil wären.

Der Lehrer sollte außerdem darauf achten, dass durch LdL nicht das Bild des *faulen Lehrers* in der Öffentlichkeit verstärkt wird. Es darf nicht der Eindruck entstehen, dass der Lehrer die komplette Planung des Unterrichts auf die Schüler abwälzt, um sich einen ruhigen Nachmittag zu machen.

- Realisierbarkeit

„Lernen durch Lehren“ ist nichts völlig Neues, sondern knüpft an vorhandene Unterrichtsstrukturen an. Für den Schüler bedeutet das, dass der Unterricht im wesentlichen „wie gewohnt“ abläuft, nur dass eben seine Mitschüler die Rolle des Lehrers übernehmen oder er selbst. Darüber hinaus werden keine aufwendigen Materialien benötigt, wie etwa bei der materialgeleiteten Freiarbeit oder selbst bei Lernzirkeln. Für den Lehrer entsteht dadurch (und auch sonst) keine wesentlich Mehrarbeit, lediglich die *Art* der Arbeit verändert sich.

Damit lässt sich LdL im Prinzip problemlos von heute auf morgen im Unterricht umsetzen. Jean-Pol Martin hat sogar gezeigt, dass man eine Klasse von der 7.Jahrgangsstufe an bis zum Abitur ausschließlich nach dieser Methode unterrichten kann - zumindest im Fremdsprachenunterricht.

¹² Vgl. [Martin 1994, 27]

¹³ Martin, Jean-Pol: „Zur Leistungskontrolle in meinem Unterricht“. In: <http://www.ku.eichstaett.de/SLF/LdL/faq/noten.htm>. S. 1.

2.3 LdL im Mathematikunterricht

Untersuchungen im Zusammenhang mit der TIMS-Studie haben gezeigt, dass der Mathematikunterricht in verschiedenen Nationen offenbar „sehr spezifischen kulturellen Skripts oder Drehbüchern folgt, in denen die Grundzüge der komplexen Choreographie des Fachunterrichts festgelegt sind.“¹⁴ Solch ein typisches *Drehbuch* sieht für eine typische, deutschen Mathematikstunde der Mittelstufe etwa so aus:

Durchsicht und Besprechung der Hausaufgabe	
Kurze Wiederholungsphase bei zügigem Interaktionstempo	
Variante 1 Der neue Stoff wird im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch, dass auf eine einzige Lösung hinführt, relativ kurzschrittig erarbeitet und von dem Lehrer an der Tafel dokumentiert.	Variante 2 Das Thema wurde bereits in der vorangegangenen Stunde vorbereitet und ein Schüler entwickelt - unterstützt von der Klasse und dem Lehrer - eine Aufgabe an der Tafel.
In Stillarbeit werden ähnliche Aufgaben zur Einübung des Verfahrens gelöst.	
Vergabe und Erläuterung der Hausaufgabe.	

(nach Baumert 1997, S. 75)

Gerade aber der fragend-entwickelnde Unterricht mit seiner kleinschrittigen Engführung gilt als eine der Hauptursachen für das mittelmäßige Abschneiden der deutschen Schüler bei TIMSS. Aber auch die Übungsphasen stehen in der Kritik:

„Die Übungsaufgaben dienen im wesentlichen der Routinisierung und Einübung des neu eingeführten Stoffs. Eine systematische Durcharbeitung und Konsolidierung durch Variation der Aufgabenkontexte, Modifikation der mathematischen Struktur der Aufgaben und gezielte Verbindung mit vorgängigem Stoff zur Verankerung der neu eingeführten Sachverhalte im Wissensfundament sind sehr selten anzutreffen.“ [Baumert 1997, 76]

Ansätze zur Verbesserung des Unterrichts erhofft man sich dabei im wesentlichen von folgenden Punkten:

- Veränderung der bestehenden Aufgabenkultur,
- kumulatives Lernen - Kompetenzzuwachs erfahrbar machen,

¹⁴ Baumert, Jürgen u.a.: *Expertise zum Programm „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“*. BLK Heft 60. Bonn 1997. S. 74.

- Förderung des selbsttätigen Lernens und kooperativer Arbeitsformen.¹⁵

„Lernen durch Lehren“ scheint dabei als Unterrichtsform nicht ungeeignet zu sein: In der Planungsphase wird das selbsttätige, kooperative Erarbeiten des Stoffs geübt, bei der anschließenden Präsentation der Unterrichtsstunde werden die Schüler in der Rolle des „Lehrers“ ihren Kompetenzzuwachs auf motivierende Art und Weise erfahrbar machen und bei der Auswahl oder Erstellung geeigneter Übungsaufgaben können die Schüler die Aufgabenkultur zumindest „schülergemäßer“ (um-)gestalten.

Aufgrund des großen Erfolges von „Lernen durch Lehren“ im Sprachunterricht hat man sich aber auch schon vor TIMSS Gedanken gemacht, wie sich LdL auf andere Unterrichtsfächer, wie etwa die Mathematik übertragen lässt.

Im Gegensatz zum Fremdsprachenunterricht geht es im Fach Mathematik nicht in erster Linie darum, „möglichst viele authentische, interaktive Sprechsituationen innerhalb der Lerngruppe zu schaffen“, obwohl auch der Mathematikrahmenlehrplan fordert:

„Ein wesentliches Unterrichtsziel ist der sorgfältige Gebrauch der Sprache: Eindeutigkeit, Widerspruchsfreiheit und Vollständigkeit der Darstellung sind für eine angemessene Beschreibung und gedankliche Durchdringung mathematischer Sachverhalte unerlässlich.“¹⁶

Wenn sich also durch LdL der Sprechanteil der Schüler von 25% auf bis zu 75% erhöht (siehe 2.2), ist das bestimmt kein Fehler.

Die zentralen Lehrfunktionen im täglichen Unterrichtsbetrieb dürften aber des „modellhaftes Aufgabenlösen“ und das „Erklären“ sein.¹⁷ Gerade in der Übertragung dieser Lehrfunktionen an die Schüler, dürften dann auch die größten Vorteile von LdL im Mathematikunterricht zu sehen sein, frei nach der Devise: „Erst wenn man etwas erklären kann, hat man es selbst richtig verstanden.“¹⁸ Außerdem ist zu erwarten, dass die Schüler teilweise die Verständnislücken ihren Mitschülern gezielter schließen können als der Lehrer, da sie es ja selber *eben erst kapiert* haben.

Bei der konkreten Umsetzung von LdL in die Unterrichtspraxis ergeben sich im Fach Mathematik allerdings einige Probleme. Im Gegensatz zum Fremdsprachenunterricht, bei dem die einzelnen Lektionen eines Lehrbuchs im wesentlichen unabhängig voneinander

¹⁵ Vgl. [Köhler 1998, 40] und: Schampel: *Leitgedanken für das Projekt „Weiterentwicklung der Unterrichtskultur im Fach Mathematik“* (Entwurf vom 27.7.1998) Landesinstitut für Erziehung und Unterricht Stuttgart.]

¹⁶ KWMBI I So.-Nr. 3/1990. S. 166

¹⁷ Vgl. [Meyerhöfer 1994, 170].

erarbeitet werden können, bauen die Unterrichtseinheiten in der Mathematik meist stark aufeinander auf. Wenn aber die Schüler in einer Gruppenarbeitsphase die nächsten sechs bis acht Unterrichtsstunden vorbereiten sollen, dann müssten sich die Schüler der letzten Gruppe quasi in den Stoff aller vorausgehenden Gruppen einarbeiten. Das würde nicht nur eine gewisse Ungleichbehandlung darstellen, sondern auch zur Konsequenz haben, dass sich die Mitglieder insbesondere der letzten Gruppen bei den Stundenpräsentationen ihrer Mitschüler langweilten, da sie ja nichts Neues mehr zu hören bekämen. Helmut Meyerhöfer empfiehlt daher den Unterricht nach LdL in dieser typischen Form nur bei Übungs- und Wiederholungsphasen, beziehungsweise bei sogenannten „Stoffplateaus“.¹⁹ Den gesamten Mathematikunterricht auf LdL umzustellen, wie es beispielsweise Jean-Pol Martin im Fach Französisch praktiziert, scheint aus diesem Grund beinahe unmöglich.²⁰ Die mir vorliegenden Unterrichtsversuche zu LdL im Mathematikunterricht beziehen sich alle auf das von Meyerhöfer vorgeschlagene Verfahren.²¹

3 Planung des LdL-Projektes

3.1 Vorüberlegungen

Da es im Mathematikunterricht schwer möglich erscheint, den gesamten Unterricht auf LdL umzustellen (siehe 2.3), habe ich mich für die Durchführung eines zeitlich begrenzten Unterrichtprojektes entschieden. Die Grobplanung orientiert sich dabei an dem von Meyerhöfer²² vorgeschlagenen Konzept:

Vorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung der übertragbaren Unterrichtseinheiten • Bereitstellung des Materials (Lehrbücher etc.)
Gruppenarbeitsphase (2-3 Stunden)	<ul style="list-style-type: none"> • Aufteilung in Kleingruppen (3-4 Schüler) • eigenständiges Erarbeiten des Lernstoffs • Vorbereitung der Unterrichtsstunde, inkl. Übungsphase, Lernzielkontrolle, Hausaufgabenstellung

¹⁸ Gestützt wird diese *Volkswisheit* durch die moderne Lernpsychologie, die den *verbalen Austausch* als zentralen Prozess beim Aufbau kognitiver Strukturen versteht, da der Sprecher beim Verbalisieren sein Wissen in der Regel umstrukturieren muss, wodurch er neue Einsichten gewinnt. Vgl. [Huber1987, 345].

¹⁹ [Meyerhöfer 1994, 170 f.]

²⁰ Eine Alternative wäre noch, die Unterrichtsvorbereitungen und Präsentationen nicht blockweise zu organisieren, sondern beispielsweise eine Stunde pro Woche als LdL-Stunde von Schülern präsentieren zu lassen und die entsprechende Planung und Vorbereitung in die Hausaufgabe zu verlegen.

²¹ Vgl. [Meidert 1996, 7] und [Rosenberg 1998, 31 ff.]

²² [Meyerhöfer 1994, 170]

	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung der schriftlichen Stundenentwürfe, inkl. Tafelbild und Hefteintrag
Präsentationsphase (5-8 Stunden)	<ul style="list-style-type: none"> • jede Gruppe präsentiert ihre Unterrichtsstunde
Reflexion	<ul style="list-style-type: none"> • Kurztest, Fragebogen, Diskussion

Kurzzeitig habe ich auch mit dem Gedanken gespielt, mehrere LdL-Stunden über das gesamte Halbjahr in den fortlaufenden Unterricht zu integrieren. Dadurch könnten die gehaltenen LdL-Stunden vor der Planung der jeweils nächsten LdL-Stunde besprochen werden, so dass die folgenden Gruppen die Ergebnisse dieser Besprechungen in das Konzept ihrer eigenen Stunde bereits aufnehmen können. Außerdem wäre es wesentlich leichter, stofflich unabhängige Themen an die einzelnen Gruppen zu vergeben.

Allerdings könnte die Vorbereitung der Unterrichtsstunden dann nicht mehr während des Unterrichts stattfinden.²³ Da mir aber gerade die Beobachtungen während dieser Planungsphase besonders wichtig erscheinen, habe ich mich für die blockweise Umsetzung entschieden.

Da Jean-Pol Martin empfiehlt, LdL möglichst schrittweise in den Unterricht einzuführen,²⁴ werde ich jedoch bereits vor Beginn des *kompakten* Unterrichtprojektes einzelne LdL-Techniken in den *normalen* Unterricht integrieren (Schüler fragen Schüler aus, Referate etc.). Darüber hinaus möchte ich den Schülern im Vorfeld bereits eine möglichst große Vielfalt an Unterrichtsformen (Lernzirkel, Gruppenarbeit, fächerübergreifendes Lernen, Advance Organizer etc.) präsentieren und diese bewusst thematisieren, damit sich die Schülerinnen und Schüler bei der Planung ihren eigenen Unterrichtsstunden nicht ausschließlich am lehrerzentrierten Frontalunterricht orientieren. Gleiches gilt für den gezielten Einsatz von Unterrichtsmedien (Overhead, PC, Modelle etc.) in den Stunden vor dem Unterrichtsversuch.

Bei der Auswahl der Klasse, die an der Erprobung der Unterrichtsmethode teilnehmen soll, gab es zunächst grundsätzlich keine Einschränkungen. Ich bin nach wie vor überzeugt, dass sich die Methode für alle Jahrgangsstufen eignet, was auch die Unterrichtserfahrungen aus anderen Fächern belegen.²⁵ Da ich im zweiten Halbjahr des Zweigschuleinsatzes in der 7. beziehungsweise 9. Jahrgangsstufe zwei ausgesprochen kleine Klassen unterrichten darf

²³ Man könnte höchstens feste Freiarbeitsstunden etablieren, in denen dann die betroffene Gruppe die Möglichkeit hat, die nächste anstehende LdL-Stunde vorzubereiten.

²⁴ Vgl. [Martin 1998, 1].

²⁵ Sicherlich wird die Methode in der Unterstufe mehr als ein „Lehrer-Spielen“ aufzufassen sein, während man in der Oberstufe gezielt Präsentationstechniken und Metagognition thematisieren kann.

(16 bzw. 18 Schüler), habe ich mich bewusst für die Erprobung der Methode in meiner 10. Klasse entschieden, da sie mit 27 Schülerinnen und Schülern realistischere Bedingungen für eine Übertragung der Ergebnisse auf den Unterrichtsalltag darstellt.

3.2 Fragestellungen an den Unterrichtsversuch

LdL präsentierte sich mir in der Theorie als eine nahezu ideale Unterrichtsmethode. Doch wie wird sich diese Lernform in meinem Unterricht bewähren? Folgende Fragen scheinen mir dabei von zentraler Bedeutung:

- **Erziele ich mit LdL einen besseren (oder wenigstens gleichwertigen) Lernerfolg?**
 - Trägt das entspanntere Arbeiten, die erhöhte Motivation und die Möglichkeit, in der Planungsphase selbständig und differenziert zu Lernen, tatsächlich zur Verbesserung der kognitiven Lernleistung bei?
 - Wirkt sich die Methode auf gute und schlechte Schüler unterschiedlich aus? Ist das so Erlernte vergessensresistenter?
- **Verbessert LdL die Methodenkompetenz und die Metakognition der Schüler?**
 - Erlernen sie hilfreiche Moderations- und Präsentationstechniken?
 - Können die Schüler die Arbeit der Lehrer durch LdL besser verstehen und „durchschauen“?
 - Können sie dadurch ihr eigenes Lernen besser strukturieren?
- **Welch Auswirkungen hat LdL auf das Klassenklima und meine Lehrerrolle?**
 - Gehen die Schüler höflicher miteinander um?
 - Verbessert sich ihre Empathie-Fähigkeit?
 - Werde ich als Lehrer überhaupt noch akzeptiert?
- **Ist LdL im Unterrichtsalltag realisierbar?**
 - Bedeutet LdL unverhältnismäßig viel Mehrarbeit für den Lehrer?
 - Geht zu viel „wertvolle Zeit“ verloren?
 - Gibt es Probleme bei der Notengebung (z.B. bei mündlichen Leistungserhebungen)

Um Antworten auf diese und weitere Fragen zu erhalten, werden die Schülerinnen und Schüler vor und nach dem Projekt einen etwas längeren Fragebogen ausfüllen (Anlagen C1 u. C5). Zudem findet nach jeder gehaltenen Stunde eine Kurzumfrage statt (C10).

3.3 Klassensituation

Die Klasse 10a des Max-Born-Gymnasium in Germering ist mit Sicherheit keine gewöhnliche Klasse. Bei der eher beiläufigen Frage, ob sie Mathematik interessant finden, zeigte sich in beiden Umfragen ein absolut ungewöhnliches Bild: Fast 80% finden Mathematik interessant oder sogar sehr interessant. Bei dem Stellenwert, den Mathematik sonst üblicherweise im Schulalltag einnimmt, bestimmt ein grandioses Ergebnis. Tatsächlich zeigt sich die Klasse im Mathematikunterricht motiviert und interessiert, die Leistungen sind auch in den Vorjahren schon überdurchschnittlich gut gewesen.

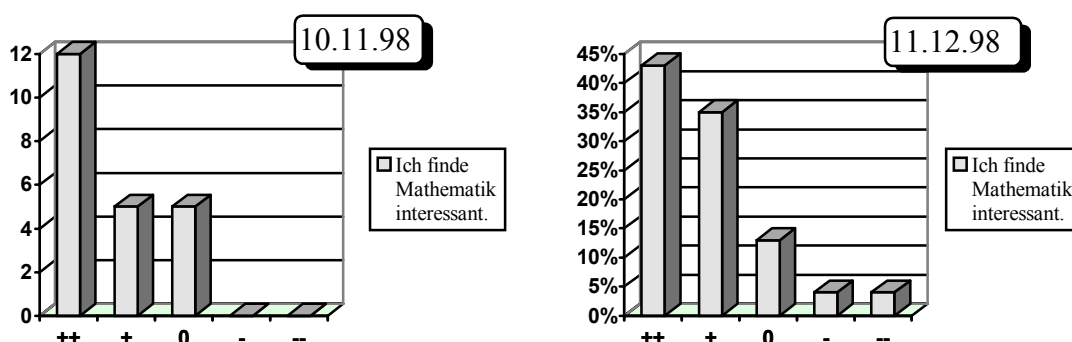


Abb. 2

Einige Kollegen sehen die Leistungsfähigkeit der Klasse darin begründet, dass die 12 Schülerinnen und 15 Schüler der 10a den eher seltenen Zweig des mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasiums mit grundständigem Latein besuchen (also Sprachfolge: L, E), was sich wohl positiv auf Arbeitshaltung und Abstraktionsfähigkeit niederschlägt.

Auch sonst zeigt sich die Klasse freundlich und aufgeschlossen, die Schülerinnen und Schüler sind hilfsbereit, und die Klassengemeinschaft ist gut organisiert. Auffällig ist dabei eine - auch räumliche - Dreiteilung der Klasse: Da ist zum einen die Gruppe der „fleißigen Mädchen“ mit hervorragender Arbeitshaltung, mittleren bis sehr guten Leistungen und vorwiegend stiller Mitarbeit im Unterricht (Fensterreihe). In der mittleren Reihe haben sich die leistungsschwächeren Schülerinnen und Schüler versammelt, unter ihnen auch drei Wiederholer, die im wesentlichen durch Absenzen und mangelnde Mitarbeit glänzen. Die Türreihe ist der Gruppe der „Genies“²⁶ vorbehalten, die vor allem in der Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern hervorragende Unterrichtsbeiträge liefern. Erstaunlich ist dabei, wie gut diese Gruppen miteinander

²⁶ Der Ausdruck stammt von dem Klassenleiter der 10a.

auskommen und ihre unterschiedlichen Fähigkeiten gezielt zum Wohl der Allgemeinheit einsetzen können.

Mit der Gruppe der „Genies“ hatte ich in meinem „konventionellen“ Unterricht erstaunlicherweise die meisten Probleme, da ich sie wahrscheinlich wirklich häufig unterfordert habe. Von LdL erhoffte ich mir in diesem Punkt einen größeren Spielraum zur Differenzierung.

3.4 Themenwahl

Meines Erachtens kommen die Vorzüge der Methode gerade bei der *Erarbeitung* eines neuen Lernstoffs zum tragen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die einzelnen Unterrichtsthemen nicht zu stark aufeinander aufbauen sollen (siehe 2.3). Von den Themen des ersten Halbjahres der 10. Klasse erscheint mir die Kreismessung als besonders geeignet für die Erprobung von LdL. Hier sollen die Schülerinnen und Schüler gemäß Lehrplan „beispielhaft erfahren, welche Mühe und Anstrengung es oft gekostet hat, mathematische Erkenntnisse zu gewinnen, und welche Wege mathematische Forschung in früheren Zeiten gegangen ist.“²⁷ LdL macht diese Anstrengungen schon dadurch „erfahrbar“, dass die Schülerinnen und Schüler sich den Stoff eigenständig erarbeiten und für die Klasse aufbereiten müssen. Gerade unter dem historischen Gesichtspunkt des Themas erhoffe ich mir auch die mathematisch schwächeren Schüler einbinden zu können. Für die große Zahl der „Genies“ ist die Kreismessung als „eindrucksvolles Beispiel für infinitesimales Rechnen, wie es u.a. Gegenstand des Mathematikunterrichts der Oberstufe sein wird“²⁸ vielleicht eine angemessene Herausforderung.

Prinzipiell handelt es sich bei der Kreismessung auch um ein sogenanntes „Stoffplateau“ im Sinne von Helmut Meyerhöfer. Die Kreiszahl π ist den Schülerinnen und Schülern in der Regel ein Begriff, ebenso sind die Formeln für Flächeninhalt und Umfang des Kreises meist schon bekannt und können in einer Einführungsstunde „mitgeteilt“ werden. Ausgehend von diesen beiden Formeln eröffnet sich nun das ganze Spektrum der im Lehrplan vorgegebenen Themen:

²⁷ KWMBI I So.-Nr. 3/1990, S.339

²⁸ KWMBI I So.-Nr. 3/1990, ebd.

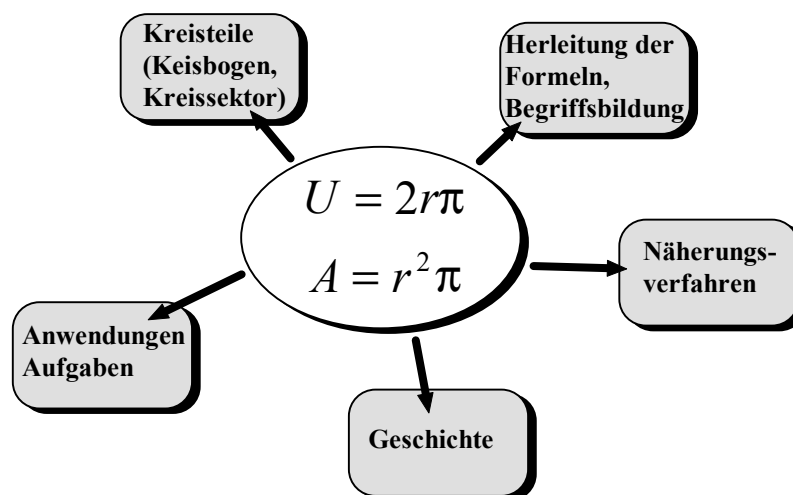


Abb. 3

Das Gesamthema setzt sich so wie ein Mosaik aus den einzelnen Bausteinen zusammen, die sich zwar ergänzen und teilweise vielleicht auch etwas überlappen, im großen und ganzen aber nicht aufeinander aufbauen. So ist es beispielsweise möglich Näherungsverfahren (Monte-Carlo-Methode etc.) zu entwickeln, ohne sich zuvor mit der exakten Begriffsbildung auseinandergesetzt zu haben (Definitionsprobleme bei der Länge einer gekrümmten Linie etc.)²⁹ und umgekehrt. Dadurch ist gewährleistet, dass die einzelnen Gruppen ihre Unterrichtsstunden in der Planungsphase *gleichzeitig* vorbereiten können.

3.5 Zeitplan

Für das LdL-Projekt habe ich folgende acht Unterrichtseinheiten als Präsentationsstunden vorgesehen:

- **Messung der Kreisfläche**
- **Messung des Kreisumfangs**
- **Näherungsverfahren I** (Archimedes, Gregory)
- **Näherungsverfahren II** (Monte-Carlo-, Treppen- und/oder Gitterpunktverfahren)
- **Aufgabengruppe: Fläche/Umfang**
- **π - Geschichte und Mythos einer Zahl**
- **Kreisbogen und Bogenmaß**
- **Kreissektor**

²⁹ Siehe dazu [Kratz 1993, 233].

Der Lehrplan wird mit diesen acht Stunden vollständig abgedeckt. Da weitere 3 Stunden für die Gruppenarbeitsphase eingeplant werden müssen, erstreckt sich die Kreismessung mit LdL also auf insgesamt 11 Stunden, was der Lehrplanempfehlung von 10 Stunden ausgesprochen gerecht wird.

Bei 27 Schülerinnen und Schülern ergibt sich durch acht Themen auch eine vernünftige Gruppenstärke von durchschnittlich 3,4.

Da ich bis zu den Herbstferien 1998 ausschließlich Algebra (Potenzen, 3-stündig) und Informatik (1-stündig) unterrichtet habe und diesen Block Ende Oktober mit der 1.Schulaufgabe abgeschlossen wurde, kann ich nach den Herbstferien direkt mit dem LdL-Projekt „Kreismessung“ starten. Dabei stehen diesem erste Geometrieblock ebenfalls drei Wochenstunden zur Verfügung (Informatik läuft parallel weiter), so dass sich das gesamte LdL-Projekt etwa über vier Wochen erstrecken wird.

4 Durchführung des LdL-Projektes

4.1 Vorbereitung

- Vorbereitung der Klasse

Im Vorfeld des Unterrichtsversuches habe ich bereits gezielt versucht LdL-Techniken in den Unterricht zu integrieren, um die Schülerinnen und Schüler „sanft“ an diese Arbeitsform zu gewöhnen (vgl. 3.1). Dabei handelt es sich meist nur um Kleinigkeiten, wie die gelegentliche Besprechung der Hausaufgabe durch einen Schüler (der seine Lösung allerdings vorher mit mir abgesprochen hat) oder kleinere Gruppenarbeitsphasen. Wurden mehrere Übungsaufgaben an der Tafel gerechnet, ließ ich die Schüler an der Tafel immer selbst bestimmen, wer die nächste Aufgabe vorrechnen soll.

Speziell im Informatikunterricht habe ich zwei Referate vergeben (Aufbau einer EDV-Anlage, Programmiersysteme), wobei ich von vornherein klar gemacht habe, dass ich großen Wert darauf lege, „was bei den Mitschülern tatsächlich ankommt“. Tatsächlich waren dann beide Referate sehr ansprechend und verständlich aufbereitet (Farbfolien, Anschauungsmaterial etc.), obwohl es sich bei den Referenten natürlich um ausgesprochene „Cracks“ handelte.³⁰

Ebenfalls im Additum Informatik habe ich mehrfach die Technik „Schüler fragen Schüler aus“ eingesetzt. Hierbei überlegen sich alle Schülerinnen und Schüler als Hausaufgabe drei

(später fünf) gezielte Fragen zum Stoff der vorangegangenen Stunde. Zum Beginn der folgenden Unterrichtsstunde bestimme ich dann einen Befragten und einen „Ausfrager“. Die Schülerinnen und Schüler lernen dabei, das Wesentliche vom Unwesentlichen zu trennen und „gute“ Fragen zu formulieren, bei denen die Antwort nicht nur aus einem Wort besteht, sondern Rückschlüsse auf das Verständnis des Befragten zulässt. Zunächst klappte diese Methode ausgezeichnet, die Klasse hat anschließend auch eifrig diskutiert, welche Fragen nun geeignet oder weniger geeignet waren. Bereits beim dritten Mal war der Reiz des Neuen aber verflogen und es hätte wohl der Benotung des Befragers und des Befragten bedurft, um der Technik weiterhin den nötigen Ernst zu verleihen.³¹

Um das selbständige Erarbeiten eines neuen Stoffs in Kleingruppen (paarweise oder zu dritt) einzuüben und gleichzeitig die Schülern mit alternativen Unterrichtsmethoden vertraut zu machen, habe ich gleich zu Beginn des Halbjahres einen dreistündigen Lernzirkel zu den Potenzgesetzen eingesetzt. Der Klasse (und mir!) hat diese Unterrichtsform erstaunlich gut gefallen, was sicher auch mit der Struktur der Klasse zusammenhängt (siehe 3.3). Jeder Schüler konnte in seinem Tempo arbeiten und beliebig tief in die Problematik einsteigen. Allerdings haben einige wenige Schüler (mittlere Reihe) den Lernzirkel dadurch auch nur sehr oberflächlich bearbeitet.

Witzigerweise kam ein Schüler nach der Stunde zu mir, und meinte, dass der Lernzirkel zwar vom Prinzip her ganz gut sei, aber doch auch wenig rationell, da alle Schüler alle Stationen abarbeiten müssten. Besser wäre es da doch, wenn die verschiedenen Gruppen sich jeweils nur in ein Teilgebiet einarbeiten und ihre Ergebnisse dann den anderen im Plenum vorstellen würden....³²

- Bereitstellung des Materials

Grundsätzlich wäre es nicht möglich gewesen, die Schülerinnen und Schüler für die Erarbeitung des Stoffs allein auf das eingeführte Lehrbuch zu verweisen.³³ Die von mir gewählten Unterrichtseinheiten deckten sich zu wenig mit der Gliederung im Lehrbuch. Aus diesem Grund habe ich den einzelnen Gruppen zusätzlich passende Kapitel aus

³⁰ Speziell der „Aufbau einer EDV-Anlage“ wurde durch mehrere Kisten ausgedienter Computerteile auch für Hardware-Laien zu einem unvergesslichen Erlebnis.

³¹ Vielleicht war zu diesem Zeitpunkt die praktische Arbeit am Computer auch einfach nur reizvoller, als die „trockene“ Theorie...

³² Später stellte sich heraus, dass dieser Schüler bei den Jung-Liberalen politisch sehr engagiert ist und in einem Arbeitskreis Bildungspolitik mitarbeitet. LdL war ihm allerdings nicht bekannt.

³³ Barth, Krumbacher, Osslander: *Anschauliche Geometrie 10*. Ehrenwirth, München 1985.

anderen Lehrbüchern kopiert (siehe Literaturverzeichnis). Die Schülerinnen und Schüler hatten dadurch auch die Möglichkeit, verschiedene Erklärungswege, Definitionen oder Anwendungsbeispiele miteinander zu vergleichen und sich für die geeignetsten zu entscheiden.

Für jede Gruppe habe ich so eine kleine Mappe mit meist mehreren Kopierexemplaren erstellt. Auf dem Deckblatt wurden die verschiedenen Materialien nochmals aufgeführt und das Thema kurz umrissen (siehe Abb. 4). Beigelegt war außerdem jeweils eine Vorlage für den Stundenverlauf und den Tafelbildentwurf (siehe Anlage A3 u. A4).

LdL „Lernen durch Lehren“ - Kreismessung Klasse 10a

Gruppe B

Messung des Kreisumfangs

Was versteht man unter der Länge einer Kurve? - Wie kann man die Länge einer Kurve messen? - Wie lässt sich der Umfang eines Kreises berechnen? - Wofür braucht man den Umfang eines Kreises? - Formel - Aufgaben

Materialien:
B1 4 x
B2 1 x
B3 1 x
Schulbuch: S.21 und S.25-27

Aufgaben:
B1-B3
Schulbuch: S.36 (evtl. S.42/43 - mit Gruppe E absprechen)

Abb. 4

4.2 Gruppenarbeitsphase

In der Einführungsstunde habe ich die Schülerinnen und Schüler zunächst den Vorab-Fragebogen „Umfrage zum Mathematikunterricht“ ausfüllen lassen (Anlage C1). Die Fragen bezogen sich im wesentlichen auf Differenzierung im Unterricht, Unterrichtsmethoden und berufliche Schlüsselqualifikationen. Der Fragebogen gab Anlass

zu einer kurzen Diskussion, wobei sich zeigte, dass die Schülerinnen und Schüler den Bereichen Teamfähigkeit, selbständiges Lernen und Präsentationsfähigkeit zwar große Bedeutung beimessen, es aber nicht primär als Aufgabe des Mathematikunterrichts ansehen, diese Fähigkeiten zu vermitteln. Dagegen hatten die meisten schon die Erfahrung gemacht, dass man - gerade in Mathematik - etwas oft selber besser versteht, nachdem man es jemand anderen erklärt hat.

An diese Diskussion anknüpfend stellte ich dann anhand einer Folie (Abb. 5) die Methode „Lernen durch Lehren“ vor.

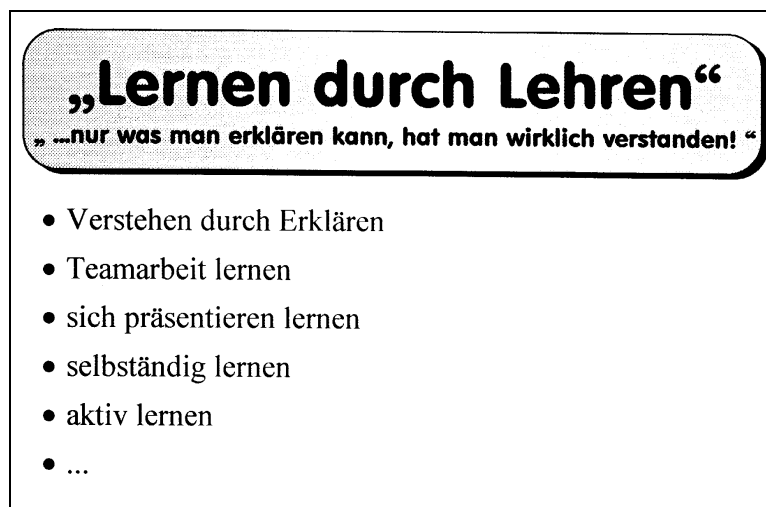


Abb. 5

Die Aussicht, sich das komplette nächste Kapitel in dieser Unterrichtsform zu erarbeiten, löste zwar keine Begeisterungstürme aus, die Schülerinnen und Schüler zeigten sich aber durchaus interessiert und motiviert. Im Mittelpunkt stand dabei natürlich die Frage: „Wie soll das ablaufen?“ Ich erläuterte zunächst den konkreten Arbeitsauftrag (Abb. 6) und stellte dann die Themen und den zeitlichen Rahmen vor (Abb.7).

Erarbeitung und Präsentation einer Unterrichtsstunde	
•	Einführung, Motivation
•	Thema erarbeiten
•	Übungsaufgaben
•	Hefteintrag
•	Lernzielkontrolle (Nachfragen, Abfragen...)
•	Hausaufgabenstellung
•	...

Abb. 6

Dabei gab ich einen Kurzüberblick über den Gesamtkomplex „Kreismessung“, wobei die beiden Formeln (Flächen- und Umfangsformel) wie geplant im Zentrum standen (vgl. 3.4). Im Einvernehmen mit der Klasse haben wir dann auch gleich die Gruppeneinteilung vorgenommen. Um die Themenwahl zu vereinfachen, habe ich neben kurzen Hinweisen auch eine Art *mathematischen Schwierigkeitsgrad* (Anzahl der Sternchen) angegeben. Einige der Schülerinnen und Schüler waren allerdings noch an einem weiteren Kriterium interessiert: Schulaufgabenrelevanz!

Tag	Thema	
Dienstag 10.11.98	Vorbereitung	
Donnerstag 12.11.98	Vorbereitung	
Freitag 13.11.98	Vorbereitung	
Dienstag 17.11.98	Gruppe A Messung der Kreisfläche	*
Donnerstag 19.11.98	Gruppe B Messung des Kreisumfangs	**
Freitag 20.11.98	Gruppe C Näherungsverfahren I (Archimedes, Gregory)	***
Donnerstag 26.11.98	Gruppe D Näherungsverfahren II (Monte-Carlo)	** (+Informatik)
Freitag 27.11.98	Gruppe E Aufgabengruppe: Fläche/Umfang	**
Dienstag 1.12.98	Gruppe F π - Geschichte und Mythos einer Zahl	* (+ viel Lesen)
Donnerstag 2.12.98	Gruppe G Kreisbogen und Bogenmaß	**
Freitag 3.12.98	Gruppe H Kreis Sektor	*

Abb. 7

Nach dem auch diese Information zur Verfügung stand ging die Gruppeneinteilung recht rasch: Die Gruppe der leistungsstärkeren Schüler stürzten sich auf die Näherungsverfahren,

die schwächeren wählten eher aufgabenorientierte Themen (E, G, H). Übrig blieb zu meiner großen Verwunderung lediglich das Thema F: „ π - Geschichte und Mythos einer Zahl“. Offensichtlich erschien dieses Thema weder schulaufgabenrelevant noch mathematisch anspruchsvoll. Ich wollte das Thema schon streichen (bzw. die Stunde selber halten), als sich schließlich doch noch drei Schülerinnen dafür erwärmen konnten.

Leider blieben an diesem ersten Tag des Projektes nur gute zehn Minuten übrig, um die Materialien zu verteilen und die Gruppen einen ersten Blick darauf werfen zu lassen. Hausaufgabe war das „Einlesen“ in den Stoff.

Zu Beginn des zweiten Tages gab es noch zwei personelle Umbesetzungen³⁴ und zwei, drei kurze Hinweise zur Planung der Unterrichtsstunden. Dabei viel auf, dass die Schüler wenig Interesse an weiteren Vorreden hatten, sondern endlich arbeiten wollten - eigentlich ein gutes Zeichen.

Im großen und ganzen lief die gesamte Planungsphase zufriedenstellend ab. Es gab heftige Diskussionen, ob beispielsweise der Begriff der *kleinsten oberen Schranke* der Sehnenzuglängen zu einem Kurvenstück für die Herleitung der Umfangsformel unbedingt notwendig ist oder nicht. Hier zeigte sich, dass es kein Fehler war, den Schülerinnen und Schülern mehrere Darstellungen des selben Stoffs in die Hand zu geben (vgl. 4.1). So konnten gezielt „didaktische Reduktionen“ vorgenommen werden, wenn klar war, „dass die anderen das wahrscheinlich eh nicht kapieren“. Meine Aufgabe sah ich mehrfach darin, sie zu ermutigen, auch komplizierte Sachverhalte irgendwie verständlich zu machen.³⁵

Es zeigte sich allerdings auch, dass es manchmal eben doch kleinere Überschneidungen bei den Themen gab - meistens bezüglich der Aufgaben, da zum Beispiel oft Umfang und Flächenformel benötigt wird. Ich forderte dann die Schülerinnen und Schüler auf, sich mit den betroffenen Gruppen abzusprechen, was reibungslos klappte.

Am Ende des zweiten Tages gab ich als Hausaufgabe auf, die für die Stunde ausgewählten Übungs- bzw. Hausaufgaben ordentlich durchzurechnen und zumindest eine Grobplanung der Stunde zu erstellen. Insgeheim trug ich mich zu diesem Zeitpunkt bereits mit dem Gedanken, eventuell noch eine Planungsstunde zusätzlich einzuschieben.

Am dritten Tag war ich zunächst überrascht, wie viel tatsächlich von einzelnen Schülern in häuslicher Arbeit vorbereitet worden war: Folien, Computerprogramme, Musterlösungen.

³⁴Ein Schüler war bei der Gruppeneinteilung krank und wollte in eine andere Gruppe, einem anderen Schüler ist eingefallen, dass er zum Präsentationstermin nicht anwesend sein wird.

³⁵ Besonders die Gruppe mit dem Gregory-Verfahren musste mehrfach davor bewahrt werden, zu viele Details einfach wegzulassen.

Während der Stunde war ich hauptsächlich damit beschäftigt, mit den ersten drei Gruppen die Verlaufsprotokolle und das geplante Tafelbild zu besprechen. Nachdem ich mich davon überzeugt hatte, dass die Stunden so gut wie stehen und die Arbeitshaltung insgesamt deutlich nachließ („...wir gucken erst mal was die anderen machen...“), beschloß ich das Projekt wie geplant, also ohne zusätzliche Stunde durchzuziehen.

4.3 Präsentationsphase

Insgesamt liefen die Präsentationsstunden reibungslos ab. Die noch fehlenden Verlaufsprotokolle und Tafelbildentwürfe wurden jeweils rechtzeitig mit mir besprochen, Folienwünsche und Kopieraufträge sind rechtzeitig bei mir eingegangen und die Stunden waren - bis auf ein bis zwei Ausnahmen - anständig vorbereitet.

Auffällig war, dass die meisten Gruppen ihren Schwerpunkt doch auf das Lösen von Aufgaben gelegt haben und der theoretische Teil zwar ausreichend, aber doch recht knapp ausfiel. Einige Stunden sollen im Folgenden exemplarisch angerissen werden.

Die Gruppe B beispielsweise (Messung des Kreisumfangs) hat sich doch durchgerungen, das Sehnenvieleck als untere und das Tangentenvieleck als obere Schranke für den Kreisumfang zu besprechen. Sehr phantasievoll war eine Messreihe mit Meterband, Mülleimer und Erbsendose, die die Konstanz von $\frac{U}{d}$ sehr plastisch zeigte. An dieser Stelle wurden auch immer wieder Mitschüler zur aktiven Mitarbeit herangezogen. Nach der Herleitung der Umfangsformel blieb noch genügend Zeit, um zunächst einfachere und dann doch recht anspruchsvolle Aufgaben zu rechnen. Dabei zeigte sich, dass Schüler als Lehrer ziemlich gnadenlos sind: Wer auch immer gerade nicht aufpasst wurde sofort zum Vorrechnen eingeteilt...

Bei der anschließenden Kurzumfrage wurde die Stunde eher durchschnittlich beurteilt:³⁶

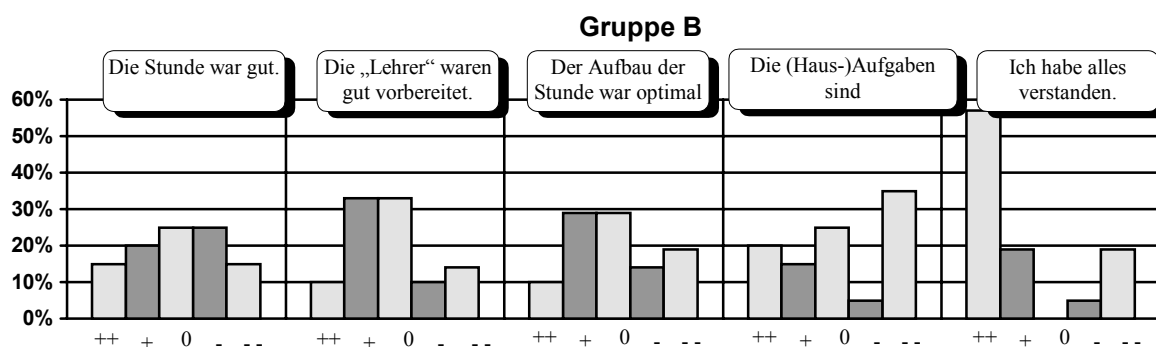


Abb. 8

Bei fast allen Stunden war zu beobachten, dass das Interesse der Mitschüler bei den Aufgaben größer war als etwa bei der Herleitung von (bekannten!) Formeln. Mitunter war die Klasse recht unruhig, teilweise sogar regelrecht unkollegial, vor allem von Seiten der „Genies“. Als Lehrer gilt es in solchen Phasen ständig abzuwägen, ob man eingreifen soll oder nicht. Zum einen wollte ich den Schüler-„Lehrern“ die Chance geben, selbst disziplinierend tätig zu werden (was vielen auch gelang), zum anderen sollten sie mit dieser Aufgabe auch nicht überfordert werden und sich auf ihren Unterricht konzentrieren. Erfreulich war, das zahlreiche Anregungen und Fragen, etwa bezüglich der Genauigkeit und des Gesamtansatzes, von den Mitschülern aufgeworfen wurden. Es gab streckenweise lebhaft Diskussionen, wie es sie zwischen „echten“ Lehrern und Schülern wohl nur selten gibt.³⁷

Keine leichte Aufgabe hatten die Schüler der Gruppe C (Näherungsverfahren: Archimedes bzw. Gregory). Nach einem kurzen geschichtlichen Vorspann zur π -Bestimmung durch Archimedes erläuterten die Gruppenmitglieder anhand einer Folie die Grundidee der Gregory-Methode (Abb. 9). Dabei begannen sie mit einem den Kreis ein- bzw. umschreibenden regulären Sechseck und betrachteten die Folge der regulären n -Ecke bei fortgesetzter Verdoppelung der

Eckenzahl. Die Herleitung der Formeln

$$U_{2n} = \frac{2u_n U_n}{(u_n + U_n)} \quad \text{und} \quad u_{2n} = \sqrt{u_n U_{2n}}$$

mit Hilfe ähnlicher Dreiecke und dem Satze des Pythagoras überforderte den Großteil der Klasse: „Es war viel zu chaotisch, die Klasse zu unruhig und die Erklärungsversuche zu wenig ausgereift.“ - „Sie waren nicht in der Lage die Dinge normal zu erklären.“ - „Alles viel zu schnell.“ Dies sind nur einige Kommentare bei der Kurzumfrage am Ende der Stunde. Die

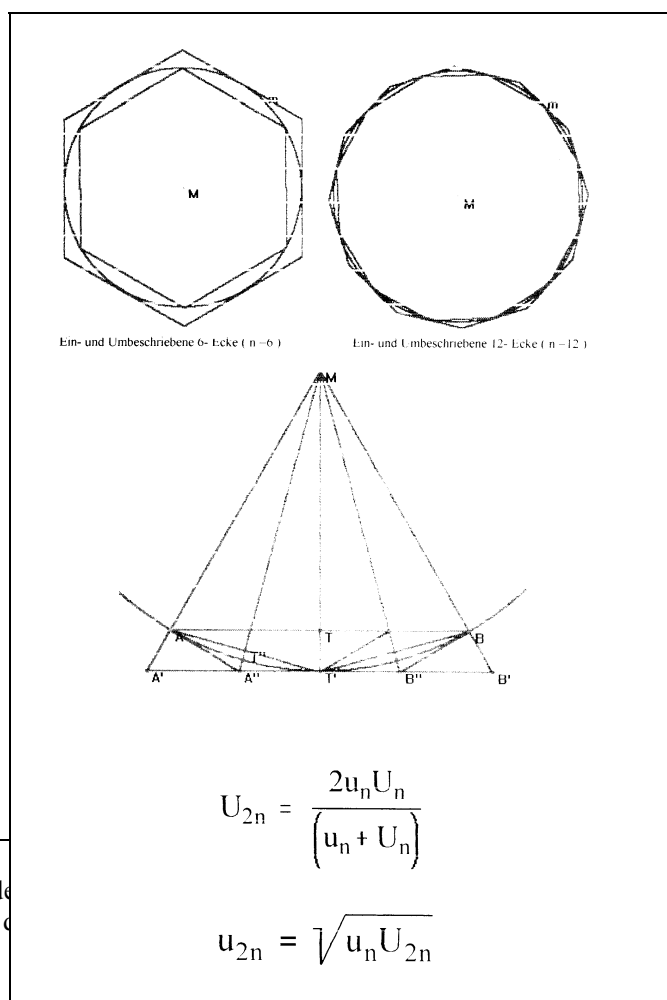


Abb. 9

³⁶ Die Auswertung der Kurzumfragen aller Stunde

³⁷ Die Wortwahl ist dabei oft etwas deftiger. An d noch zu arbeiten...

Gruppenmitglieder haben dann darauf hingewiesen, dass die exakte geometrische Herleitung der Formeln jetzt nicht das Wichtigste sei, und statt weiterer Diskussionsbeiträge die konkrete Anwendung des Algorithmus mit Startwert 6 unter Schülerbeteiligung demonstriert. Hausaufgabe war die Anwendung des Algorithmus wenn man mit ein- bzw. umschreibenden Quadraten beginnt. Viele Schüler konnten auch die Startwerte (vor allem des inneren Quadrates) ermitteln und π entsprechend annähern. Das Prinzip war also trotzdem größtenteils verstanden.

Dennoch fiel das Gesamturteil für diese Stunde verhältnismäßig schlecht aus. Insbesondere war es die einzige Stunde, in der nicht mehr als 75% der Schülerinnen und Schüler behaupteten, alles gut oder sehr gut verstanden zu haben (siehe auch Anlage C11 u. C12).

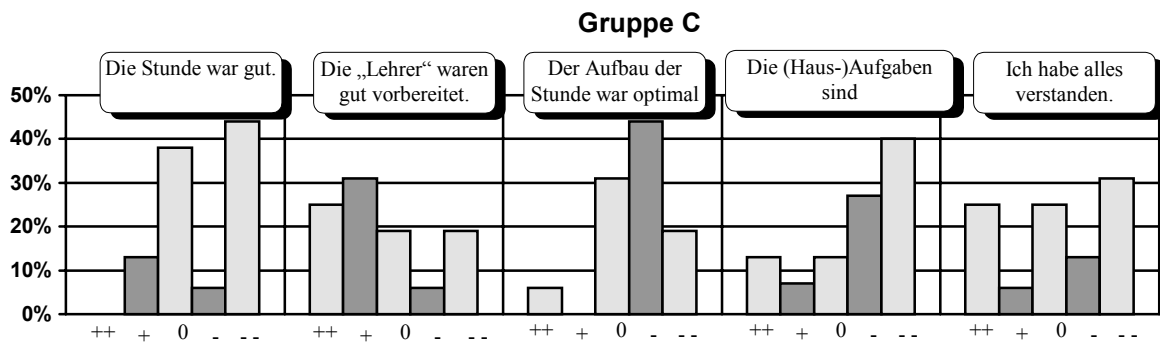


Abb. 10

Zu erwähnen ist auch noch die Stunde der Gruppe H (Kreissektor). Als einzige Gruppe wählten sie nicht den klassischen lehrerzentrierten Frontalunterricht für ihre Präsentationsstunde. Nach einer knappen theoretischen Einführung, in der auch die entsprechenden Formeln hergeleitet wurden, ließen sie die Übungsphase in Gruppenarbeit ablaufen. Dazu wurden die „vier Besten“ aufgeteilt und alle anderen konnten dann frei wählen, zu welchem „Spezialisten“ sie gehen. Einzige Einschränkung war, dass man nicht mit seinem Nachbarn in die gleiche Gruppe gehen durfte.³⁸ Die Gruppeneinteilung erfolgte ausgesprochen schleppend, aber die anschließende Gruppenarbeitsphase lief sehr konzentriert ab. Während die Schülerinnen und Schüler die von den „Lehrern“ gestellten Aufgaben bearbeiteten, gingen diese „beratend“ von Gruppe zu Gruppe.

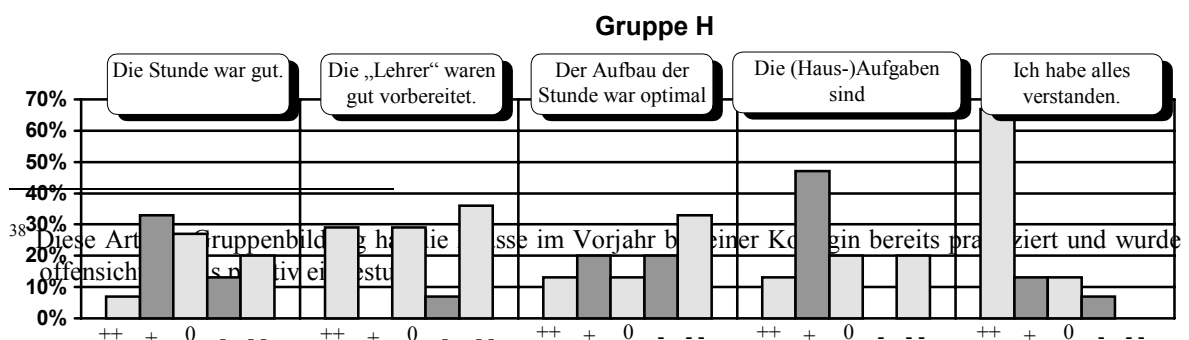


Abb. 11

Trotz der guten Idee gab es auch kritische Stimmen: „Man hatte gar keine Zeit für die Gruppenarbeit.“ - „Die Gruppenarbeit war uneffektiv.“ - „Gruppenarbeit hätte besser organisiert werden müssen.“

Zahlreiche Schüler hatten auch den Eindruck, die „Lehrer“ hätten die Gruppenarbeitsform nur deswegen gewählt, weil sie „nicht besonders gut vorbereitet“ waren.

Die Stunde der Gruppe F (π - Geschichte und Mythos einer Zahl) wurde aus organisatorischen Gründen³⁹ an das Ende der Präsentationsphase gelegt und auf Anregung der Schülerinnen um einen anspruchsvollen Aufgabenteil ergänzt, da zahlreiche geschichtliche Details von den vorhergehenden Gruppen (Archimedes etc.) bereits besprochen wurden.

Insgesamt wurde für die Präsentationsphase damit genau die geplante Stundenzahl benötigt.

4.4 Lernzielkontrolle und Leistungserhebung

Auch Teile der Lernzielkontrolle habe ich an die Schüler übertragen. Während ihrer Stundenpräsentationen sollten sie gezielt Fragen stellen, um sich über den Lernfortschritt ihrer Mitschüler zu informieren. In den ersten beiden Stunden beschränkte sich diese Lernzielkontrolle auf mehrfaches Stellen der Fragen „Habt ihr alles verstanden?“ oder „Irgendwelche Fragen?“. Nachdem ich einige Male darauf hingewiesen habe, dass man die Fragen etwas konkretisieren muss, hat es dann deutlich besser geklappt, insbesondere beim „Vorrechnen-Lassen“ von Aufgaben.

Gut funktioniert hat von Anfang an das „Ausfragen“ zu Beginn der darauffolgenden Stunde. Jede Gruppe hat in den ersten fünf Minuten der Folgestunde einen oder mehrere Schüler über den Inhalt ihrer Stundenpräsentation befragt und in diesem Zusammenhang auch die Hausaufgabe besprochen. Die Fragen waren sehr gezielt und die Schülerinnen und Schüler zeigten sehr deutlich, ob sie mit den Antworten zufrieden waren oder nicht.⁴⁰

Sowohl das „Ausfragen“ wie auch das „Nachfragen im Unterricht“ habe ich nicht zur Bildung mündlicher Noten herangezogen, um einen offenen Dialog unter den Schülern zu ermöglichen (vgl. 2.2).

³⁹ Lehrprobe und Deutsch-Schulaufgabe

⁴⁰ Manche waren regelrecht beleidigt, wenn ein Mitschüler beispielsweise eine Formel nur unzureichend herleiten konnte. Ebenso war die Freude oft groß, wenn die Mitschüler *bei ihnen* offensichtlich etwas gelernt hatten.

Sowohl die Präsentationsphase als auch die Gruppenarbeitsphase eignen sich allerdings hervorragend, um Unterrichtsbeobachtungen zu machen. Gerade während der dreitägigen Planungsphase erhielt ich einen guten Überblick über die Leistungen der einzelnen Schülerinnen und Schüler. Gerade weil sich manche Gruppenmitglieder bei der Präsentation dann etwas zurückhalten, war ich auf diese Beobachtungen in der Planungsphase angewiesen, um den Lernfortschritt gerecht beurteilen zu können. Ich habe mich für die Erteilung einer mündlichen Gruppennote entschieden, wobei einzelne, begründete Abweichungen möglich waren.

Da Stegreifaufgaben während der Präsentationsphase problematisch sind (siehe 2.2) habe ich in der Stunde nach dem Projekt einen unbenoteten Test geschrieben (Anlage A5). Bei diesem 15-minütigen „Diplom“⁴¹ sollten die Schüler vier kurze Aufgaben bearbeiten, wobei sie den Schwierigkeitsgrad bei jeder Aufgabe frei wählen konnten (einfach, mittel, schwer).

Hier ein Beispiel:

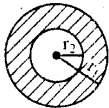
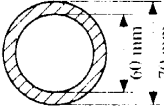
2	<p>Berechne den Flächeninhalt des Kreisringes. $r_2 = 5,0 \text{ cm}$ $r_1 = 8,5 \text{ cm}$</p> 	<p>Berechne die Querschnittsfläche des Eisenrohres.</p> 	<p>Eine Unterlegscheibe hat einen Innenradius von 6 mm und einen Flächeninhalt von 200 mm^2. Welchen Außenradius hat die Scheibe?</p>
----------	--	--	--

Abb. 12

Unter bestimmten Mindestanforderungen konnten die Schülerinnen und Schüler Gold, Silber oder Bronze erhalten (Ergebnis: 6 Gold, 13 Silber und 3 Bronze).

Auch die 2. Schulaufgabe am 15.1.99 - also über einen Monat nach Beendigung des Projektes - zeigt erfreuliche Ergebnisse in Sachen Lernerfolg (Anlage A6). Bei einem Durchschnitt von 3,15 ist der Geometrieteil (hier wurden durchschnittliche 58,1% der erreichbaren Punkte erreicht) sogar noch etwas besser ausgefallen, als der Algebraeteil (55,2%).⁴²

⁴¹ Entnommen aus: [Böhmer, J. u.a.: *Arbeitsheft Mathematik*. Band 5. Klett, Stuttgart 1994, S. 72].

⁴² Das Kapitel „Potenzfunktionen“ wurde wieder in klassischer Form unterrichtet.

5 Reflexion

5.1 Feedback der Schüler

Am 11.12.99, also in der Stunde unmittelbar nach dem Projekt, habe ich die Klasse erneut einen Fragebogen ausfüllen lassen (freiwillig und anonym). Die wichtigsten Ergebnisse sind hier zusammengestellt.⁴³

Überraschenderweise hat der LdL-Unterricht den Schülerinnen und Schülern im großen und ganzen nicht wesentlich besser gefallen als der „normale“ Unterricht, wobei LdL bei den „schwächeren“ Schülern etwas besser angekommen ist als im Durchschnitt.⁴⁴ Der gravierendste Punkt dabei ist wohl, dass 70% der Befragten ihre Mitarbeit als schlechter einstufen als sonst. Als weitere

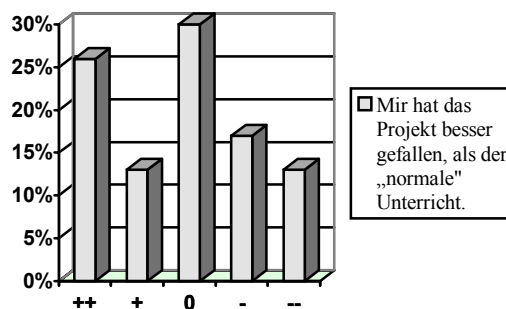


Abb. 13

Nachteile wurden angeführt, die Methode sei weniger effektiv und bei weniger engagierten „Lehrern“ werde der Lehrstoff nicht richtig verstanden. Es wurde auch beklagt, dass „Schüler keine Autoritätspersonen sind und die Klasse nicht ruhig halten können“ und „viele Schüler die Methode nicht ernst genug nehmen“. Tatsächlich waren 56% der Schülerinnen und Schüler der Ansicht, der Lehrer hätte öfter eingreifen müssen. Entsprechend bezeichneten nur drei Schüler das Verhalten der Klasse als kooperativ.

Aber auch viele positive Punkte wurden gesehen: „intensivere Beschäftigung mit dem Lernstoff“ - „die ‘Lehrer’ können auch nach der Stunde befragt werden“ - „höhere Aufmerksamkeit“ - „lockere, bessere Arbeitsatmosphäre“.

Nur zwei Schüler fühlten sich durch das eigenständige Erarbeiten des Lehrstoffs und der Planung der Unterrichtsstunde überfordert. Dafür konnten 78% der Befragten ihre eigenen Lernbedürfnisse (Lerntempo etc.) besser oder genauso gut befriedigen wie im herkömmlichen Unterricht - bei den „schwächeren Schülern“ waren es sogar über 85%. Erfreulich ist ferner, dass die Zusammenarbeit in den Gruppen sehr gut war und die Schüler den Eindruck hatten, kreativ gearbeitet zu haben.

⁴³ Die ausführliche Auswertung des Fragebogens findet sich im Anhang C5 - C9.

⁴⁴ siehe Sonderauswertung „schwächere“ Schüler im Anhang (Anlage C9)

Leider war es für die meisten Schülerinnen und Schüler offensichtlich nicht leichter, Verständnisfragen zu stellen (siehe Abb. 14).

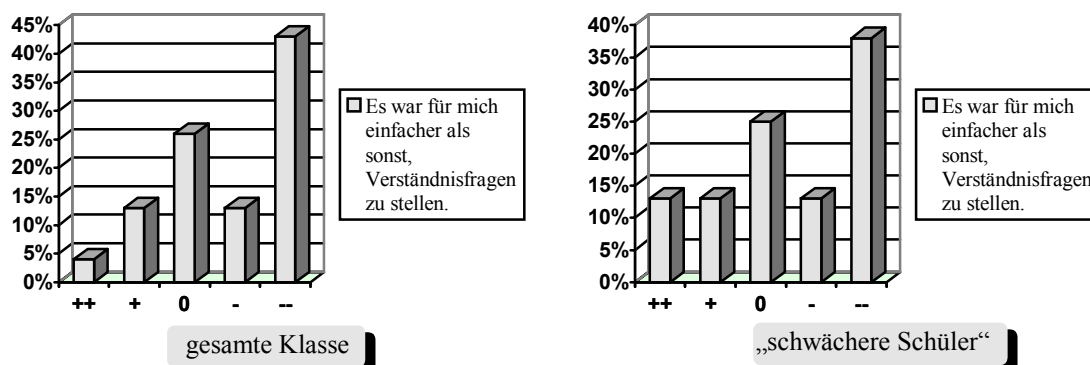


Abb. 14

Erstaunlich ist, dass die Schülerinnen und Schüler angaben, nicht mehr verstanden zu haben als sonst, obwohl bei den Kurzumfragen meist mehr als 75% alles verstanden haben (siehe Anlage C11 u. C12).⁴⁵

Auf die Frage, was sie außer Mathematik noch gelernt haben, nannten die Schüler vor allem Teamwork, Management und Planung, aber auch „dass Mathe Spaß machen kann“ und „dass Erklären schwerer ist als Zuhören“.

Darüber hinaus glauben über 40% der Schülerinnen und Schüler, den Unterricht ihrer Lehrer jetzt besser beurteilen zu können.

5.2 Eigene Beobachtungen

Eines der Hauptprobleme des LdL-Projektes war sicher die Tatsache, dass die Schülerinnen und Schüler die Präsentationsstunden ihrer Mitschüler nicht ernst genug genommen haben. Unruhe und mangelnde Mitarbeit waren vielfach die Folge. Ich hatte dabei manchmal den Eindruck, das gerade die große Zahl der leistungsstarken Schülerinnen und Schüler einfach unterfordert war: Durch die Auseinandersetzung mit ihrem eigenen Thema, haben sie bereits Problemfelder der anderen Gruppen gestreift und für sich klären können. Die Stundenpräsentationen der „Anderen“ haben dadurch sicherlich an Reiz verloren. Außerdem war zu beobachten, dass die Schüler davon ausgingen, dass sie sich zur Not alle anderen Gebiete auch selbständig aneignen können - was ja auch richtig ist. Die Präsentationsstunden verlieren dadurch ebenfalls an Bedeutung.

⁴⁵ Wahrscheinlich verstehen die meisten auch sonst immer alles (siehe 3.3).

Auch bei denjenigen Schülerinnen und Schülern, die aufmerksam dabei waren und gut mitgearbeitet haben, zeigte sich dieser Effekt: Da die Erklärungen der Mitschüler oft als unzureichend empfunden wurden (Abb. 15)

und die Präsentationen manchmal nicht effizient genug erschienen, entwickelte sich die Einstellung: „Dann bringe ich es mir halt selber bei.“ Gerade an den Fragen, die vor und nach den Präsentationsstunden an mich gerichtet wurden, zeigte sich, wie intensiv sich gerade diese Schülerinnen und Schüler mit dem Stoff und seiner Darstellung im

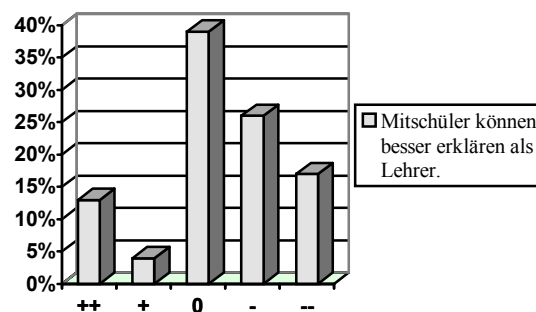


Abb. 15

Lehrbuch auseinandergesetzt hatten. So überrascht es auch nicht, dass die Leistungen in der 2. Schulaufgabe doch sehr anständig ausgefallen sind (vgl. 4.4). Die Schülerinnen und Schüler haben erkannt, dass sie für ihr Lernen selbst verantwortlich sind und nicht der Lehrer, der ihnen alles vorkaut.

Trotzdem hatte ich als Lehrer keineswegs das Gefühl überflüssig zu sein. Es ändert sich nur mein Aufgabenfeld: Statt als „allwissender Dompteur“ im Mittelpunkt zu stehen, agiert man beratend im Hintergrund. Statt Fragen zu stellen bekommt man Fragen gestellt. Gerade in der Planungsphase war ich dabei ziemlich gefordert, da man sich blitzschnell in hundert verschiedene Probleme (fachlich, didaktisch, organisatorisch etc.) hineindenken muss.

Indessen mir meine Rolle während der Gruppenarbeitsphase noch vertraut war, betrat ich in der Präsentationsphase wirkliches Neuland. Es erfordert manchmal viel Selbstbeherrschung, nicht wegen jeder Kleinigkeit ins Geschehen einzugreifen. Verschärft wird diese Problematik dadurch, dass man für die Schülerinnen und Schüler natürlich ganz klar die „letzte Instanz“ bleibt. Bei Unklarheiten wendete sich die Klasse deswegen anfangs häufig gleich direkt an mich, nach dem Motto: „Wieso die Mitschüler fragen, wenn doch der Lehrer da ist!“ Es dauerte seine Zeit bis die „letzte Instanz“ wirklich zur letzten Instanz wurde. Die Schüler lernten sich selbst als „Experten“ zu akzeptieren.

Erfreulich war auch, dass die Schüler einen hervorragenden Gesamtüberblick über das Kapitel „Kreismessung“ erlangten. Hier liegt sicher auch ein großer Vorteil der Methode. Während die Schüler im konventionellen Unterricht kleinschrittig von Stunde zu Stunde geführt werden, steht beim LdL-Projekt von der ersten Stunde an die Gesamtheit des

Kapitels im Mittelpunkt. Durch die Themenvergabe wird die Struktur klar und die Schüler können von Anfang an alles richtig einordnen, was sich für den Lernerfolg als positiv erwiesen hat.

5.3 Resümee

In Abschnitt 3.2 habe ich konkrete Fragen an den Unterrichtsversuch formuliert, die ich hier nun - soweit möglich - beantworten möchte.

- **Erziele ich mit LdL einen besseren (oder wenigstens gleichwertigen) Lernerfolg?**

Rein objektiv betrachtet ist der Lernerfolg zumindest gleichwertig, wie sich aus den Testergebnissen und der Bearbeitung der Schulaufgabe schließen lässt. Bedenkt man nun, dass „viele Schüler die Methode [angeblich] nicht ernst genommen haben“, so ließe sich dieses Ergebnis sicher noch verbessern. Leider scheinen insbesondere die „schwächeren Schüler“ nicht besonders von dieser Methode zu profitieren. Hier ist der Wunsch, öfter nach LdL zu lernen, auch besonders gering (siehe Anlage C9).

Ob der erlernte Stoff nun wirklich vergessensresistenter ist, lässt sich nach so kurzer Zeit natürlich nicht befriedigend klären. Nach eigenen Angaben haben sich die Schülerinnen und Schüler allerdings auf die Schulaufgabe (ein Monat nach dem Projekt!) „nicht groß vorbereitet“. Bedenkt man zudem, dass die Schülerinnen und Schüler bei LdL nicht nur Mathematik lernen, sondern auch Sozial- und Methodenkompetenz erlangen, so ist der *Gesamtlernerfolg* sicher größer.

- **Verbessert LdL die Methodenkompetenz und die Metakognition der Schüler?**

Die Moderations- und Präsentationstechniken verbessern sich ohne Frage. Schon bei diesem kurzen Projekt hat man gesehen, wie sich die eine Gruppe von der anderen bereits gute Ideen abgeschaut hat. Auch eine kritische und damit lehrreiche Auseinandersetzung mit der „Präsentation“ der Stunden hat stattgefunden. Im selbständigen Erarbeiten des Lernstoffs war die Klasse bereits ziemlich routiniert, dazugelernt haben die Schülerinnen und Schüler aber sicher trotzdem etwas. Gerade weil die Qualität der Stunden recht unterschiedlich war, waren die Schülerinnen und Schüler gezwungen, selbst aktiv zu werden.

Auch die Tatsache, dass 40% der Schüler die Arbeit ihrer Lehrer jetzt besser „durchschauen“, ist sicher ein Gewinn für die Metakognition.

- **Welch Auswirkungen hat LdL auf das Klassenklima und meine Lehrerrolle?**

Ob die Schülerinnen und Schüler nach dem LdL-Projekt wirklich *höflicher* miteinander umgehen möchte ich bezweifeln. Das teilweise unkollegiale Verhalten während der Stundenpräsentationen wäre auf die Dauer für das Klassenklima wahrscheinlich sogar schädlich. Auch von Empathie-Fähigkeit war nicht allzuviel zu spüren. Vielleicht habe ich die Methode auch etwas zu ad hoc eingeführt. Ein sanfterer Einstieg wäre sicher positiv. Mit meiner Rolle als Helfer und Berater konnte ich mich dagegen gut identifizieren. Von einem Autoritätsverlust war nichts zu spüren.

- **Ist LdL im Unterrichtsalltag realisierbar?**

Der „Zeitverlust“ ist geringer als ich dachte. Wir haben für die Kreismessung tatsächlich nur eine Stunde (10%) mehr benötigt, als im Lehrplan vorgesehen. Für den Lehrer bedeutet LdL auch keine allzu große Zusatzbelastung, wenngleich zu Beginn der Planungsphase ausgesprochen viel Arbeit anfällt. Wenn man besser darauf achtet, dass die Themen halbwegs mit dem eingeführten Lehrbuch harmonisieren, hält sich auch der Kopieraufwand in Grenzen. Was Lernzielkontrolle und Leistungserhebungen betrifft habe ich bei der Methode ebenfalls keine Bedenken, außer vielleicht, dass es schwierig ist Stegreifaufgaben zu schreiben. Allerdings eignen sich nicht alle Stoffgebiete für eine Zerlegung in weitgehend unabhängige Teilgebiete. Deswegen lässt sich LdL im Mathematikunterricht sicher weniger häufig realisieren als im Fremdsprachenunterricht.

Alles in allem ist LdL - im richtigen Moment eingesetzt - trotzdem sicher eine Bereicherung für den Mathematikunterricht. Im Gegensatz zu anderen Formen offenen Unterrichts ist LdL leicht und ohne viel Aufwand zu realisieren. Der Lernerfolg ist zumindest gleichwertig und der Erwerb von sogenannten „Schlüsselqualifikationen“ vielleicht wichtiger denn je. Ideal wäre es sicher, wenn die Klasse auch in anderen Fächern nach dieser Methode lernen könnte. Die Schülerinnen und Schüler bekämen dann mehr Routine, die Methode würde ihren „exotischen“ Touch verlieren und vielleicht an Ernsthaftigkeit gewinnen.

Für mich als Lehrer war es jedenfalls schön zu sehen, wie selbständig und kreativ Schüler arbeiten können, welche Eigendynamik sich entwickeln kann und wie verantwortungsvoll sie teilweise mit den ihnen übertragenen Kompetenzen umgegangen sind. Und auch wenn manches noch nicht so geklappt hat, wie es hätte sollen - eines haben die Schülerinnen und Schüler mit Sicherheit gelernt: dass sie für ihr Lernen selbst verantwortlich sind.

* * *

6 Literatur

- Akademie für Lehrerfortbildung**, Dillingen: *Freies Arbeiten*. Reformpädagogische Impulse für Erziehung und Unterricht in Regelschulen. Donauwörth 1994.
- Baumert**, Jürgen u.a.: *Expertise zum Programm „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“*. BLK Heft 60. Bonn 1997.
- Graef**, R. u. Preller, R.-D. (Hrsg): *Lernen durch Lehren*. Rimbach 1994.
- Henning**, Günther: *Kritik des offenen Unterrichts*. Bielefeld 1996.
- Huber**, Günter: „Kooperatives Lernen: Theoretische und praktische Herausforderung für die Pädagogische Psychologie.“ In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* (1987). Band XIX, Heft 4. S. 340 -362.
- Kratz**, Johannes: *Zentrale Themen des Geometrieunterrichts aus didaktischer Sicht*. München 1993.
- Krieger**, Claus Georg: *Mut zur Freiarbeit. Praxis und Theorie des freien Arbeitens für die Sekundarstufe*. Hohengehren 1998.
- Köhler**, Reinhard: „TIMSS und die Folgen: Was kann man in der Praxis ändern?“ In: *TIMSS und der Mathematikunterricht*. Blum/Neubrand (Hrsg.) Hannover 1998.
- Martin**, Jean-Pol: *Zum Aufbau didaktischer Teilkompetenzen beim Schüler*. Tübingen 1985.
- Martin**, Jean-Pol: „Für eine Übernahme von Lehrfunktionen durch Schüler“. In: Graef, R. u. Preller, R.-D. (Hrsg): *Lernen durch Lehren*. Rimbach 1994. S. 19-28.
- Martin**, Jean-Pol: „Das Projekt ‘Lernen durch Lehren’ - eine vorläufige Bilanz.“ In: *Fremdsprachen Lehren und Lernen (FLuL)*. Henrici/Zöfgen (Hrsg.). 25. Jahrgang (1996). Tübingen. S. 70-86
- Martin**, Jean-Pol: „’Lernen durch Lehren’ - eine Unterrichtsmethode zur Vorbereitung auf die Arbeitswelt.“ (Erscheint voraussichtlich in einer Publikation des Arbeitskreises Gymnasium-Wirtschaft in Bayern; z.Z. im Internet: <http://www.kueichstaett.de/SFL/LdL/ldl.htm>.) Eichstätt 1998.
- Marquardt**, Wilhelm: „Sieben Jahre LdL-Erfahrung“ In: *Schulzeitung Overbacher Brücke* Nr. 29. Jülich 1998.
- Meidert**, Andreas: *Lernen durch Lehren (LdL) - Ein Unterrichtsversuch im Mathematikunterricht der Jahrgangsstufe 8 des Gymnasiums*. München 1996.
- Meyer**, Hilbert: *Unterrichtsmethoden*. Band I: Theorieband. Band II: Praxisband. Frankfurt a. M. 1994⁶.

Meyerhöfer, Helmut: „Überlegungen zur Methode Lernen durch Lehren im Mathematikunterricht (1989).“ In: Graef, R./ Preller, R.-D. (Hrsg): *Lernen durch Lehren*. Rimbach 1994. S.170-172.

Peterssen, Wilhelm: „Methoden-Lexikon“. In: *Lernmethoden - Lehrmethoden. Wege zur Selbstständigkeit*. Jahresheft XV/1997 des Erhard Friedrich Verlags. S. 120-128.

Potthoff, Jörg und Willy: *Freiarbeit und Lernzirkel im Mathematikunterricht der Sekundarstufe*. Freiburg 1995.

Rosenberg, Petra: *‘Lernen durch Lehren’ - ein methodischer Ansatz für einen handlungs- und schülerorientierten Unterricht am Beispiel des Mathematikunterrichts in einer Klasse 9 des Gymnasiums*. Münster 1998.

Internet: <http://www.ku-eichstaett.de/SFL/LdL/ldl.htm> (LdL-Kontaktnetz)

Für das Projekt verwendete Lehrbücher und Materialien:

Barth, Krumbacher, Osslander: *Anschauliche Geometrie 10*. Ehrenwirth, München 1996.

Lambacher-Schweizer: *Geometrie Bayern 10*. Klett, Stuttgart 1995.

Penßel, Penßel, Roth: *Basismathematik 10 Geometrie*. bsv, München 1990.

Schmitt, Wohlfarth: *Mathematik Buch 10 Geometrie*. bsv, München 1989.

Böhmer, J. u.a.: *Arbeitsheft Mathematik*. Band 5. Klett, Stuttgart 1994.

Polster, Steffen: *WinFunktion Mathematik*. Version 8.0

Preston, Richard u. Seidl, Florian: „3,141... Ein Chaos von Ziffern oder das Rätsel der Schöpfung.“ In: *SZ-Magazin* (Ausgabe nicht bekannt).

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende schriftliche Hausarbeit in allen Teilen selbständig angefertigt und keine anderen als die in der schriftlichen Hausarbeit angegebenen Hilfsmittel genutzt habe. Die schriftliche Hausarbeit habe ich nicht schon als Doktor-, Magister- oder Diplomarbeit bei einer Hochschule oder als schriftliche Hausarbeit bei einer anderen Staatsprüfung für ein Lehramt eingereicht.

München, den 15.3.1999

.....

Claus Hilgers

Anhang

Anlage A Folien, Vorlagen, Tests

Folie 1: Einführung.....	A1
Folie 2: Terminplan.....	A2
Vorlage: Stundenverlauf.....	A3
Vorlage: Tafelbild.....	A4
Kurztest [Böhmer 1994, S. 72].....	A5
2. Schulaufgabe vom 15.1.99.....	A6

Anlage B Arbeiten ausgewählter Gruppen

Gruppe A	
Deckblatt.....	B1
geplanter Stundenverlauf.....	B2
geplantes Tafelbild.....	B3
Gruppe B	
Deckblatt.....	B4
geplanter Stundenverlauf.....	B5
geplantes Tafelbild.....	B6
Folie.....	B7
Aufgabenblatt.....	B8
Gruppe F	
Deckblatt.....	B9
geplanter Stundenverlauf.....	B10
geplantes Tafelbild.....	B11
Folie.....	B12
Gruppe H	
Deckblatt.....	B13
geplanter Stundenverlauf.....	B14
geplantes Tafelbild.....	B15

Anlage C Fragebögen und Auswertung

Umfrage vom 10.11.98	
Fragebogen.....	C1
Auswertung.....	C2-3
Auswertung „Offene Fragen“.....	C4
Umfrage vom 11.12.98	
Fragebogen.....	C5
Auswertung.....	C6-7
Auswertung „Offene Fragen“.....	C8
Sonderauswertung „Schwächere Schüler“.....	C9
Kurzumfrage	
Fragebogen.....	C10
Auswertung.....	C11-12