

'Quadratische Gleichungen' in einer 9. Klasse der Menzel-Oberschule (Gymnasium).

Darstellungsschwerpunkt: **Innere Differenzierung beim Üben und Festigen**

Schriftliche Prüfungsarbeit zur Zweiten Staatsprüfung
für das Amt der Studienrätin

Vorgelegt von
Studienreferendarin Ulrike Hoffer
1. Schulpraktisches Seminar im Bezirk Wedding (S)

Berlin, September 2002

Der folgende Text ist eine Kurzfassung meiner Staatsexamensarbeit. Sollten Sie Fragen, Anmerkungen oder Interesse an der ausführlichen Fassung haben, können Sie mit mir unter ulrike.hoffer@gmx.de in Kontakt treten.

Einleitung

Unser Schulsystem differenziert die Schüler nach Leistung, um möglichst leistungshomogene Lerngruppen innerhalb einer Schulform zu erhalten.

Bei der Beobachtung von Lerngruppen fällt jedoch auf, dass diese keineswegs homogen bezüglich ihrer Leistung sind. Die Schüler unterscheiden sich auch im Lern- bzw. Arbeitstempo. Dies wird besonders deutlich in Phasen gleichgeschalteten Lernens und Übens. Das Interesse am Fach, die Motivation, das jeweilige Bedürfnis, Lernhilfen in Anspruch zu nehmen, und die Konzentrationsfähigkeit sind bei Schülern ebenfalls nicht gleichmäßig ausgeprägt.

Folgenden Situationen lassen sich während Übungsphasen deshalb häufig beobachten:

Einige Schüler sind mit den gestellten Aufgaben bereits fertig und verlangen nach einer Überprüfung ihrer Ergebnisse, andere haben gerade ihr Heft aufgeschlagen und beginnen mit der Arbeit. Einige Schüler benötigen keine Hilfe, es reicht ihnen ein Ergebnis zur Überprüfung der Aufgabe, andere möchten, dass der Lehrer neben ihnen steht, um ihre Lernfortschritte fortlaufend zu begleiten. Einige gehen motiviert an die Aufgaben heran und vergleichen ihre Ergebnisse mit denen ihrer Nachbarn, andere äußern sofort: „Das kann ich sowieso nicht.“ Diese Beobachtungen zeigen ansatzweise die Heterogenität der Schüler.

Um den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und Bedürfnissen der Schüler gerecht zu werden, sind differenzierende Maßnahmen unabdingbar. Oft ergreifen Lehrer Maßnahmen, ohne sich bewusst zu sein, dass sie mit diesen Maßnahmen bereits eine Differenzierung vornehmen. So werden schnelleren Schülern in Übungsphasen zusätzliche Aufgaben gegeben, Schüler individuell beraten oder verschiedene Visualisierungshilfen genutzt.

Um gezielt auf die unterschiedlichen Voraussetzungen der Schüler eingehen zu können, habe ich eine Übungskartei zum Lernabschnitt „Quadratische Gleichungen“ zusammengestellt, deren Aufbau und Einsatz ich im Folgenden beschreiben möchte.

Didaktisch-Methodische Überlegungen

Um eine innere Differenzierung beim Üben und Festigen im Lernabschnitt „Quadratische Gleichungen“ umzusetzen, müssen die folgenden Planungsfragen bedacht werden:

- (1) Welche Differenzierungsmaßnahmen erscheinen beim Üben und Festigen aufgrund der speziellen Voraussetzungen notwendig?

(2) Mit welcher Methode lassen sich die Differenzierungsmaßnahmen beim Üben und Festigen umsetzen?

Häufig ist es notwendig vor allem Differenzierungsmaßnahmen bezüglich des Lern- bzw. Arbeitstempos und des Anspruchsniveaus zu ergreifen.

Wird die Menge der zu bearbeitenden Aufgaben nicht vorgegeben, sondern die Entscheidung dem Schüler überlassen, so wird ein unterschiedliches Lern- und Arbeitstempo ermöglicht. Schwächeren Schülern wird in diesem Rahmen mehr Zeit für die Bearbeitung von Basisaufgaben zur Verfügung gestellt. Dadurch haben sie die Möglichkeit Defizite auszugleichen. Schnellere Schüler müssen nicht auf langsamere warten.

Eine Differenzierung im Anspruchsniveau ermöglicht angemessene Erfolgserlebnisse. Das Üben von zu leichten Aufgaben wird vermieden und verhindert eine Abnahme der Motivation bei leistungsstärkeren Schülern. Die Stärken und Schwächen der Schüler bilden sich bezüglich der neuen Unterrichtseinheit wahrscheinlich in unterschiedlichen Bereichen aus. Deshalb ist es sinnvoll verschiedene Übungsschwerpunkte anzubieten.

Da das Anspruchsniveau sowohl durch den Schwierigkeitsgrad der Aufgabe als auch durch die Art der Hilfestellung bestimmt wird, sollte der Grad der Zusammenarbeit zwischen den Schülern nicht fest vorgegeben werden, so dass sie sich gegenseitig helfen können.

Um eine differenzierte Hilfe anbieten zu können, sollte der Lehrer von der zentralen Steuerung des Unterrichtsgeschehens befreit werden. Eine Entlastung von Aufgaben, die in Schülerhand gegeben werden können, ist sinnvoll. So kann zum Beispiel anstelle einer Korrektur durch den Lehrer die Selbstkontrolle durch den Schüler treten. Dies fördert die Selbstständigkeit der Schüler und verschafft dem Lehrer mehr Zeit für seine Beratertätigkeit.

Folgende Anforderungen sollte die Unterrichtsmethode deshalb erfüllen:

- Angebot von Aufgaben verschiedener Schwierigkeitsstufen,
- Auswahl der Aufgaben aus einem Aufgabenfeld verschiedener thematischer Schwerpunkte,
- Möglichkeit der Selbstkontrolle,
- Wahl der Sozialform,
- unterschiedliche Intensität der Hilfe durch den Lehrer,
- Entlastung des Lehrers von zentralen Aufgaben,
- freie Zeiteinteilung innerhalb eines festgelegten Rahmens.

Der Einsatz einer Übungskartei berücksichtigt die oben aufgeführten Bedingungen in besonderem Maße.

Übungskartei - eine Möglichkeit zur inneren Differenzierung beim Üben und Festigen

Eine Übungskartei ist eine Zusammenstellung von Übungsaufgaben auf Karteikarten für eine Lerngruppe, wobei die Lösungen entweder auf der Rückseite der jeweiligen Karteikarte oder separat notiert sind. Die Aufgaben haben ein unterschiedliches Anforderungsniveau, decken verschiedene Stoffgebiete ab und enthalten variierende Aufgabentypen. Die Übungskartei wird durch „Hilfs- oder Hinweiskarten“ ergänzt, die zusätzliche Informationen zur Aufgabe liefern.

Die Übungskartei ist somit ein Unterrichtsmedium, welches eine Binnendifferenzierung in der Unterrichtsphase des Übens und Festigens erlaubt. Diese Form der Differenzierung verbindet Aspekte der Leistungs- und Wahldifferenzierung. Dabei wird zum einen die unterschiedliche Leistungsstärke der Schüler berücksichtigt, indem Aufgaben verschiedener Schwierigkeitsstufen und Themenbereiche angeboten werden. Andererseits ist die Arbeit mit der Übungskartei eine Phase freier Arbeit, in der die Schüler in einer vorstrukturierten Lernumgebung Aufgaben ihrer Wahl bearbeiten können. Im Gegensatz zur Freiarbeit im eigentlichen Sinne sind die Wahlmöglichkeiten aufgrund der Vorstrukturierung eingeschränkt.

Die Übungskartei eignet sich vorwiegend zum Üben von Fertigkeiten. Insbesondere Aufgaben des

stabilisierenden, automatisierenden und operativen Übens können von den Schülern leicht selbst kontrolliert werden, wenn ihnen die Ergebnisse zur Verfügung stehen. Es muss nicht die Lösung jeder einzelnen Aufgabe in der Klasse besprochen werden. Auch innermathematische Anwendungen, bei denen es vor allem um Routinebildung geht (z. B. Termumformungen und Lösen von Gleichungen), können in die Aufgabensammlung aufgenommen werden, wenn bereits mit ersten gemeinsamen Übungsphasen ein Grundverständnis gesichert wurde. Die Lösung komplexerer Aufgaben zur Entwicklung von Fähigkeiten sollte besser in einer Gruppe oder im Klassenverband erörtert werden, um Zusammenhänge darstellen zu lassen und weitergehende Fragen zu entwickeln.

Die Übungskartei gewährleistet die intensive Auseinandersetzung mit dem Aufgabenmaterial in Einzel-, Partner- oder (eher selten) Gruppenarbeit. Die zur Verfügung stehende Zeit kann sinnvoll genutzt werden, denn „Schnellere“ müssen nicht auf „Langsamere“ warten und „Langsamere“ können mit Ruhe und Konzentration an die Aufgabe herangehen. Die Übungsbereitschaft wird gefördert, da jeder Schüler Aufgaben eines für ihn angemessenen Schwierigkeitsgrades vorfindet. Das selbstbestimmte Anspruchsniveau, die Hinweiskartei und die individuelle Beratung durch den Lehrer ermöglichen jedem Schüler zumindest theoretisch eine erfolgreiche Bearbeitung seiner Aufgaben. Die ungewöhnliche Darbietung des Aufgabenmaterials in Form einer Kartei ruft ein besonderes Interesse hervor und erhöht die Motivation im Gegensatz zu den „herkömmlichen“ Medien Arbeitsblatt und Schulbuch. Eine unmittelbare Ergebniskontrolle kann durch die zugehörigen Lösungskarten direkt durch den Schüler durchgeführt werden.

Die Übungskartei stellt eine Vielzahl individueller Lernwege zur Verfügung, die in gegebener Zeit parallel verlaufen können. Es werden Unterschiede im Leistungsvermögen sowie im Lern- bzw. Arbeitstempo berücksichtigt. Verschiedene Lerntypen werden jedoch nicht angesprochen. Die Wahl der Aufgabe, ihre Bearbeitung und Kontrolle obliegt dem Schüler, so dass die Verantwortung des Schülers für seinen eigenen Lernprozess steigt. Im Vergleich zum Frontalunterricht ist die Selbstständigkeit des Schülers höher. Der Lehrer, nicht durch zentrale Aktivitäten gebunden, kann in dieser Phase überwiegend eine Beraterfunktion übernehmen und individuelle Hilfestellungen geben.

Aufbau der Übungskartei

Die Übungskartei zum Thema „Quadratische Gleichungen“ nimmt in dieser Unterrichtsreihe eine zentrale Stellung ein und soll daher ausführlich beschrieben werden. Die Kartei enthält Übungsaufgaben, Tipps und Lösungen.

Der Aufgabenteil, bestehend aus ca. 60 Karten, ist in sieben Kapitel gegliedert: „Binomische Formeln“, „Gleichungen lösen“, „Lösungsformel“, „Parabeln“, „Quadratische Ergänzung“, „Vermischte Übungen“ und „Zahlenrätsel“. Die Kapitel enthalten bis zu elf Karteikarten mit drei verschiedenen Schwierigkeitsgraden. Je ein Drittel der Aufgaben der gesamten Kartei gehört zu einem Schwierigkeitsgrad, so dass es zu jedem Schwierigkeitsgrad etwa zwanzig Karteikarten gibt. Das Layout der Karten ist einheitlich, um eine Ordnung zu schaffen, an der sich die Schüler orientieren können. In der ersten Zeile finden sich folgende Angaben: die Kapitelüberschrift, der Schwierigkeitsgrad und die Nummer der Karteikarte innerhalb des Kapitels. Der Schwierigkeitsgrad wird durch ein bis drei Sternchen symbolisiert. Es folgt die Aufgabenstellung. In der unteren rechten Ecke gibt es gegebenenfalls einen Hinweis auf Tipps.

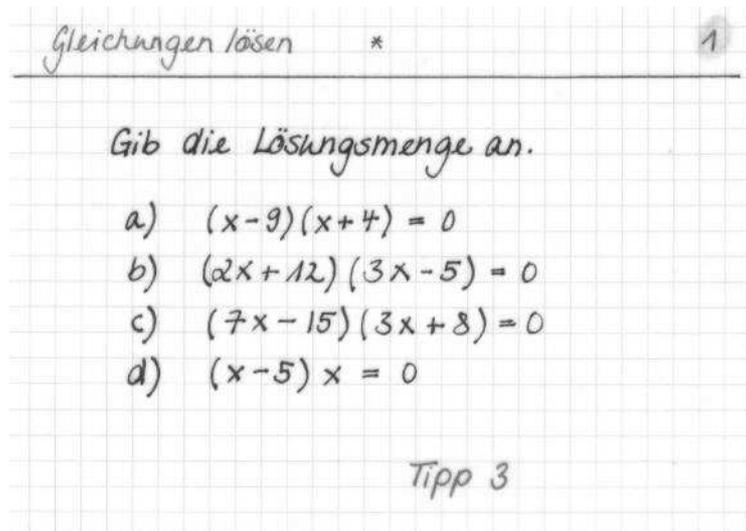


Abb. 1: Übungskarte aus dem Kapitel "Gleichungen lösen"

Die Tipps sind zumeist nicht speziell einer Aufgabenkarte zugeordnet. Sie enthalten allgemeine Hinweise zur Verfahrensweise oder Hinweise auf Definitionen und Regeln. Bei den Aufgaben höheren Schwierigkeitsgrades werden zum Teil Tipps zum Lösungsansatz gegeben.

Die Lösungskarten entsprechen in ihrer Beschriftung den Kapiteln und der Nummerierung der Übungskarten. Bei einfachen Aufgaben sind nur die Lösungen angegeben, sonst auch Zwischenschritte oder Erläuterungen.

Zur besseren Handhabung sind die Karteikarten im DIN A6-Format laminiert. Die Karten sind dadurch stabiler, verschmutzen nicht und nutzen sich nicht ab. Um eine schnelle Zuordnung der Karten und einen unkomplizierten Gebrauch zu gewährleisten, sind die Karten verschiedenfarbig: Übungskarten sind weiß, Lösungskarten gelb und Tippkarten rosafarben.

Zusammenstellung der Übungsaufgaben

Die Einteilung der Kapitel korrespondiert im Wesentlichen mit den durch den Rahmenplan vorgegebenen Inhalten des Lernabschnitts „Quadratische Gleichungen“. Es gibt zwei Ausnahmen: Die Kapitel „Binomische Formeln“ und „Parabeln“ ergänzen das Themengebiet. Die Aufgabenzusammenstellung hat als Hauptziel das Üben von Fertigkeiten. Im Folgenden werden die Kapitel und deren Aufgaben genauer beschrieben.

Das Kapitel „Binomische Formeln“ enthält Aufgaben, mit denen die Schüler die Anwendung der binomischen Formeln wiederholen und einen flexiblen Umgang mit ihnen üben. Insbesondere schwächere Schüler können auf diese Weise Defizite ausgleichen und gefestigte Kenntnisse für den Lernabschnitt „Quadratische Ergänzung“ erlangen.

Die meisten Aufgaben des Kapitels „Gleichungen lösen“ können elementar gelöst werden. Dies wird zum Teil erst offensichtlich, nachdem die Gleichung geschickt umgeformt wurde. Das Kapitel ermöglicht die Übung, Aufgaben elementar zu lösen, soll aber gleichzeitig verhindern, dass Lösungsschemata ohne Rücksicht auf Effektivität bezüglich der Anzahl der Rechenschritte eingesetzt werden.

Die Kapitel „Lösungsformel“ und „Quadratische Ergänzung“ sind zusammengesetzt aus Aufgaben, die dem stabilisierenden und automatisierenden Üben entsprechen. Die höheren Schwierigkeitsgrade enthalten auch operative Übungen zur Vertiefung des Verständnisses. Die Basisaufgaben sind für die leistungsschwächeren Schüler gedacht, die in der differenzierten Phase ihr Verständnis durch weitere Bearbeitung einfacher Aufgaben festigen können. Sie werden nicht durch eine verfrühte Erhöhung des Anforderungsniveaus überfordert. Leistungsstärkere hingegen können ihr Verständnis mithilfe schwierigerer Aufgaben vertiefen.

Das Kapitel „Vermischte Übungen“ enthält nur Aufgaben der beiden höheren Schwierigkeitsgrade.

Die Aufgabenstellungen umfassen z. B. das Suchen und Korrigieren von Fehlern und das Ergänzen einer quadratischen Gleichung mit vorgegebener Lösungsmenge. Diese Aufgaben zeigen in besonderer Weise, wie weit der Schüler die Lerninhalte variabel zur Lösungsfindung einsetzen kann. Das Kapitel „Zahlenrätsel“ soll hauptsächlich Motivationscharakter besitzen. Das Wort „Rätsel“ wirkt hier als Signalwort mit einem hohen Aufforderungsgehalt. Die dem innermathematischen Anwendungsbereich zuzuordnenden Aufgaben eignen sich nicht direkt dazu, die Verfahren zum Lösen quadratischer Gleichungen zu üben, denn die Schwierigkeit liegt hier darin die Gleichung aufzustellen. Indem Schüler einen Text in eine Gleichung umsetzen, schulen sie das exakte Lesen und Verwerten der gegebenen Informationen, denn sie müssen die genaue mathematische Bedeutung der Begriffe erkennen und in einen korrekten Zusammenhang bringen.

Obwohl die Behandlung von Parabeln in diesem Lernabschnitt nach dem Rahmenplan nicht vorgesehen ist, werden vier Aufgaben zu diesem Thema angeboten. Diese weisen auf die Möglichkeit hin, quadratische Gleichungen auch grafisch zu lösen, analog zum grafischen Lösungsverfahren bei linearen Gleichungssystemen. Die Darstellungsebene wechselt bei diesen Aufgaben von der symbolischen (Gleichung) zur ikonischen (Darstellung im Koordinatensystem) und bietet so eine andere Zugangsweise.

Einsatz der Übungskartei im Unterricht – Zeitpunkt und Länge

Die Frage des passenden Zeitpunktes ist leicht zu beantworten. Da mit der Kartei geübt werden soll, wird sie in einer Übungsphase nach einer Phase der Einführung und Erarbeitung eingesetzt. Es bleibt zu klären, ob ausschließlich mit der Kartei geübt wird oder nur in bestimmten Übungsphasen. Ich habe die einführenden Übungen jeweils im Klassenverband durchgeführt, damit die Schüler mit ausreichend gesicherten Kenntnissen in die differenzierte Phase eintreten können und zur eigenständigen Kontrolle ihrer Ergebnisse in der Lage sind.

Ein Zeitrahmen von mindestens 20 Minuten sollte angesetzt werden, da der Umgang mit der Kartei (Aussuchen einer neuen Karteikarte, Einsortieren der bereits bearbeiteten) Zeit in Anspruch nimmt, die nicht zum Üben zur Verfügung steht. Am Ende der Übungsphase muss Zeit für die Wiederherstellung der Ordnung eingeplant werden.

Einbettung der Übungsphasen in den Unterrichtsverlauf

Die differenzierte Phase des Übens schließt sich an eine gemeinsame Phase an, so dass die Art der Überleitung geklärt werden muss. Problematisch ist der Zeitpunkt, an dem alle Schüler mit dem Üben beginnen und eine Karteikarte aussuchen. Damit kein „Stau“ vor der Kartei entsteht, wird eine Einstiegsaufgabe gestellt, die von allen zu bearbeiten ist. Dadurch, dass die Schüler eine unterschiedlich lange Bearbeitungszeit benötigen, kommen sie nacheinander statt gleichzeitig zur Auswahl einer Karte.

Die gewünschte jeweilige thematische Schwerpunktsetzung möchte ich durch die Auswahl der in den einzelnen Übungsphasen zur Verfügung stehenden Kapitel erreichen. In der 2. und 3. Stunde der Reihe wird durch die Vorgabe von Pflichtaufgaben die Schwerpunktsetzung präzisiert.

Aufgrund der zeitlichen Rahmenbedingungen halte ich es für sinnvoll, die Übungsphase direkt einzuleiten und eine gemeinsame Phase im Anschluss zu planen oder nach einer gemeinsamen Phase in die Übungsphase einzutreten. Eine längere gemeinsame Phase sowohl vor als auch nach der Übungsphase durchzuführen, ist zeitlich kaum möglich, da dann die reine Übungszeit zu kurz wird.

Ergebnisse

Nach der Durchführung der Unterrichtsreihe lassen sich folgende Ergebnisse festhalten:

- Die Schüler sind durch den Einsatz des neuen Mediums besonders motiviert.
- Der Einsatz der Kartei erhöht die Kompetenz der Schüler im Bereich der Makromethoden und deckt gleichzeitig Defizite bei Lern- und Arbeitstechniken auf.
- Einige Schüler hatten deutliche Schwierigkeiten Verantwortung im Bereich der Selbstkontrolle

zu übernehmen. Gezielte Vorübungen zur Fehlersuche und -korrektur sind deshalb einzuplanen. Das Führen einer Fehlerkartei ist zu erwägen.

- Eine erhöhte Selbsttätigkeit und Selbstständigkeit konnte bei den meisten Schülern beobachtet werden.
- Die Übungskartei ermöglicht eine innere Differenzierung bezüglich des Lern- bzw. Arbeitstempos und der Leistung der Schüler.
- Um die innere Differenzierung zu verstärken, sollte mit den Schülern der Zusammenhang zwischen Kartenauswahl, Lernweg und Lernziel besprochen werden.
- Die Übungskartei ermöglicht sinnvolles Üben von Fertigkeiten, leistet aber kaum einen Beitrag zur Verringerung von bereits vorhandenen Defiziten. Im Rahmen einer verbesserten Fehlerkorrektur könnten Defizite eventuell abgebaut werden.
- Die Klassenarbeit ist von den Schülern im Durchschnitt rechnerisch befriedigend abgeschlossen worden. Lösungswege wurden meist sinnvoll gewählt und sachgerecht angewandt. Punktabzüge beruhten vorwiegend auf Rechenfehlern und bereits vorher erworbenen Defiziten.

Die Übungskartei unterstützt die zentralen Aspekte der Binnendifferenzierung sowie die Ziele des Übens und Festigens. Sie ist als Grundstruktur für die Umsetzung einer inneren Differenzierung beim Üben und Festigen somit geeignet.

Schlussbetrachtung und Ausblick

Der Einsatz der Übungskartei als Mittel der inneren Differenzierung beim Üben und Festigen hat zu einigen Resultaten und Hinweisen geführt. Die Übungsphasen konnten mithilfe der Kartei differenziert gestaltet werden und das Erreichen der fachlichen Lernziele des Unterrichtsabschnitts wurde unterstützt.

Es zeigte sich, dass diese Eigenständigkeit verlangende und eher offene Unterrichtsform nicht von allen Schülern problemlos produktiv umgesetzt werden konnte. Einige Schüler hatten Schwierigkeiten ihren eigenen Übungsprozess aktiv zu gestalten. Deshalb sollten insbesondere in der Anfangsphase des Übens mit Karteikarten neben mathematischen Inhalten auch methodische Schwerpunkte gesetzt werden.

Obwohl bei der Umsetzung einige Schwierigkeiten aufgetreten sind, halte ich den Einsatz der Übungskartei zur inneren Differenzierung beim Üben und Festigen dennoch für lohnenswert. Das Prinzip der inneren Differenzierung beruht darauf verschiedene Lernwege anzubieten. Welchen konkreten Lernweg der Schüler dann beschreitet, entscheidet entweder der Lehrer oder der Schüler selbst. Dabei ist es verständlich, dass bei zunehmender Klassenstärke der Lehrer immer weniger dazu in der Lage ist, für jeden einzelnen Schüler die richtige Entscheidung zu treffen. Doch vor allem im Sinne der allgemeinen Ziele des Mathematikunterrichtes ist es anzustreben, dem Schüler immer häufiger selbstständiges und selbstverantwortliches Handeln zu ermöglichen.

An diese Verantwortung müssen die Schüler schrittweise herangeführt werden. Die Übungskartei ermöglicht dies in einer vorstrukturierten Umgebung. Die Fähigkeit, auszuwählen, Ziele zu setzen und Spielraum zu nutzen, kann innerhalb dieses überschaubaren Rahmens geübt und trainiert werden. Diese Methode ist damit gleichzeitig ein „sanfter“ Einstieg hinführend auf projekt- und handlungsorientierten Unterricht.

Bei der Durchführung der Unterrichtsreihe haben mich die Rückmeldungen der Schüler besonders gefreut. Sie reagierten sehr positiv auf mein Bemühen, ihre individuellen Lernbedürfnisse zu berücksichtigen, und machten außerdem die Erfahrung, dass diese differenzierende Maßnahme die persönliche Zuwendung zwischen Lehrer und Schüler erhöht.

Abschließend der Kommentar eines Schülers:

„Ich bin der Meinung der Unterricht sollte generell freier gestaltet werden. Außerdem denke ich,

dass dies die effektivste Art ist sich auf die Arbeit vorzubereiten, da eigene Fehler und Unsicherheiten zum Vorschein kommen und so behoben werden können!“

Ein Schüler der 9. Klasse der Menzel-Oberschule, Berlin.

Literaturverzeichnis

- AEBLI, H.: Grundformen des Lehrens. 12. Aufl. Stuttgart: Klett-Cotta 1981
- AHLRING, I.: Binnendifferenzierung ist nötig – und machbar! Praxis Schule 5-10 **2** (1997): 9-11.
- BLUM, W.; WIEGAND, B.: Vertiefen und Vernetzen – Intelligentes Üben im Mathematikunterricht. In: Meier, R. (Hrsg.): Üben und Wiederholen. Friedrich Jahresheft XVIII/2000. Seelze: Erhard Friedrich Verlag 2000.
- BÖER, H.: Freiarbeit im Mathematikunterricht. Der Mathematikunterricht **6** (1994): 11-30.
- BÖNSCH, M.: Differenzierung in Schule und Unterricht: Ansprüche, Formen, Strategien. München: Ehrenwirth 1995.
- CLAUS, H. J.: Einführung in die Didaktik der Mathematik. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1989.
- DER SENATOR FÜR SCHULWESEN, JUGEND UND SPORT: Rahmenplan für Unterricht und Erziehung in der Berliner Schule, Gymnasium, Mathematik Sekundarstufe 1. Berlin 1987.
- FISCHER, H. E.; DRAXLER, D.: Aufgaben und naturwissenschaftlicher Unterricht. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht **7** (2001): 388-393.
- HEYMANN, H.W.: Üben und Wiederholen – neu betrachtet. Pädagogik **10** (1998) 7-11.
- KLAFKI, W.; STÖCKER, H.: Innere Differenzierung des Unterrichts. Zeitschrift für Pädagogik **22** (1976): 497-522.
- KLIPPERT, H.: Methodentraining. Übungsbausteine für den Unterricht. 11., überarbeitete und neu ausgestattete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz 2000.
- KRIPPNER, W.: Mathematik differenziert unterrichten: Planungshinweise und Praxisbeispiele aus der Jahrgangsstufe 5/6. Hannover: Schroedel 1992.
- MARKERT, D.: Aufgabenstellen im Mathematikunterricht. Motivieren, Stoffarbeiten, Üben und Einprägen, Anwenden und Lernkontrolle. Freiburg: Herder 1979.
- MENZEL, W.: Kein reines Vergnügen – Grundprinzipien des Übens. In: Meier, R. (Hrsg.): Üben und Wiederholen. Friedrich Jahresheft XVIII/2000. Seelze: Erhard Friedrich Verlag 2000.
- MÜLLER, A.; NIESWANDT, M.: Arbeitsleitfaden zu Modul 3: „Aus Fehlern lernen.“ BLK-Programm: Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtes. <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/material/ipn.html> (Funddatum 22. Juli 2002, 13.40 Uhr)
- ODENBACH, K.: Die Übung im Unterricht. Überarbeitete Neuauflage von Wolfgang Hinrichs, 7. Auflage. Braunschweig: Westermann 1981.
- PARADIES, L.; LINSER, H.J.: Differenzieren im Unterricht. Berlin: Cornelsen Scriptor 2001.
- QUAK, U. (Hrsg.): Die Fundgrube für den Mathematik-Unterricht in der Sekundarstufe I. Berlin: Cornelsen Scriptor 1998.
- RENKL, A.: Automatisierung allein reicht nicht aus. In: Meier, R. (Hrsg.): Üben und Wiederholen. Friedrich Jahresheft XVIII/2000. Seelze: Erhard Friedrich Verlag 2000.
- SCHITTKO, K.: Differenzierung in Schule und Unterricht. Ziele – Konzepte – Beispiele. München: Ehrenwirth 1984.
- SUSTECK, H.: Die Übung als Lernabschnitt des Unterrichts. Die Realschule **97** (1989): 20-26.
- SYLVESTER, T.: Vorschläge und Modelle zur inneren Differenzierung. Mathematik lehren **89** (1998): 4-9.
- VOLLSTÄDT, W.: Differenzierung im Unterricht. Pädagogik **12** (1997): 36-40.
- WINTER, H.: Begriff und Bedeutung des Übens im Mathematikunterricht. Mathematik lehren **2** (1984): 4-13.
- ZECH, F.: Grundkurs Mathematikdidaktik, 9., neu ausgestattete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz 1998.