



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S1 „Lehren und Lernen mit Neuen Medien“

DIDAKTISCHE POTENZIALE UND PRAKTISCHE HINDERNISSE BEIM EINSATZ DIGITALER MEDIEN IM MATHEMATIKUNTERRICHT

ID 1388

Projektbericht

Mag. Albert Schwarzinger

**Informatik-Hauptschule Zwettl
Privat-Hauptschule der Franziskanerinnen
Klosterstraße 10
A-3910 Zwettl**

Zwettl, Juli 2009

Inhaltsverzeichnis

Abstract	2
1. Allgemeine Daten.....	3
1.a Daten zum Projekt	3
1.b Kontaktdaten.....	3
2. Ausgangssituation.....	4
3. Ziele des Projekts	4
4. Module des Projekts und Projektverlauf.....	4
4.1 Modul 1 – Erarbeitung des Themenbereiches „Winkel“	5
4.2 Modul 2 – Erarbeitung des Themenbereiches „Bruchdarstellung von Zahlen“ ..	6
5. Schwierigkeiten – oder was auf jeden Fall zu beachten wäre!.....	6
6. Aus fachdidaktischer Sicht	7
7. Gender-Aspekte	8
8. Evaluation und Reflexion	8
8.1 Transferüberprüfungen durch Informationsfeststellungen	8
8.2 Analysen der digital geführten Lerntagebücher	10
8.2.1 Schwierigkeitsgrad zwischen 1 und 5.....	10
8.2.2 Bearbeitungsdauer in Minuten.....	11
8.2.3 Benötigte Hilfestellung – durch wen?.....	11
8.2.4 Welche „Angabe“ war für deinen Lernerfolg bei diesem Thema besonders hilfreich?	12
8.3 Digitale Kurzbefragungen zur Arbeit am vorgegeben Thema.....	12
8.4 Kommunikative Validierung durch Kleingruppenbefragung.....	14
9. Digitale Lernangebote – Arbeitsunterlagen und Lernziele.....	14
9.1 Modul 1 – Arbeitsunterlagen zum Thema „Winkel“.....	15
9.1.1 Modul 1 – Liste der digitalen Lernhilfen zum Thema „Winkel“	15
9.1.2 Modul 1 – Liste der Lernziele zum Thema „Winkel“	16
9.2 Modul 2 – Arbeitsunterlagen zum Thema „Bruchdarstellung von Zahlen“.....	16
9.2.1 Modul 2 – Liste der digitalen Lernhilfen zum Thema „Bruchdarstellung von Zahlen“	16
9.2.2 Modul 2 – Liste der Lernziele zum Thema „Bruchdarstellung von Zahlen“ ..	17
10. Résumé.....	18
11. Literaturverzeichnis.....	18

Abstract

Eine Vielzahl digitaler Angebote für den Mathematikunterricht sind auf CD's, DVD's und im Web verfügbar. Das vorliegende Projekt beschäftigt sich damit, inwieweit diese digitalen Angebote geeignet sind, dass Schülerinnen und Schüler bestimmte Themenbereiche eigenständig erarbeiten können?

Um Antworten auf diese Fragestellung gewinnen zu können, läuft der Unterricht in jedem Themenbereich nach folgendem Konzept ab:

- 1. Eigenständige Bearbeitung des Themas*
- 2. Transferüberprüfung: Kann das Erlernete auch in anderen Situationen angewendet werden?*
- 3. Analyse des Lerntagebuches*
- 4. Kurzbefragung der Schülerinnen und Schüler*
- 5. Begründete gemeinsame Entscheidung für oder gegen bestimmte digitale Angebote.*

1. Allgemeine Daten

1.a Daten zum Projekt

Projekt-ID	1388	
Projekttitel	Didaktische Potenziale und praktische Hindernisse beim Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht	
Projektkoordinator/-in und Schule	Mag. Albert Schwarzinger	Informatik – HS Zwettl Privat-Hauptschule der Franziskanerinnen Klosterstraße 10 A-3910 Zwettl
Schultyp	Hauptschule	
Beteiligte Klassen (Schulstufen)	1. Klassen; I. Leistungsgruppe (5. Schulstufe)	
Beteiligte Fächer	Mathematik	
Angesprochene Unterrichtsthemen	Winkel Bruchdarstellung von Zahlen	
Weitere Schlagworte	Digitale Medien Mathematikunterricht Didaktische Potenziale von Unterrichtssoftware	

1.b Kontaktdaten

Beteiligte Schule(n) - jeweils - Name	PHS Zwettl Hauptschule der Kongregation der Schulschwestern vom 3. Orden des Hl. Franziskus, Zwettl, Niederösterreich
- Post-Adresse	PHS Zwettl z.H. Mag. Albert Schwarzinger Klosterstraße 10 A-3910 Zwettl
- Web-Adresse	www.phszwettl.ac.at
- Schulkennziffer	325 102
- Name des/der Direktors/-in	OSR Sr. Elvira Judith Reuberger
Kontaktperson	Mag. Albert Schwarzinger
- E-Mail-Adresse	albert.schwarzinger@schule.at
- Post-Adresse	Mag. Albert Schwarzinger Engelstein 25 A-3922 Großschönau

2. Ausgangssituation

Die Privat-Hauptschule der Franziskanerinnen in Zwettl/Niederösterreich ist eine Informatik-Hauptschule. Als solche haben wir zur Weiterentwicklung des Schulstandortes besonders im Bereich der Informationstechnologie bereits das zweite Projekt laufen, obwohl es sich hier um kein Nachfolgeprojekt handelt.

Seit dem Schuljahr 2007/2008 wurde jeweils mit den Eltern und mit Schülerinnen und Schülern der ersten Klassen ausgehandelt, dass es für die beabsichtigte Arbeit im Klassenzimmer und in den Gruppenräumen von Vorteil wäre, wenn sich jede Schülerin und jeder Schüler auf freiwilliger Basis einen Laptop anschaffen würde. Trotz der Freiwilligkeit bezüglich der Anschaffung hatten jeweils alle Schülerinnen und Schüler bis zum Ende des ersten Semesters der ersten Klasse einen eigenen Laptop zur Verfügung.

Um den Einsatz der Laptops und der digitalen Medien insgesamt in den verschiedenen Fächern in pädagogischer und didaktischer Hinsicht optimieren zu können, wird versucht, verschiedene Fragestellungen aufzuwerfen und abzuklären.

3. Ziele des Projekts

Das Ziel des Projekts ist, dass Schülerinnen und Schüler gemeinsam mit der Lehrkraft im Gegenstand Mathematik für bestimmte Themenbereiche begründete Entscheidungen darüber treffen, welche digitalen Lernangebote für die eigenständige Erarbeitung von Inhalten besonders geeignet sind.

Daraus resultierend sollen kommentierte Listen mit digitalen Lernangeboten zu bestimmten Themenbereichen für den Einsatz im Mathematikunterricht aufbereitet werden, welche allen Lehrkräften zur Verfügung gestellt werden.

Durch die selbstständige digitale Erarbeitung von Themenbereichen durch die Schülerinnen und Schüler sollen mithilfe verschiedener Evaluationsmaßnahmen sowohl die didaktischen Potenziale als auch die praktischen Hindernisse bzw. Stolpersteine dieser Arbeitsweise ausfindig gemacht und aufgelistet werden.

Die Auflistung von didaktischen Potenzialen und praktischen Hindernissen beim Einsatz digitaler Medien soll interessierten Lehrerinnen und Lehrern behilflich sein, durch Wissensvorsprung Präventivmaßnahmen zu setzen, um manche negative Erfahrung im eigenen Unterricht nicht unbedingt auch selber machen zu müssen.

4. Module des Projekts und Projektverlauf

Zwei Module beschäftigen sich mit der Erforschung von digitalen Lernangeboten für den Mathematikunterricht. Bei jedem dieser Module („Winkel“ und „Bruchdarstellung von Zahlen“) laufen – wie im Abstract ausgeführt – die gleichen fünf Schritte ab.

Die individuelle Erarbeitungsphase des jeweiligen Themenbereichs durch die Schülerinnen und Schüler wird mithilfe einer zur Verfügung gestellten Liste von digitalen Lernangeboten (Links und CD's) und einem Katalog von Lernzielen zum aktuellen Thema angeleitet. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten das Stoffgebiet selbstständig am eigenen Laptop und bestimmen die jeweilige Bearbeitungsdauer außerhalb der Unterrichtszeit nach eigener Einschätzung. Nach der eigenständigen Erarbeitung des Stoffgebietes und der individuellen Überprüfung der erlangten Kompetenzen durch die Schülerinnen und Schüler kommen die einzelnen Schritte der Evaluation zum Einsatz.

Transferüberprüfungen durch Informationsfeststellungen in schriftlicher Form zum vorhin von den Schülerinnen und Schülern selbstständig digital erarbeiteten Thema sollen den Schülerinnen und Schülern und der Lehrkraft Auskunft über die erlangten Kompetenzen zum bearbeiteten Stoffgebiet geben.

Eine Analyse der Lerntagebücher, welche durch die Schülerinnen und Schüler während der Erarbeitungsphase digital geführt werden, soll weitere Informationen über Bearbeitungsdauer, empfundenen Schwierigkeitsgrad und Anzahl der in Anspruch genommenen Hilfen geben.

Eine Kurzbefragung der Schülerinnen und Schüler rundet die Evaluationsmaßnahmen ab und ermöglicht einen weiteren Blick auf eventuelle Schwierigkeiten bzw. Highlights während der Arbeit.

Danach sollte es jeweils möglich sein, gemeinsam eine begründete Entscheidung treffen zu können, welche digitalen Lernangebote für die eigenständige Erarbeitung von Themenbereichen geeignet sind.

Diese Vorgehensweise soll helfen, didaktische Potenziale und auch praktische Hindernisse beim eigenständigen Lernen mit digitalen Medien aufzeigen zu können.

4.1 Modul 1 – Erarbeitung des Themenbereiches „Winkel“

Die selbstständige Erarbeitung des Themenbereiches „Winkel“ erfolgt im Zeitraum zwischen 21. Jänner und 11. Februar 2009.

Das Procedere dieses Moduls entspricht der allgemeinen Beschreibung unter Kapitel 4. „Module des Projekts und Projektverlauf“.

Für die Bearbeitung von Modul 1 stehen den Schülerinnen und Schülern 7 Unterrichtseinheiten und frei wählbare Zeit zu Hause zur Verfügung.

Materialien für die Bearbeitung von Modul 1 – Siehe auch Kapitel 9.1 Modul 1 – Arbeitsunterlagen zum Thema „Winkel“!

4.2 Modul 2 – Erarbeitung des Themenbereiches „Bruchdarstellung von Zahlen“

Die selbstständige Erarbeitung des Themenbereiches „Bruchdarstellung von Zahlen“ erfolgt im Zeitraum zwischen 12. März 2009 und 26. März 2009.

Das Procedere dieses Moduls entspricht der allgemeinen Beschreibung unter Kapitel 4. „Module des Projekts und Projektverlauf“.

Für die Bearbeitung von Modul 2 stehen den Schülerinnen und Schülern 10 Unterrichtseinheiten und frei wählbare Zeit zu Hause zur Verfügung.

Materialien für die Bearbeitung von Modul 2 – Siehe auch Kapitel 9.2 Modul 2 – Arbeitsunterlagen zum Thema „Bruchdarstellung von Zahlen“!

5. Schwierigkeiten – oder was auf jeden Fall zu beachten wäre!

Im Verlauf der Arbeit sind auch Aspekte zum Vorschein gekommen, die das Ergebnis des Projektes beeinflussen bzw. stören können, obwohl sie mit den zu überprüfenden Zielsetzungen nicht unbedingt in Verbindung gestanden sind. Die Angabe von zu berücksichtigenden Aspekten soll helfen, mögliche Störfaktoren von vornherein auszuschließen.

Technische Probleme bei der Ausstattung der Schülerinnen und Schüler

Bevor mit einem Projekt begonnen wird, wo didaktische Potenziale und praktische Hindernisse beim Einsatz digitaler Medien erforscht werden sollen, sind alle privaten **Laptops** der Schülerinnen und Schüler auf folgende Punkte hin zu **überprüfen**.

- ⇒ Sind auf jedem Laptop alle im Projektverlauf benötigten Programme installiert?
- ⇒ Sind auf jedem Laptop die erforderlichen WLAN-Einstellungen für eine problemlose Arbeit im Internet vorgenommen?

Grundfertigkeiten im Umgang mit den Programmen

Sind mit den Schülerinnen und Schülern alle für die Arbeit am Projekt erforderlichen Kompetenzen (Grundfertigkeiten im Umgang mit den Programmen, ...) ausreichend eingeübt?

Selbstständigkeit bei der Erarbeitung von Themenbereichen

Wenn man beabsichtigt, Transferleistungen von Schülerinnen und Schülern nach der eigenständigen digitalen Erarbeitung von Themenbereichen zu überprüfen, sollen ohne digitale Medien bereits einige kurze Sequenzen der eigenständigen Erarbeitung und deren Überprüfung vorausgehen. Damit kann (hoffentlich) vermieden werden, dass eine möglicherweise fehlende Kompetenz der Schülerinnen und Schüler bei der eigenständigen Erarbeitung von Stoffbereichen, den digitalen Medien zugeschrieben wird.

Auch die **Lesekompetenz** der Schülerinnen und Schüler kann sich auf die Selbstständigkeit bei der Erarbeitung von Themen auswirken und in weiterer Folge dem Ergebnis der Auswertung von Transferleistungen angelastet werden.

Im Zusammenhang mit dem Begriff der Lesekompetenz soll auch auf die **Einfachheit der Formulierungen** bei den Arbeitsaufträgen und bei den Lernzielformulierungen seitens der Lehrerinnen und Lehrer hingewiesen werden. Nicht alles, was von Lehrerinnen und Lehrern als klar und einfach formuliert eingestuft wird, muss auch von Schülerinnen und Schülern so wahrgenommen werden. Wie müssen Lernziele formuliert sein, damit Schülerinnen und Schüler deren Erreichung mit hoher Wahrscheinlichkeit selber erkennen und überprüfen können?

Selbsteinschätzung

Es scheint für Schülerinnen und Schüler nicht so einfach zu sein, den Schwierigkeitsgrad von gestellten und bearbeiteten Beispielen einschätzen zu können. Oft werden Beispiele von Schülerinnen und Schülern als sehr leicht eingestuft, obwohl sie dann bei Transferüberprüfungen nicht oder nur fehlerhaft gelöst werden können. Mangelnde Selbsteinschätzung der Leistungsfähigkeit und der erworbenen Kompetenzen zu einem Themenbereich führt eventuell dazu, sich nicht ausreichend mit dem Thema auseinander zu setzen. Schlechte Selbsteinschätzung kann ebenfalls das zu überprüfende Ergebnis beeinflussen, obwohl dieses Phänomen nicht nur bei digitaler Bearbeitung von Themen vorkommen kann.

6. Aus fachdidaktischer Sicht

Der Einsatz der Laptops durch die Schülerinnen und Schüler als Arbeitsmittel zur selbstständigen Erarbeitung von Themenbereichen im Unterricht und zu Hause hat durch Evaluation verschiedener Fragestellungen zu einem reflektierteren und differenzierteren Umgang mit digitalen Medien seitens der Lehrkraft geführt.

Durch den Einsatz von digitalen Medien im Unterricht werden jetzt *bewusst* nebenher auch Fähigkeiten und Fertigkeiten wie Förderung der Lesekompetenz, Verbesserung der Selbsteinschätzung und dergleichen unterstützt und gefördert, die auch beim eigenständigen Lernen ohne digitale Medien von Bedeutung sind.

Man könnte in Kenntnis diverser Antworten der Schülerinnen und Schüler auf bestimmte Fragestellungen und Probleme zusammenfassend festhalten, dass verschiedene Einflussfaktoren auf den Lernerfolg noch viel genauer untersucht werden müssten, damit sie nicht vorschnell einer Arbeitsweise – mit oder ohne digitale Medien – zugeordnet werden, weil sie bei beiden Formen des Lernens von Bedeutung sein können bzw. werden.

Siehe auch Kapitel 8. Evaluation und Reflexion!

7. Gender-Aspekte

Im vorliegenden Projekt werden keine Gender-Fragen gestellt bzw. geschlechtsspezifische Beobachtungen angestellt.

8. Evaluation und Reflexion

Zur **Evaluation** der eigenständigen Erarbeitung von mathematischen Themenbereichen durch die Schülerinnen und Schüler wurden

⇒ **Transferüberprüfungen durch Informationsfeststellungen in schriftlicher Form**

⇒ **Analysen der digital geführten Lerntagebücher**

⇒ **Kurzbefragungen zur Arbeit am vorgegeben Thema**

durchgeführt.

8.1 Transferüberprüfungen durch Informationsfeststellungen

Transferüberprüfungen durch Informationsfeststellungen in schriftlicher Form zum vorhin von den Schülerinnen und Schülern selbstständig digital erarbeiteten Thema sollen den Schülerinnen und Schülern und der Lehrkraft Auskunft über die erlangten Kompetenzen zum bearbeiteten Stoffgebiet geben.

Die **Auswertungen der Informationsfeststellungen** fallen – ohne Berücksichtigung von Schwierigkeiten (Siehe Kapitel 5.) – eher **ernüchternd** aus.

Betrachtet man beispielsweise die durchschnittlich erreichten Punkte der Schülerinnen und Schüler bei der Transferüberprüfung zu Modul 1 (Thema: „Winkel“), so liegt der Wert bei nur rund 40 Prozent.

Anmerkung: Die erreichten Prozentwerte liegen zwischen 12 % und 96 %. Besonders jene Schülerinnen und Schüler mit den besten Ergebnissen (zwischen 85 % und 96 %) liegen mit ihrer im Lerntagebuch angegebenen Bearbeitungszeit für das Thema deutlich unter dem Gruppendurchschnitt. Das heißt, die besten Ergebnisse wurden mit relativ kurzer Bearbeitungszeit erzielt. Unter der Annahme, dass von den Schülerinnen und Schülern alle Angaben fehlerfrei eingetragen wurden, liegen Überlegungen zur *Effizienz* des Arbeitens und/oder der *persönlichen Leistungsfähigkeit* bei dieser *Arbeitsweise* und/oder der *persönlichen Leistungsfähigkeit* im Bereich der bearbeiteten *mathematischen Stoffgebiete* allgemein nahe. Hier können bei der Auswertung von nur zwei Modulen, dem geringen Stichprobenumfang und bei fehlender konkreter Fragestellung zu diesem Aspekt keine näheren Aussagen getroffen werden.

Mögliche Erklärungsversuche für das eher schlechte Ergebnis bei den Transferüberprüfungen können als unbewiesene Vermutungen (Denkansätze) betrachtet werden:

Es gibt eine Reihe von Schwierigkeiten bzw. beachtenswerten Faktoren (Siehe Kapitel 5.), die von Schülerinnen und Schülern der 5. Schulstufe bei der erstmaligen eigenständigen Bearbeitung von Themenbereichen bewältigt werden müssen, welche mit der *digitalen* Erarbeitung des Stoffes alleine wenig zu tun haben. (Technische Probleme; Zeitmanagement bei einem umfangreicheren Arbeitsauftrag;

Lesekompetenz; Umgang mit Zielformulierungen; Selbstkontrolle; Einstellung auf eine veränderte Lernsituation; ...)

Die Schülerinnen und Schüler wussten, dass Informationsüberprüfungen nicht benotet werden. Kann dieses Wissen die Leistungsmotivation beeinflusst haben?

Vergleicht man jedoch den durchschnittlichen Wert aus der **Transferüberprüfung zu Modul 1** (rund 40 %) **mit** den durchschnittlich erreichten Punkten bei der **Transferüberprüfung zu Modul 2** (Thema: „Bruchdarstellung von Zahlen“), so liegt dieser schon um **rund 20 Prozent höher!**

Mögliche Erklärungsversuche bzw. Vermutungen und Fragestellungen:

Es wäre durchaus vorstellbar, dass bei den Schülerinnen und Schülern durch Modul 1 eine gewisse Einarbeitung in die für sie neue Arbeitsweise – Selbstständigkeit bei der Erarbeitung von Themenbereichen (Umgang mit Lernzielkatalogen, Zeitmanagement, Selbstkontrolle, ...) – stattgefunden hat.

Eine teilweise erfolgte Einarbeitung im Umgang mit digitalen Medien und somit weniger Beeinträchtigung durch technische Probleme könnte das Ergebnis bei Modul 2 ebenfalls positiv beeinflusst haben.

Vielleicht gibt es Themenbereiche (z.B.: „Winkel“ bei Modul 1), die zur Erarbeitung am PC mit anschließender Transferüberprüfung weniger geeignet sind?

Scheinbar war das Ergebnis der Transferüberprüfung aus Modul 1 zum Thema „Winkel“ auch für die Schülerinnen und Schüler ein Erlebnis der Ernüchterung, da rund 68 % der Schülerinnen und Schüler im Anschluss an Modul 1 bei der schriftlichen Kurzbefragung auf die *offene* Frage – **Was sollte ich eventuell beim nächsten Projekt verändern, um meinen Lernerfolg steigern zu können?** – geantwortet haben, dass sie *mehr arbeiten bzw. lernen* sollten bzw. werden. Dies scheint mir in Anbetracht der Tatsache, dass keine vorgegebenen Antworten anzukreuzen waren, eine sehr hohe Form der Reflexion und Selbstkritik seitens der Schülerinnen und Schüler zu sein.

Fragen der Lehrkraft könnten sein:

Wie hätten sich die Ergebnisse von Transferüberprüfungen entwickelt, wenn es weitere Module gegeben hätte?

Wären auch diese besser ausgefallen, oder ist die Steigerung bei Modul 2 vielleicht nur Zufall?

Wäre bei weiteren Modulen die Vorbereitung durch den Lehrer vielleicht optimaler (angepasster an die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler und somit effizienter für den Lernerfolg) geworden?

Wäre die Arbeitsweise der Schülerinnen und Schüler professioneller geworden, um mit der Form der Aufgabenstellung, den zur Verfügung stehenden Medien usw. erfolgreicher zu werden?

Solche und weitere Fragen bedürften zur (teilweisen) Beantwortung sicherlich eines Folgeprojektes mit größerem Stichprobenumfang und mit mehreren Modulen.

8.2 Analysen der digital geführten Lerntagebücher

Der eingefügte Ausschnitt aus einem digitalen Lerntagebuch zeigt die berücksichtigten Aspekte bei der Arbeit der Schülerinnen und Schüler. Die Lerntagebücher wurden den Schülerinnen und Schülern jeweils zu Beginn eines Moduls gemeinsam mit den Lernzielkatalogen und den digitalen Lernangeboten (Liste von Links und CD's) in Dateiform übergeben. Zu den Lerntagebüchern gab es den Arbeitsauftrag, für jede „Arbeitssitzung“ eine Zeile mit Angabe des Datums usw. zu verwenden bzw. einzutragen.

A1 fx Lerntagebuch					
	A	B	C	D	E
1	Lerntagebuch				
2					
3	Name:				
4	Thema:				
5	Gruppe:				
6					
7	Datum	Schwierigkeitsgrad zwischen 1 und 5	Bearbeitungsdauer in Minuten	Benötigte Hilfestellung – durch wen?	Welche „Angabe“ war für deinen Lernerfolg bei diesem Thema besonders hilfreich?
8					
9					
10					
11					
12					

8.2.1 Schwierigkeitsgrad zwischen 1 und 5

Beim „**Schwierigkeitsgrad zwischen 1 und 5**“ sollte die subjektiv empfundene Schwierigkeit bei der jeweiligen Arbeitssitzung eingetragen werden. Die **errechneten Mittelwerte** aus der individuellen Einschätzung **des Schwierigkeitsgrades** bei den Schülerinnen und Schülern liegen **bei Modul 1** (Thema: „Winkel“) **zwischen 1,0 und maximal 2,0 und im Gruppendurchschnitt bei 1,5.**

Bei Modul 2 (Thema: „Bruchdarstellung von Zahlen“) liegen die errechneten Mittelwerte aus der individuellen Einschätzung des Schwierigkeitsgrades **zwischen 1,0 und maximal 2,9 und im Gruppendurchschnitt bei 2,0.**

Nach Abschluss von Modul 1 (Thema: „Winkel“) wurde in einer kurzen Nachbesprechung der Ergebnisse aus den Lerntagebüchern auf den Umstand hingewiesen, dass die Ergebnisse bei der Transferüberprüfung von Modul 1 eher schlecht ausgefallen sind, obwohl die Schülerinnen und Schüler die Arbeit durchwegs als sehr leicht (zwischen 1,0 und 2,0) eingestuft haben. Die **Diskrepanz zwischen Selbsteinschätzung des Schwierigkeitsgrades und der erbrachten Leistung** wurde thematisiert. Es könnte natürlich sein, dass die Selbsteinschätzung des Schwierigkeitsgrades für die Schülerinnen und Schüler der 5. Schulstufe zu schwierig ist, oder dass es zu „Beschönigungen“ gekommen ist.

Ein Beispiel aus dem Sport sollte illustrieren, dass trotz subjektiv empfundenen hohen Schwierigkeitsgrades durch den Sportler auch der Sieg bei einem Wettkampf möglich ist. Es ist also nicht unbedingt ein Zeichen von Schwäche, wenn einem etwas schwieriger zu sein scheint. Sonst hätte beispielsweise der Sportler, der beim

Siegerinterview von seinem schwierigsten Wettkampf spricht, nicht gewinnen dürfen bzw. können.

Bei Modul 2 (Thema: „Bruchdarstellung von Zahlen“) liegen bei der Transferüberprüfung – trotz subjektiv schwieriger eingeschätzter Aufgabenstellungen während der Erarbeitungsphase – die durchschnittlich erreichten Prozentpunkte deutlich höher. Es ist also zu einer Veränderung bei der Einschätzung gekommen, die (etwas) realistischer zu sein scheint. Ob dies eine Folge des Gespräches nach Modul 1 mit der Intervention durch das Beispiel aus dem Sport ist, kann nur vermutet werden.

8.2.2 Bearbeitungsdauer in Minuten

Die „**Bearbeitungsdauer in Minuten**“ variiert laut Eintragungen der Schülerinnen und Schüler **bei Modul 1** (Thema: „Winkel“) **von 80 bis 768 Minuten**. Der **Gruppendurchschnitt liegt bei 261 Minuten** Bearbeitungsdauer.

Bei Modul 2 (Thema: „Bruchdarstellung von Zahlen“) liegen die **Bearbeitungszeiten zwischen 161 und 955 Minuten**. Der **Gruppendurchschnitt liegt bei 461 Minuten** Bearbeitungsdauer.

Grundsätzlich kann für beide Module festgehalten werden, dass die je besten drei Leistungen bei den Transferüberprüfungen jeweils von Schülerinnen und Schülern erbracht wurden, die bei ihrer individuellen Bearbeitungsdauer entweder deutlich unter dem Gruppendurchschnitt bzw. nur einmal knapp über dem Gruppendurchschnitt der Bearbeitungszeit lagen. Das heißt, überdurchschnittlich lange Bearbeitungszeiten haben bei niemandem zu „Spitzenleistungen“ geführt. Oder anders gesagt, **Bearbeitungsdauer und Erfolg bei der Transferüberprüfung stehen in keinem direkten Zusammenhang**. Vergleiche dazu auch Kapitel 8.1!

Diese Aussage lässt nochmals darauf hinweisen, dass eine genauere Untersuchung und möglicherweise **Steigerung der Effizienz** der Arbeit der Schülerinnen und Schüler ein interessantes und auch dringliches Thema wäre. Verleitet die Arbeit am Laptop vielleicht noch ein wenig mehr, sich zu „verzetteln“? Wären Erfolge alleine durch Thematisierung und Sensibilisierung möglich? Würden spezielle Methodentrainingseinheiten im Sinne der Lernzielorientierung zur Effizienzsteigerung führen?

8.2.3 Benötigte Hilfestellung – durch wen?

Einträge bei der Überschrift „**Benötigte Hilfestellung – durch wen?**“ finden sich **bei Modul 1** (Thema: „Winkel“) bei nur 4 Schülerinnen und Schülern. Das heißt, dass bei Modul 1 laut eigenen Angaben 4 Kinder bei der Bearbeitung des Themenbereiches Hilfe in Anspruch genommen haben, davon ein Schüler zweimal, sodass insgesamt nur **5 Hilfestellungen** seitens Lehrer, Eltern, Freunde, ... notiert wurden.

Anmerkung: Viele technische Hilfestellungen in der Anfangsphase durch die Lehrkraft wurden hier von den Schülerinnen und Schülern nicht notiert.

Bei der Nachbesprechung von Modul 1 wurde darauf hingewiesen, dass das Ergebnis der Transferüberprüfung gesamt eher schwach ausfiel – obwohl anscheinend sehr wenige Schülerinnen und Schüler Hilfestellungen benötigten bzw. anforderten. Es wurde als nützlich besprochen, sich gegebenenfalls öfter Hilfe zu organisieren, falls Unklarheiten bestehen.

Vergleicht man dazu **Modul 2** (Thema: „Bruchdarstellung von Zahlen“), so notieren 14 von den insgesamt 19 Schülerinnen und Schülern **49** in Anspruch genommene **Hilfestellungen** im Lerntagebuch.

Beim Unterpunkt Hilfestellungen kann jedoch vermerkt werden, dass jene Schülerinnen und Schüler, welche im Verlauf von Modul 2 die meisten Hilfestellungen (zwischen 6 bis 8) in Anspruch genommen haben, auch bei der Transferüberprüfung deutliche Steigerungen im Vergleich zu ihren Ergebnissen bei Modul 1 verzeichnen konnten.

Die insgesamt besten Transferleistungen wurden dennoch wieder von jenen Schülerinnen und Schülern erbracht, die auch bei Modul 2 keine bis maximal 2 Hilfestellungen (bei relativ kurzer Bearbeitungszeit) in Anspruch genommen haben.

8.2.4 Welche „Angabe“ war für deinen Lernerfolg bei diesem Thema besonders hilfreich?

Mit der Frage – „**Welche „Angabe“ war für deinen Lernerfolg bei diesem Thema besonders hilfreich?**“ – waren bezüglich Auswertung höhere Erwartungen verbunden, als die Antworten lieferten.

Es wurden bei beiden Modulen sehr wenige konkrete Angaben zu bestimmten Lernangeboten gemacht, sodass keine echten „Favoriten“ ausfindig gemacht werden konnten. Die meisten angebotenen Links kamen jedoch sehr allgemein vor. Etwas häufiger wurde genannt, dass auch mit der zum Buch „MathematiX“ gehörigen CD gearbeitet wurde. In manchen Lerntagbüchern findet sich in dieser Spalte aber kein einziger Eintrag.

Es wäre also schwierig bzw. unmöglich, aus den Daten zu dieser Fragestellung konkrete Trends oder besonders oft genannte digitale Lernangebote als Highlights zu nennen. Im Gegenzug gab es aber auch keine Hinweise darauf, dass die Schülerinnen und Schüler bestimmte Lernangebote als unbrauchbar befunden hätten.

8.3 Digitale Kurzbefragungen zur Arbeit am vorgegeben Thema

Die Schülerinnen und Schüler erhielten am Ende eines jeden Moduls einen Fragebogen mit je vier Fragen in digitaler Form vorgelegt. Diese Fragebögen wurden ohne Absprachemöglichkeit gleich in der Schule am eigenen Laptop beantwortet und gemeinsam mit den digitalen Lerntagebüchern abgegeben.

Fragen zu Modul 1 (Thema: „Winkel“)

1. Was hat mir am Projekt konkret gefallen?

Von 53 % der Schülerinnen und Schüler wird die Arbeitsweise (Eigenständigkeit, Laptop, Internet) genannt, welche konkret gefallen hat.

2. Wobei hatte ich Schwierigkeiten?

58 % der Schülerinnen und Schüler geben an, beim Zeichnen von Winkeln, bei der Gradeiteilung bzw. mit dem Geodreieck Schwierigkeiten gehabt zu haben.

21 % hatten laut eigenen Angaben keine Schwierigkeiten bei der Bearbeitung des Themas.

26 % geben an, mehr gelernt zu haben, weil sie einen Merktext schrieben und alle Links bearbeiteten. Anmerkung: 68 % der Schülerinnen und Schüler gaben im digitalen Fragebogen am Ende von Modul 1 als Vorsatz an, mehr lernen, üben und arbeiten zu wollen, um den Lernerfolg zu steigern.

8.4 Kommunikative Validierung durch Kleingruppenbefragung

Den **Abschluss von Modul 1** (Thema: „Winkel“) bildete eine **Kleingruppenbefragung** im Sinne einer kommunikativen Validierung. Es war für die Lehrkraft irgendwie nicht zufrieden stellend, dass die Schülerinnen und Schüler bei der schriftlichen Transferüberprüfung am Ende von Modul 1 im Durchschnitt eher wenige Punkte erreichten, obwohl sie mit der Durchführung des Projektes weitgehend zufrieden waren und von der Projektleitung für das nächste Modul kaum Veränderungen einforderten. Der Lösungsansatz seitens der Schülerinnen und Schüler für ein besseres Ergebnis in Hinblick auf Modul 2 war rein quantitativer Natur (68 % nahmen sich vor, mehr zu lernen, mehr zu arbeiten und mehr zu üben). Daher wurde auch versucht, bei der Kleingruppenbefragung die qualitative Ebene der Leistungssteigerung anzusprechen. Was kann also – außer „Mehrarbeit“ – gemacht werden, dass sich die Ergebnisse bei Transferüberprüfungen verbessern?

Auf die Frage – „*Hat dir die Liste mit den zu erreichenden Zielen (Lernzielen) geholfen? (Würdest du in Zukunft mit einer Liste von Lernzielen anders umgehen – wenn ja warum bzw. wie?)*“ – äußerten 89 % der Schülerinnen und Schüler den Vorsatz, sich bei künftigen Modulen die Lernziele viel früher bzw. zu Beginn der Arbeit anzuschauen.

Antworten auf Frage 4 des digitalen Fragebogens am Ende von Modul 2 – „*Was habe ich beim Projekt zum Thema Bruchzahlen jetzt anders (vielleicht besser) gemacht als beim Projekt zum Thema Winkel?*“ – gibt **Anlass zur Annahme**, dass die **Thematisierung des Umgangs mit Lernzielen**, die **Arbeitsweise der Schülerinnen und Schüler beeinflusst** hat. (Siehe Kapitel 8.3 – letzter Abschnitt)

Im Zuge der Kleingruppenbefragung nach Modul 1 wurden von den Schülerinnen und Schülern folgende digitale Angebote zum Thema Winkel als besonders hilfreich empfunden.

<http://www.mathe-online.at/materialien/christian.nosko/files/winkel/start.htm>

Willi Winkel – ein umfangreiches Projekt, das alle angegebenen Lernziele zum Thema Winkel abdeckt.

<http://www.bartberger.de/Klasse6/interaktiv/winkel/winkel.htm>

Interaktive Erklärungen zum Messen und Zeichnen von Winkeln (die „Filme“ können zwischendurch angehalten aber auch mehrfach angesehen werden)

CD – MathematIX 1 – suche dir im Lernweg der CD das Thema „Der Winkel“

Bezeichnung des Winkels; Erklärung der Winkelarten; Übung – Winkelarten

9. Digitale Lernangebote – Arbeitsunterlagen und Lernziele

Eine Auflistung der verwendeten digitalen Lernangebote für die beiden untersuchten Themenbereiche (Modul 1 – Thema: „Winkel“ und Modul 2 – Thema: „Bruchdarstellung

von Zahlen“) samt Lernzielformulierungen soll es Lehrerinnen und Lehrern ermöglichen, unter Berücksichtigung von Hinweisen und Ausführungen – unter Kapitel 5. Schwierigkeiten und Kapitel 8. Evaluation und Reflexion – die Unterlagen im eigenen Unterrichtsgeschehen vergleichend einzusetzen.

Arbeitsablauf – Siehe auch Kapitel 4. Module des Projekts und Projektverlauf!

Zu jedem Thema folgt zuerst die Liste der digitalen Lernhilfen, welche mit Kurzbeschreibungen (in Farbe) – was die jeweiligen Lernangebote bieten – versehen wurden. Somit soll die Orientierung für die Schülerinnen und Schüler in der Liste der Lernziele erleichtert werden.

9.1 Modul 1 – Arbeitsunterlagen zum Thema „Winkel“

9.1.1 Modul 1 – Liste der digitalen Lernhilfen zum Thema „Winkel“

Die Liste der Links wurde vor der Ausgabe an die Schülerinnen und Schüler am 20. Jänner 2009 auf Verfügbarkeit im Internet überprüft.

CD – MathematiX 1 – suche dir im Lernweg der CD das Thema „Der Winkel“

Bezeichnung des Winkels; Erklärung der Winkelarten; Übung – Winkelarten

<http://www.bartberger.de/Klasse6/interaktiv/winkel/winkel.htm>

Interaktive Erklärungen zum Messen und Zeichnen von Winkeln (die „Filme“ können zwischendurch angehalten aber auch mehrfach angesehen werden)

<http://www.realmath.de/Neues/Klasse6/winkel/winkelart2.html>

Eine etwas anspruchsvollere Übung zum Schätzen und Zeichnen von Winkeln;

Eher geeignet, wenn man die Winkelarten und die Winkelskala am Geodreieck bereits kennt;

<http://lbsneu.schule-bw.de/unterricht/faecher/mathematik/5interaktiv/winkelraten>

Winkel “raten“ – Ein interaktives Programm zum Einüben von Winkelweiten; Die Genauigkeit beim Üben kann selbstständig festgelegt werden.

<http://www.realmath.de/Neues/Klasse6/winkel/winkelart.html>

Winkelarten erkennen – den gezeichneten Winkeln ist die richtige Winkelart zuzuordnen.

<http://www.hs-brixlegg.tsn.at/hotpotatoes/mathematik/winkel/winkel01/winkel01.htm>

Gezeichneten Winkeln sind ihre Größen aus einer Liste von Zahlen zuzuordnen.

<http://mathebuch.at/mathebuch1/b1kap12.html>

Winkel und Kreis – „Winkeluhr“ und Winkelarten – Zuordnungsübungen (Große Auswahl an Übungen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad).

<http://www.eduvinet.de/mallig/mathe/6winkel/winkel1/memory.htm>

<http://www.mallig.eduvinet.de/mathe/6winkel/6winkel10.htm>

Winkelmemory

<http://www.mathe-online.at/materialien/christian.nosko/files/winkel/start.htm>

Willi Winkel – ein umfangreiches Projekt, das alle angegebenen Lernziele zum Thema Winkel abdeckt.

<http://schulen.eduhi.at/riedgym/mathematik/klasse1/winkel/6winkel1.htm>

Winkel Test – Multiple-choice Aufgaben – Größe von Winkeln und Winkelarten

9.1.2 Modul 1 – Liste der Lernziele zum Thema „Winkel“

- ⇒ Teile eines Winkels benennen und einzeichnen (beschriften) können.
- ⇒ Arten von Winkeln nennen und erklären können.
- ⇒ Gradeinteilung beim Winkelmesser (Geodreieck) kennen.
- ⇒ Winkel mit dem Winkelmesser (Geodreieck) zeichnen können.
- ⇒ Größe von Winkeln schätzen können und der entsprechenden Winkelart zuordnen können.
- ⇒ Alltagsbeispiele zum Thema Winkel nennen können.

9.2 Modul 2 – Arbeitsunterlagen zum Thema „Bruchdarstellung von Zahlen“

Gemeinsam mit den Arbeitsunterlagen zu Modul 2 erhalten die Schülerinnen und Schüler einige spezielle **Hinweise bzw. Arbeitsaufträge**:

Lies VOR Beginn der Arbeit alle Lernziele genau durch!

Mach dir während der Arbeit im Lerntagebuch Notizen, mit welchem Lernangebot (Link) du welche Lernziele erreichen kannst (konntest) und wobei du Hilfe benötigst hast.

Bitte beachte, dass manche Lernangebote (Links) weitergehende Inhalte bieten, als hier in den Lernzielen gefordert wird. Du kannst (sollst) dich natürlich gerne damit beschäftigen – aber erst, nachdem du die angegebenen Lernziele abgearbeitet hast.

Mach dir in einem Word – Dokument mit dem Namen „Merktext“ Notizen über Inhalte, die *du* als Merktext benötigen könntest. Anmerkung: Persönlich gestaltete Merktex te solltest du mit eigenen Worten erklären können!

9.2.1 Modul 2 – Liste der digitalen Lernhilfen zum Thema „Bruchdarstellung von Zahlen“

Die Liste der Links wurde vor der Ausgabe an die Schülerinnen und Schüler am 10. März 2009 auf Verfügbarkeit im Internet überprüft.

[CD – MathematIX 1](#) – suche dir im Lernweg der CD das Thema „Bruchzahlen“

Bruchteile, Brüche vergleichen, Gleichnamige Brüche addieren und subtrahieren, Umwandlung unechter Brüche in gemischte Zahlen, Addition gemischter Zahlen

Rechnen mit Brüchen – Merktex – Zusammenstellung: Schwarzinger, A.

Wissenswertes zum Thema Bruchzahlen in einem Word-Dokument.

<http://www.mathe-lexikon.at/grundlagen/broeche/brucharten.html>

Brucharten: Echte Brüche, Unechte Brüche, Uneigentliche Brüche, Stammbrüche, Dezimalbrüche;

Erweitern und Kürzen;

<http://www.realmath.de/Neues/Klasse6/bruchteil/bruchteilkreis.html>

Bruchteile eines Ganzen erkennen und in Bruchschreibweise angeben

<http://www.realmath.de/Neues/Klasse6/bruchteil/brucherstellen.html>

Bruchteile eines Ganzen zeichnen

<http://www.realmath.de/Neues/Klasse6/bruchteil/mehrereganze.html>

Bruchteile mehrerer Ganzer angeben

<http://www.realmath.de/Neues/Klasse6/broeche/bruchteile.html>

Bruchteile von Größen angeben

<http://www.realmath.de/Neues/Klasse6/broeche/dasganze.html>

Das Ganze aus einem Bruchteil berechnen

http://www.wgg-neumarkt.de/~hagner/daten_klasse_6/hotpot_kl_6/zuordnen_gem_zahl_unecht_br/start.htm

Umrechnung: Gemischte Zahlen – Unechte Brüche

<http://www.mathe-online.at/lernpfade/Bruchzahlen/>

Übersicht: Bruchteile eines Ganzen, Der Bruch als Rechenbefehl, Der Bruch als Quotient zweier natürlicher Zahlen, Erweitern von Brüchen, Kürzen von Brüchen, Vergleichen und Ordnen von Bruchzahlen, Bruchteile anhand der Zeit erkennen – sehr umfangreich!

<http://www.realmath.de/Neues/Klasse6/bruchord/bruchord.html>

Brüche nach der Größe ordnen – anspruchsvoll für den Anfang!

http://home.vr-web.de/kallenbachwil/M06/M06_1/Bruchteile.html

Bruchteile eines Bruchteils – interaktive Darstellung und Berechnung – anspruchsvoll für den Anfang!

9.2.2 Modul 2 – Liste der Lernziele zum Thema „Bruchdarstellung von Zahlen“

- ⇒ Teile eines Bruchs benennen können.
- ⇒ Bruchteile (Teile eines Bruchs) veranschaulichen und benennen können.
- ⇒ Brucharten (Echte Brüche; Unechte Brüche – Gemischte Zahlen; Uneigentliche Brüche; Stammbrüche; Dezimalbrüche) – nennen, erklären und zuordnen können.
- ⇒ Umrechnung: Unechter Bruch in Gemischte Zahl und umgekehrt.
- ⇒ Gleichnamige Brüche addieren und subtrahieren können.
- ⇒ Ungleichnamige Brüche auf gemeinsamen Nenner bringen können.

- ⇒ Erweitern und Kürzen von Brüchen erklären und durchführen können.
- ⇒ Brüche (durch Erweitern) vergleichen können.
- ⇒ Bruchzahlen mit ganzen Zahlen multiplizieren können.
- ⇒ Bruchzahlen durch ganze Zahlen dividieren können.

10. Résumé

Die ursprünglich im Abstract unter Punkt 5 angekündigte „Begründete gemeinsame Entscheidung für oder gegen bestimmte digitale Angebote“ konnte – wie im Kapitel 8.2.4 *Welche „Angabe“ war für deinen Lernerfolg bei diesem Thema besonders hilfreich?* schon ausgeführt – nicht in der Form geboten werden, da die dafür nötigen Angaben seitens der Schülerinnen und Schüler in den digitalen Lerntagebüchern zu wenig konkret ausgefallen sind.

„**Praktische Hindernisse**“ – oder besser: zu berücksichtigende Aspekte beim Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht werden unter Kapitel 5. *Schwierigkeiten – oder was auf jeden Fall zu beachten wäre!* aufgelistet.

Es sollte jedoch noch einmal darauf hingewiesen werden, dass einige der in diesem Abschnitt aufgelisteten Aspekte als Einflussfaktoren beim Lernen mit und/oder ohne digitale Medien von Bedeutung sein können.

Den so genannten „Praktischen Hindernissen“ beim Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht stehen nicht zu übersehende „**Potenziale**“ gegenüber.

Besonders erwähnenswert, scheint das hohe **Motivationspotenzial** bei den Schülerinnen und Schülern dieser Arbeitsweise gegenüber zu sein. In diesem Zusammenhang werden von den Schülerinnen und Schülern speziell die Eigenständigkeit und die Entscheidungsfreiheit beim Lernablauf genannt.

Digitale Medien bieten auch ein **hohes Maß an Individualisierungs- und Differenzierungsmöglichkeit**. Dies zeigt sich in der deutlich sichtbaren Heterogenität der Gruppe mit hoher Effizienz einiger Schülerinnen und Schüler beim Erarbeiten von Inhalten. Die besten Transferleistungen wurden bei beiden Modulen von jenen Schülerinnen und Schülern erbracht, die bei relativ kurzer Bearbeitungszeit der Lernunterlagen kaum Hilfen in Anspruch genommen haben.

Der Einsatz und die Nachbesprechung von digitalen geführten Lerntagebüchern führen zu **gesteigerter Reflexion** der Schülerinnen und Schüler im Hinblick auf die Ressource Zeit, die Selbsteinschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit und die Überprüfung der erlangten Kompetenzen.

11. Literaturverzeichnis

Liste mit Links aus dem Internet – Siehe Kapitel 9. Digitale Lernangebote – Arbeitsunterlagen, Lernziele und Arbeitsaufträge

mathematiX 1 (2006). Übungs-CD-ROM für SchülerInnen. Erste Auflage, Lizenzausgabe Veritas-Verlag, Linz