



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

S2 „Grundbildung und Standards“

MATHEMATIK

KOMPETENZORIENTIERT ÜBEN

Projektkoordinator

Dr. Leopold Sperker

Projektmitarbeiter/innen

Dr. Werner GILG

Dipl.-Päd. Herwig ALBER

Dipl.-Päd. Prof. Erika BRAZDA

Prof. Karl EICHINGER

Dipl.-Päd. Johann HIRSCH

Dipl. Päd. Mag. Dr. Maria NEMECEK

Prof. Franz STEINBAUER

ID 1297

**Praxishauptschule
der Kirchlichen Pädagogischen Hochschule Wien/Krems**

Wien, 19.Juni 2009

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG.....	4
2. PROJEKTDARSTELLUNG, UMSETZUNG UND ERGEBNISSE.....	5
3.1 Ausgangssituation.....	6
3.2 Das Team.....	6
3.3 Teamsitzungen.....	6
3.4 Arbeitsmappe	7
3.5 Exemplarische Beispiele	9
3.6 Begriffsklärungen	10
3.7 Aufgabentypen	11
3. UMSETZUNG DER ÜBUNGSPHASEN	12
4. FORSCHUNG UND ERGEBNISSE	13
5.1 Forschungshypothesen.....	13
5.2 Forschungsmethoden.....	13
5.3 Forschungsergebnisse des Übungsmaterials	13
5.4 Forschungsergebnisse der Lernstandsfeststellungen	26
5.5 Forschungsergebnisse der Fragebogenerhebung	28
5.6 Interviews mit den Lehrenden	31
5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	34
6. LITERATURLISTE	37
7. ANHANG.....	39
8.1 Fragebogen für die Schülerinnen und Schüler	39
8.2 Interviewfragen für die Lehrenden.....	40
8.3 Standards.....	40
8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	44
9. ARBEITSBLÄTTER.....	45

ABSTRACT

Es ist Aufgabe von Praxisschulen, Studierende in den Schulpraktischen Studien zu begleiten und in die grundlegende Unterrichtsarbeit einzuführen. Ein wesentlicher Anteil am Wissen und Können der Schülerinnen und Schüler ist das qualitätsvolle Üben, welches bis dato wissenschaftlich kaum untersucht wurde, obwohl sehr viel Unterrichtszeit dafür verwendet wird.

Ziel im Bereich der HS im Fach Mathematik war eine Neuorientierung der Übungsphasen im Unterricht. Mit Hilfe von verschiedenen Aufgabentypen, die unterschiedliche Niveaus an Bearbeitung zulassen, brachten sich die Schülerinnen und Schüler durch kompetenzorientiertes, selbstreguliertes Üben gemäß ihren Fähigkeiten ein.

Während in den bisherigen Übungsphasen verschiedene Aufgabenbeispiele von den Lehrenden meist an alle gleich vorgegeben wurden, wurden in diesem Projekt geschlossene Aufgaben, aber vor allem offene Aufgaben, FERMI-Aufgaben auf der Basis von Aufgabenqualitäten (Authentizität, Bedeutsamkeit, Relevanz, Offenheit, Aufforderungscharakter) thematisiert.

Im Sinne einer Aktionsforschung wurden die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe von Fragebögen und offenen Interviews befragt. Auch die Lehrenden kamen mit Hilfe von strukturierten Interviews zu Wort, außerdem wurden Lernstandsfeststellungsdaten auf den Arbeitsblättern gesammelt und ausgewertet.

Die Ergebnisse des Projekts weisen auf eine hohe Zufriedenheit der Lernenden mit den verschiedenartigen Übungsbeispielen hin, wobei Fermi-Aufgaben und auch offene Aufgaben gerne angenommen wurden. Die anschließenden Lernstandsfeststellungen wurden von den Kindern als Bereicherung wahrgenommen, da vorhandenen Defizite aufgezeigt und danach entsprechende Maßnahmen von den Lehrenden gesetzt wurden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass diese Art des Übens viele Parameter eines modernen, individualisierenden und kompetenzorientierten, leistungs- und interessendifferenzierten Unterrichts aufweist. Ziel dieser Evaluationsforschung war dies auch empirisch zu belegen, was auch gelungen ist.

Schulstufe: 7. Schulstufe

Fächer: Mathematik

Kontaktperson: Dr. Leopold Sperker

Kontaktadresse: Kirchliche Pädagogische Hochschule Wien/Krems
1210 Wien, Mayerweckstr. 1; Campus Strebersdorf

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die TIMSS- und PISA Studien waren Auslöser für eine breite Diskussion über die Effektivität und Sinnhaftigkeit des tradierten Mathematikunterrichts in Österreich, wie auch in Deutschland. Ein Ergebnis dieser heftigen Diskussion war die Vorgabe seitens des Bildungsministeriums Bildungsstandards für das Fach Mathematik zu erstellen, die bei den erfolgreichen „Pisa-Staaten“ schon seit längerer Zeit verbindlich vorgegeben sind.

Nach Klieme beschreiben Bildungsstandards die fachlichen Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler bis zum jeweiligen Abschluss erwerben sollen.

Ausgangspunkt dieses Projekts waren kleinere Vorprojekte an der Praxishauptschule bezüglich der Scharnierstellenproblematik Grundschule und Sekundarstufe 1. Viele Kinder der Volksschule kommen mit ähnlichen Beurteilungen, die Wissensstände sind aber sehr different. Um dieses subjektive Empfinden zu evaluieren, wurden Lernstandserhebungen, basierend auf dem Lehrplan der Volksschule, am Beginn der ersten Klasse Hauptschule durchgeführt. Eindeutig zeigte sich, dass sehr viele Noten in keinem Kontext zu den Lernständen der Kinder standen, Lehrplaninhalte möglicherweise nicht unterrichtet wurden oder nicht mehr präsent sind. Als Konsequenz aus dieser Tatsache wurden kompensatorische Förderkurse eingerichtet, um grundlegende Wissensdefizite der Volksschulabgängerinnen und -abgänger zu beheben.

In diesen Förderstunden stellte sich die Frage des Arbeitsmaterials, auf welchem Niveau dieses sein sollte, in welcher Sozialform diese Defizite aufgearbeitet werden sollten. Es bildete sich eine Expertengruppe, die für diese Aufgabe eigene Übungsblätter entwickelte.

Parallel dazu gab es eine andere Expertengruppe, die sich mit den künftigen Standards und Kompetenzen im Mathematikunterricht beschäftigte und aus diesen beiden Gruppen bildete sich das Projektteam.

Es ist auch Aufgabe von Praxisschulen, Studierende in den Schulpraktischen Studien zu begleiten und in die grundlegende Unterrichtsarbeit einzuführen. Ein Großteil der Studenten und Studentinnen sammelt die ersten Lehrerfahrungen an den Praxisschulen der KPH (Kirchliche Pädagogische Hochschule). Ein Großteil dieser Erfahrungen wird in der Umsetzung von Übungssequenzen im Unterricht gemacht.

Ein wesentlicher Anteil am Wissen und Können der Schülerinnen und Schüler ist das qualitätsvolle Üben, welches bis dato wissenschaftlich kaum untersucht wurde, obwohl sehr viel Unterrichtszeit dafür verwendet wird.

Ziel dieses Projekts im Bereich der Hauptschule im Fach Mathematik ist eine Neuorientierung der Übungsphasen im Unterricht. Mit Hilfe von verschiedenen Aufgabentypen, die unterschiedliche Niveaus an Bearbeitung zulassen, bringen sich die Schülerinnen und Schüler durch kompetenzorientiertes, selbstreguliertes Üben gemäß ihren Fähigkeiten ein.

Folgende **Forschungshypothesen** hat das Team in den Besprechungen vereinbart:

- Kompetenzorientiert aufgebautes Arbeitsmaterial steigert die Interessensdifferenzierungen der Lernenden und verbessert dadurch auch den Lernprozess.
- Durch die offene Lernsituation und regelmäßige Informationsfeststellungen ist gezieltes Fördern durch Lehrende möglich.
- Die freie Wahl der klar strukturierten Aufgaben, die freie Wahl der Sozialform und eine entsprechende Fehlerkultur erhöhen die Lernmotivation und Kompetenzen.

Während in den bisherigen Übungsphasen verschiedene Aufgabenbeispiele von den Lehrenden meist an alle gleich vorgegeben wurden, werden in diesem Projekt geschlossene Aufgaben, aber vor allem offene Aufgaben, FERMI-Aufgaben auf der Basis von Aufgabenqualitäten (Authentizität, Bedeutsamkeit, Relevanz, Offenheit, Aufforderungscharakter) thematisiert.

Dies wurde durch ein entsprechend aufbereitetes Übungsmaterial erreicht, das auf den allgemeinen und inhaltlich mathematischen Standards (V4/07) (siehe Anhang) mit entsprechenden Übungsstrategien und Leistungskontrollen mit anschließender pädagogischer Diagnose unter dem Aspekt des intelligenten Übens (Automatisierung, Qualitätssteigerung, Transfer) basierte.

Im Sinne einer Aktionsforschung wurden die Schülerinnen- und Schüler am Ende des Projekts mit Hilfe von Fragebögen befragt. Auch die Lehrenden kamen mit Hilfe von strukturierten Interviews zu Wort, außerdem wurden Lernstandsfeststellungsdaten gesammelt und ausgewertet.

Methodenbegründung

Im Sinne einer Aktionsforschung wurden die Schülerinnen- und Schüler mit Hilfe von Fragebögen, offenen Interviews befragt. Auch die Lehrenden kamen mit Hilfe von strukturierten Interviews zu Wort, außerdem wurden Lernstandsfeststellungsdaten gesammelt und ausgewertet.

2. PROJEKTDARSTELLUNG, UMSETZUNG UND ERGEBNISSE

Den eigenen Unterricht und die Schule zu erforschen und herauszufinden, wo Stärken und Schwächen auftreten, das ist die Kernaufgabe der Arbeit an der Qualität in der Schule.

Schulinterne Evaluation ist ein kontinuierlich systematischer Lern- und Arbeitsprozess der Schule selbst, bei dem vor Ort von den Beteiligten selbst Informationen bzw. Daten über das Lernen, den Unterricht und die Schule gesammelt werden (Leuders 2001).

Die Lernenden werden mit den grundlegenden Konzepten der Mathematik vertraut gemacht und lernen gemäß ihren Entwicklungsständen. Mit zunehmendem Reifegrad der Lernenden wird deren Verantwortung für die eigene Bildung die Erziehungsverantwortung der Lehrpersonen immer mehr ablösen.

Das „Was“, „Wie“ und „Warum“ wird durch ein entsprechendes Treatment den Lernenden nahe gebracht. Die Schülerinnen und Schüler sollen befähigt werden, mathematische Inhalte in ihrem gegenwärtigen und zukünftigen Alltag anzuwenden. Dazu werden Übungsbeispiele eingesetzt, die eine Vermittlung und Bearbeitung von Inhalten unterstützen. Diese sind weiters geeignet, Entscheidungen hinsichtlich des konstruktiven Umgangs mit Mathematik selber zu treffen.

3.1 Ausgangssituation

Wie im Abstract erwähnt, ist es Aufgabe der KPH Studierende des Studiengangs Hauptschule professionell in ihre zukünftige Unterrichtsarbeit einzuführen. Sie lernen Unterricht methodisch und didaktisch entsprechend den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen zu planen und umzusetzen. Ein wesentlicher Anteil dieser Unterrichtsarbeit ist das Gestalten von „intelligenten“ Übungssequenzen.

Für dieses Projekt standen drei Klassen der 7. Schulstufe mit insgesamt 72 Schülerinnen und Schülern der Praxishauptschule zur Verfügung. Die äußere Organisation dieser Klassen besteht aus heterogen zusammengesetzten Klassen, in denen innere Leistungsdifferenzierung stattfindet. Entsprechend ihren Leistungen werden die Kinder den 1. und 2. Leistungsgruppen zugeordnet, wobei die Kinder der 1. Leistungsgruppe nach dem Lehrplan des Realgymnasiums unterrichtet werden. Aus diesem Grund wird mit Hilfe von entsprechenden Unterrichts- und Arbeitsmaterialien individualisierender Unterricht angeboten und umgesetzt.

Im Rahmen der Schulautonomie werden die Kinder in vier Unterrichtseinheiten pro Woche im Fach Mathematik zum Großteil im Teamteaching unterrichtet.

3.2 Das Team

Bevor dieses Projekt initiiert wurde, fanden im Vorfeld verschiedene Klassenprojekte statt, die sich mit der Scharnierstellenproblematik Volksschule Hauptschule beschäftigten. Ziel dieser Vorprojekte war es, die verschiedenen Lernstände der Kinder der ersten Klasse Hauptschule festzustellen und mit einem individuellen Unterricht die Leistungsdefizite zu beseitigen.

Dabei stellte sich heraus, dass es für diese komplexe Thematik kein entsprechendes Lernmaterial gibt und die Lehrenden geeignete Materialien selbst erstellen mussten.

Aus diesem Team entwickelte sich der Wunsch nach einem Projektteam, das sich generell mit dem Üben im Mathematikunterricht auseinandersetzte. Das Team setzte sich aus folgenden Lehrenden zusammen: Dr. Leopold Sperker (Projektleitung), Dr. Werner Gilg (Schulleiter), Dipl.-Päd. Herwig Alber, Dipl.-Päd. Prof. Erika Brazda, Prof. Karl Eichinger, Dipl.-Päd. Johann Hirsch, Dipl. Päd. Mag. Dr. Maria Nemecek, Prof. Franz Steinbauer.

3.3 Teamsitzungen

Voraussetzungen für die Planung solcher Projekte sind entsprechende Teams, in denen die Basis des zukünftigen Projekts und die daraus ergebenden Arbeiten festgelegt werden. Hauptarbeit bei diesen Teamsitzungen waren die Festlegung der Kategorien der Übungsbeispiele, die Sichtung der Schulbücher, Literatur und die Auswahl der entsprechenden Beispiele.

Nach Auswahl der in Frage kommenden Aufgabenstellungen wurden Arbeitsblätter mit den entsprechenden Themen zusammengestellt (siehe Anhang). Diese Übungsbeispiele wurden den Kompetenzen der allgemeinen Bildungsstandards des BIFI Version 4 aus dem Jahre 2007 (siehe Anhang) zugeordnet.

In den Teamsitzungen wurden folgende Themen, basierend auf dem Lehrplan der Hauptschule und des Realgymnasiums aus der 7. Schulstufe Mathematik ausgewählt:

1. Prozentrechnungen
2. Ganze Zahlen / Zuordnungen
3. Flächen

Es war nicht immer sehr einfach, geeignete Zeitpunkte für gemeinsame Teamsitzungen, an denen alle Lehrenden teilnehmen konnten, zu finden. Ebenso schwierig war es, einen gemeinsamen Übungszeitrahmen für alle drei Klassen zu finden, da diese an verschiedenen zusätzlichen Schulveranstaltungen (wie zum Beispiel Wintersportwoche, Lehrausgänge, Unterricht von Studierenden,...) teilnahmen.

Das Sichten der entsprechenden Fachliteratur, Übungsmaterialien, speziell die Recherchen für offenen Fragestellungen und FERMI-Aufgaben für die entsprechenden Themen stellte sich als sehr zeitaufwändig heraus.

Da ein hoher Anspruch an die graphische Gestaltung gestellt wurde um einen hohen Aufforderungscharakter zu erzielen, nahm die Erstellung der Übungsblätter sehr viel Zeit in Anspruch. Die erstellten Arbeitsblätter wurden färbig ausgedruckt und in Mappen den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung gestellt.

Nach den Übungsphasen wurden Lernstandsfeststellungen mit ähnlichen Beispielen wie in der Übungsphase zusammengestellt und für Diagnosezwecke ausgewertet.

3.4 Arbeitsmappe

Um den Lernprozess entsprechend dokumentieren zu können, wurden die verwendeten Arbeitsblätter und die anschließenden Tests in einer Mappe gesammelt. Am Ende jeder Übungsphase wurden die Mappen von den Kindern zusammengestellt und dem Evaluator zur Verfügung gestellt. Da erhebliche Datenmengen anfielen, war die Dateneingabe sehr zeitaufwändig. Unterstützt wurde hierbei das Team von Studierenden der KPH Wien/Krems, ohne deren Hilfe die Datensicherung nicht realisiert hätte werden können.

Jedes Bsp. war in einen Raster eingegliedert, der die wichtigsten Parameter der Forschungsfragen abfragte. Die Lernenden mussten nach dem Berechnen des jeweiligen Beispiels die nebenstehenden Fragen beantworten. Dabei wurde beobachtet, dass dieses Ausfüllen vielen Kindern Schwierigkeiten bereitete, da sie in ihren Urteilen oft unsicher sind und dadurch nicht gerne Entscheidungen treffen.

Aber gerade dieses „Nachdenken“ z.B. über den Schwierigkeitsgrad eines Beispiels führt zu einer Kompetenzerweiterung der Selbsteinschätzung, der Selbstüberprüfung

und vielleicht das Eingestehen von Wissensdefiziten, was einen Folgelernprozess auslösen kann.

Tabelle 1: Kompetenzraster

AB 1		Prozentrechnung	Datum	Blatt 1	Klasse: NAME:					
Beispiel	1. Typ	2. Typ			3. Hand- lung	4. Inhalt	6. Leh- renden- hilfe	Ich habe dieses Beispiel...	9. Dieses Beispiel war für mich...	10. Minuten
	<i>T1(G)</i> <i>MC1</i> <i>MC2</i> <i>LM</i>	<i>T2(O)F</i>			H1 H2 H3 H4	I1, I2 I3, I4 5. Kom- petenz K1, K2, K3	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein			
Bsp1							7. richtig gelöst: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> leicht <input type="radio"/> mittel <input type="radio"/> schwer <input type="radio"/> nicht lösbar		
							8. gelöst: <input type="radio"/> alleine <input type="radio"/> mit einem/ <input type="radio"/> einer Partner/ in <input type="radio"/> in der Gruppe <input type="radio"/> verpflich- tend			

3.5 Exemplarische Beispiele

Beispiel einer FERMI-Aufgabe



Der menschliche Körper besteht zu mehr als der Hälfte aus Wasser.

Thomas hat an einem heißen Sommertag an einer Radtour teilgenommen, kehrt total erschöpft nach Hause zurück und meint: „Jetzt bin ich um die Hälfte leichter und um 50 % kleiner!“

Während Thomas auf die Waage steigt und feststellt, dass er noch 48 kg hat, läuft sein Bruder um zwei Wasserflaschen.

Beispiel einer Multiple Choice Aufgabe:

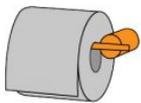


Elisa, Alex und Flo sparen für ein Zelt. Flo hat schon 40% des Geldes zusammen,

Elisa immerhin 40% dessen, was nun noch dazukommen muss. Kurzentschlossen gibt Alex 45 € dazu, und nun reicht es genau aus, um das Zelt zu kaufen. Wie viel kostet es?

(A) 75 € (B) 80 € (C) 85 € (D) 96 € (E) 125 €

Beispiel einer weiteren FERMI-Aufgabe:



1 Rolle hat 150 Blätter.

Wie viele Rollen benötigt man, um den Turnsaal auszulegen?

Weitere FERMI-Aufgaben:



Wie viele Quadratmeter Bart rasiert ein Mann in seinem Leben?



Wie viele Liter Wasser tropfen aus einem undichten Wasserhahn pro Tag?



Wie viele Menschen können bei einem Popkonzert auf einem Fußballfeld nebeneinander stehen?

(www.mathematik.uni-dortmund.de/ieem/_personelles/papers/buechter; 08.04.2009; 18:30)

3.6 Begriffsklärungen

Üben

Der Schwerpunkt dieses Forschungsprojekts wird auf das Üben im Mathematikunterricht gelegt, wobei dieser Übungsprozess einsetzt, wenn eine Aneignungs- und Erarbeitungsphase ganz oder halbwegs abgeschlossen ist. Nach Meyer ist Üben ein didaktischer, kein psychologischer Begriff und dient unterschiedlichen Zwecken, u. a. zur Automatisierung des Gelernten, zur Qualitätssteigerung und Vertiefung und zum Transfer, dem Anwenden in neuen Wissens- und Könnensbereichen. Beim Üben findet eine Anreicherung des Könnens statt, die nur zum Teil durch den vorausgegangenen Unterricht zu erklären ist. Üben ist also konstitutiver Bestandteil von Lernen. Üben beginnt dort, wo erste Lernerfahrungen bereits gemacht wurden.

„Üben macht den Meister“. Nach Meyer gilt dies nur für „richtiges“ oder „intelligentes“ Üben. Die folgenden wesentlichen Merkmale des „intelligenten“ Übens wurden in diesem Projekt besonders berücksichtigt.

Die Übungsphasen sind intelligent gestaltet, wenn

- ausreichend oft und im richtigen Rhythmus geübt wird,
- die Übungsaufgaben zum Lernstand formuliert werden,
- die Schülerinnen und Schüler allgemein fachunabhängige Kompetenzen entwickeln und die richtigen Lernstrategien nutzen,
- die Lehrerinnen und Lehrer gezielte Hilfestellung beim Üben geben,
- die Schülerinnen und Schüler beim Üben mehr Spaß haben, dies passiert, wenn sie freiwillig und selbsttätig üben und der Erfolg unmittelbar einsichtig ist,
- die Übungsmaterialien ansprechend und selbst erklärend gestaltet sind.
(Meyer 2004, S. 104ff)

Als wesentliche Ziele des Übens legte das Projektteam Folgendes fest:

- Geläufig machen von Fertigkeiten, Abrufbarmachen von Kenntnissen, Festigen von Routinen
- Anwenden des Gelernten auf ähnliche Fälle und Vernetzen von Stoffgebieten
- Entdecken von mathematischen Eigenschaften oder von allgemeinen Regeln
- Kommunikation über Erfahrungen und Entdeckungen mit mathematischen Argumenten in adäquater Form mit mathematischen Sprachmitteln
- Flexibilisierung von Fähigkeiten und Strategien, Vernetzen von Begriffen
- Stärken von Selbstregulationskompetenzen, Selbstbewusstsein und Kreativität

Selbstgesteuertes Lernen

Selbstgesteuerte Lernformen werden als solche bezeichnet, wenn die Lernenden die wesentlichen Entscheidungen über Inhalt, Zeitpunkt, Form und Ziel des Lernens in gravierender Weise selbst bestimmen. Dieses Lernen dient zum Erwerb der Fähigkeiten von Lernstrategien, Steuerung der motivationalen Prozesse, metakognitiver Fähigkeiten, um das eigene Lernverhalten zu kontrollieren und korrigieren (Levin, Arnold: in Arnold et al (Hrsg.) 2006; S. 206ff).

Dies soll bei diesem Projekt durch die freie Wahl der Beispiele und der Sozialform erreicht werden.

3.7 Aufgabentypen

Beim Aufgabeneinsatz stellt sich die grundlegende Frage, ob er zum Erkunden, Systematisieren, Üben oder für die Diagnose und zur Leistungsüberprüfung dient.

Wesentlich sind folgende Kriterien:

- Authentizität – Bedeutsamkeit – Relevanz
- Offenheit
- Aufforderungscharakter: Anwendungsrelevanz, aktueller Bezug, kognitiver Konflikt, Bezug zur Wahrnehmungswelt der Lernenden, Präsentationsform, innermathematische Eigenschaften

Die Planungsgruppe hat sich bei den Besprechungen auf folgende Aufgabentypen geeinigt:

1. Geschlossene Aufgaben, Übungsaufgaben (Beispielaufgaben):

Diese kennzeichnen sich durch viele gleichartige Übungsaufgaben zum Trainieren einzelner (isolierter) Fertigkeiten – oft mit dem Ziel, die Fertigkeit zu automatisieren. Sie haben

- eindeutige Zweckorientierung (Einschleifen bestimmter Fähigkeiten, Einstiegsaufgaben, Prüfungsaufgaben)
- Einleisigkeit des Rechnungsweges (Nur ein Weg zur Lösung)
- Existenz einer eindeutigen Lösung (Der Zielzustand ist eindeutig definiert, Schülerinnen und Schüler wissen nach einer Absprache genau, wann und ob sie das Problem gelöst haben. Es ist im Voraus klar, dass das Problem mit den vorher behandelnden Mitteln zu lösen ist).
- Engführung der Aufgabenstellung (kleinschrittige Gliederung der Aufgabenstellung, schließt Möglichkeiten für eigene Lösungswege aus).

Die Steigerung der Schwierigkeit der Aufgaben wurde festgelegt durch verschiedene Schwierigkeitsgrade, Zielumkehr (vom Ergebnis zur Aufgabe), Variation der Aufgaben, Bilden von Nachbaraufgaben, Vergleichsaufgaben zur Abgrenzung der Gültigkeit und Zusammensetzen von Teilaufgaben zu komplexen Aufgaben.

2. Offene Aufgaben (wenigstens eine der Komponenten ist mehrdeutig oder unklar):

Diese Aufgaben weisen folgende Merkmale auf:

- Es gibt mehrere Lösungswege. Welcher Weg einzuschlagen ist, liegt nicht gleich auf der Hand.
- Die Problemsituation muss erst thematisiert werden.
- Es werden „weiche mathematische“ Tätigkeiten verlangt.
- Eine unscharf definierte Problemstellung führt zu divergenten, konkurrierenden Ansätzen.
- Zur Lösung der Aufgabe bedarf es der Integration von mathematischen Kenntnissen aus verschiedenen Bereichen, eventuell besteht die Notwendigkeit einer Erweiterung der Wissensbasis.
- Aufforderung zur Begründung zur Strategiefindung.

- Variation der Ausgangssituation.
- Weglassen von Vorgaben oder Informationen.
- Zielumkehr/Perspektivenumkehr.
- Anwendungssuche für Modelle/Verfahren.
- Störaufgaben.

(Büchters, Leuders 2005; S. 88ff)

3. Multiple Choice Aufgaben

- Multiple Choice Aufgaben mit genau einer richtigen Antwort pro Frage (1 aus 6)
- Multiple Choice Aufgaben mit mehreren richtigen Antworten pro Frage (2 aus 5)

(Herget in Blum et al (Hrsg) 2006; S. 180ff)

4. FERMI – Aufgaben (nach dem Physiker Enrico Fermi) zeigen folgenden Charakteristika:

- Heuristische Funktion: Fragen stellen
- Alltagswissen benutzen
- Arbeiten mit großen Zahlen
- Umrechnen von Größen
- Überschlagsrechnungen, geschicktes Rechnen
- Unklarheiten verkraften, also auch bei vagen Angaben weiterarbeiten
- Ergebnisse überprüfen und bewerten
- Kontroll- und Bewertungsstrategie

(Büchters, Leuders 2005; S. 158ff)

5. Lernmaterialien wurden vom Projektteam geplant, kamen aber während des Projektverlaufes nicht zum Einsatz.

3. UMSETZUNG DER ÜBUNGSPHASEN

In einer Jahresplanung wurden die Lehrplaninhalte der 7. Schulstufe in Mathematik von der Projektgruppe sequentiert, wobei die Erarbeitungsphase didaktisch-methodisch den einzelnen Lehrenden zur Disposition gestellt wurde. Darauf erfolgten die vierzehntägigen Übungsphasen mit dem vorgegebenen Übungsmaterial.

Die Planungsgruppe vereinbarte in den Teamsitzungen folgende wesentlichen Merkmale der Übungsphasen im Forschungsprojekt:

- Es wird an die Erarbeitungsphase eine vierzehntägige Übungsphase angeschlossen.
- Es gibt gemeinsam vereinbarte, von den Lehrenden und den Lernenden eingehaltene Regeln.
- Es gibt ziel-, themen- oder methodendifferenzierten Übungsaufträge in Form von Arbeitsblättern.

- Die Übungsarbeit erfolgt in einer offenen Lernsituation, wobei die Schülerinnen und Schüler die Beispiele selber auswählen, ihr Lerntempo und die Sozialform selbstständig bestimmen, wobei Individualisierung und Differenzierung im Vordergrund stehen.
- Die Lehrenden beobachten die Übungsversuche und geben einzelnen Schülerinnen und Schülern, wo dies notwendig ist, fachliche Hilfestellungen.
- Die Übungsleistungen werden anerkannt und gesammelt (Arbeitsmappe).
- Auf eine entsprechende Fehlerkultur wird geachtet, wobei Fehler auch Indikatoren von Schülervorstellungen sein können.
- Das Vergessen von Fachinhalten wird als „menschlich“ akzeptiert und entsprechende Wiederholungen angeboten.
- Im Anschluss an die Übungsphase wird eine Informationsfeststellung zur Kompetenzüberprüfung, nicht aber zur Leitungsfeststellung, durchgeführt.
- Bezug nehmend auf die Ergebnisse werden individuelle Fördermaßnahmen gesetzt.
- Abschließend werden die Mappen dem Evaluationsteam zur Datenverwertung mit dem Programm SPSS übergeben.

4. FORSCHUNG UND ERGEBNISSE

5.1 Forschungshypothesen

Das Team hat in den Besprechungen zu Beginn des Projekts folgende Hypothesen festgelegt:

- Kompetenzorientiert aufgebautes Arbeitsmaterial steigert die Interessensdifferenzierungen der Lernenden und verbessert dadurch auch den Lernprozess.
- Durch die offene Lernsituation und regelmäßige Informationsfeststellungen ist gezieltes Fördern durch Lehrende möglich.
- Die freie Wahl der klar strukturierten Aufgaben, die freie Wahl der Sozialform und eine entsprechende Fehlerkultur erhöhen die Lernmotivation und Kompetenzen.

5.2 Forschungsmethoden

Ziel dieser Evaluation (Evaluierung bedeutet allgemein die Beschreibung, Analyse und Bewertung von Prozessen und Organisationseinheiten, insbesondere im Bildungsbereich) eines Teilbereiches des Mathematikunterrichts ist es, Erkenntnisse zu gewinnen und begründet zu bewerten.

5.3 Forschungsergebnisse des Übungsmaterials

Da im Laufe des Projekts eine große Anzahl von Daten erhoben wurde, können in diesem Bericht nur exemplarisch einige Teilergebnisse dargestellt und interpretiert werden. Vorrangig werden offene Aufgaben wie „Fermi-Aufgaben“ und „Multiple-Choice“ vorgestellt, da diese Beispielarten für die Kinder neu waren und deshalb für eine Auswertung besondere Bedeutung haben. Die Daten wurden mit dem Programm SPSS ausgewertet und mit Tabellen oder Balkendiagrammen dargestellt.

Es wurde eine Mischform der Darstellungsart gewählt, vorrangig war eine gute Ablesbarkeit der Daten.

Nachfolgend werden einige Beispiele vorgestellt und interpretiert.

3. Klassen: Fermiaufgabe: H1, I2, K3



URLAUB AM BIOBAUERNHOF STANGL

Ulli und Melanie machen Urlaub am Bauernhof und helfen überall mit. Beim Ausmisten sagen sie zur Bäuerin: „In deinem Stall sind viele Tiere. Sie haben 118 Füße.“

Tabelle 2: Bewertung des Beispiels

Klasse * Bewertung des Bsp. Kreuztabelle

			Bewertung des Bsp.				
			leicht	mittel	schwer	nicht lösbar	Gesamt
Klasse	2a	Anzahl	9	3	0	0	12
		% von Klasse	75,0%	25,0%	,0%	,0%	100,0%
		% der Gesamtzahl	19,6%	6,5%	,0%	,0%	26,1%
	2b	Anzahl	6	7	0	2	15
		% von Klasse	40,0%	46,7%	,0%	13,3%	100,0%
		% der Gesamtzahl	13,0%	15,2%	,0%	4,3%	32,6%
	2c	Anzahl	5	10	2	1	18
		% von Klasse	27,8%	55,6%	11,1%	5,6%	100,0%
		% der Gesamtzahl	10,9%	21,7%	4,3%	2,2%	39,1%
Gesamt	Anzahl	21	20	2	3	46	
	% der Gesamtzahl	45,7%	43,5%	4,3%	6,5%	100,0%	

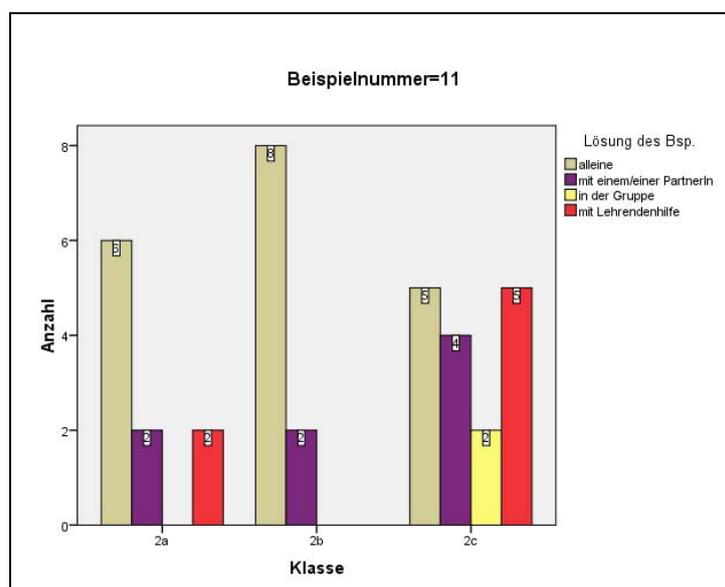
Tabelle 3: Hilfestellung durch die Lehrenden

Klasse * Lehrende-Hilfestellung * Beispielnummer Kreuztabelle

Beispielnummer				Lehrende-Hilfestellung		
				ja	nein	Gesamt
11	Klasse	2a	Anzahl	14	5	19
			% von Klasse	73,7%	26,3%	100,0%
		2b	Anzahl	11	15	26
			% von Klasse	42,3%	57,7%	100,0%
		2c	Anzahl	12	9	21
			% von Klasse	57,1%	42,9%	100,0%
	Gesamt	Anzahl	37	30	67	
		% der Gesamtzahl	55,2%	44,8%	100,0%	

In der Tab.2 lässt sich ablesen, dass fast 89% der Kinder dieses Bsp. als leicht oder eher leicht einstufen, nur 6,5% gaben an, dass dieses Bsp. unlösbar sei. Interessant ist die Tab. 3, wo ersichtlich wird, dass fast die Hälfte der Kinder Lehrendenhilfe in Anspruch nahm. Dies könnte darauf hindeuten, dass hier eine große Unsicherheit beim Lösen dieser Aufgabe besteht, da die Kinder gewohnt sind, Mathematikbeispiele mit genau einer Lösung vorgesetzt zu bekommen.

Balkendiagramm 1: Sozialform / Lösung des Beispiels



Im Balkendiagramm 1 kann man die Sozialform erkennen, in welcher die Kinder vorrangig das Beispiel lösten. Von insgesamt 68 Kindern gaben 48 eine Rückmeldung, wo vor allem die Einzellösung des Beispiels bevorzugt wurde. Eine gemeinsame Lösungsfindung mit anderen Lernenden wurde eher nicht gewählt, wohl aber die Hilfe der Lehrenden. Dies könnte auf die Neuartigkeit dieser Art des Beispiels zurückzuführen sein, wo eine Expertenmeinung bevorzugt wird, da es noch keine allgemeine Lösungsstrategie gibt.

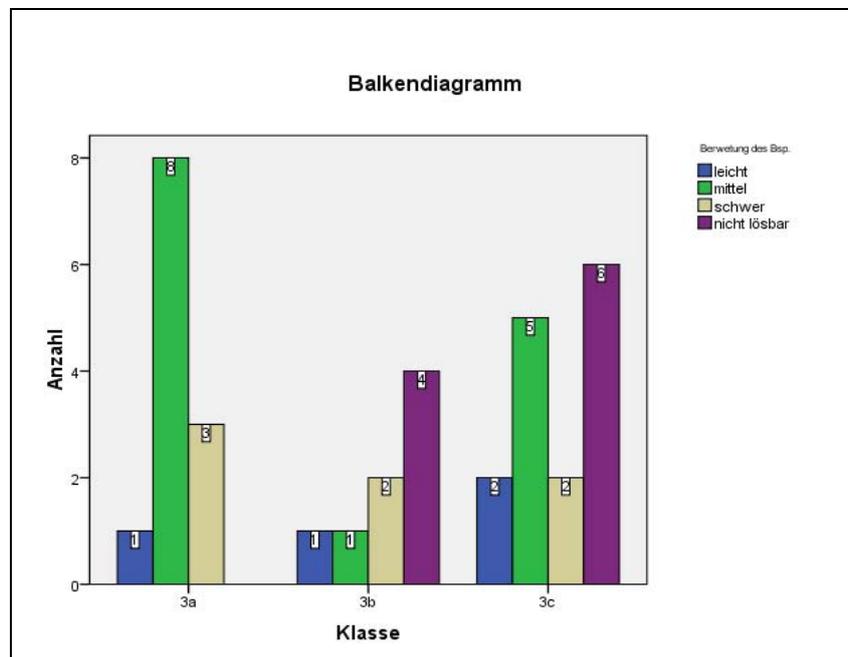
Bsp. 9: H3, I1, K2



Der menschliche Körper besteht zu mehr als der Hälfte aus Wasser.

Thomas hat an einem heißen Sommertag an einer Radtour teilgenommen, kehrt total erschöpft nach Hause zurück und meint: „Jetzt bin ich um die Hälfte leichter und um 50 % kleiner!“ Während Thomas auf die Waage steigt und feststellt, dass er noch 48 kg hat, läuft sein Bruder um zwei Wasserflaschen. Wie groß und wie schwer wird Thomas am nächsten Morgen sein? Wie viel Wasser muss er trinken? Begründe deine Entscheidung!

Balkendiagramm 2: Bewertung des Bsp.



Im Balkendiagramm 2 ist erkennbar, dass es einen großen Klassenunterschied in der Bewertung des Beispiels gibt. Die 3a bewertet es leicht bis mittel, aber keinesfalls als unlösbar, hingegen die 3c hat 8 Rückmeldungen, dass dieses Beispiel unlösbar ist.

Tabelle 4: Sozialform / Lösung des Beispiels

Klasse * Lösung des Bsp. Kreuztabelle

			Lösung des Bsp.				Gesamt
			mit einem/einer PartnerIn	in der Gruppe	mit Lehrendenhilfe	verpflichtend gelöst	
Klasse 3a	Anzahl	9	1	2	0	12	
	% von Klasse	75,0%	8,3%	16,7%	,0%	100,0%	
	% der Gesamtzahl	28,1%	3,1%	6,2%	,0%	37,5%	
3b	Anzahl	2	5	0	0	8	
	% von Klasse	25,0%	62,5%	,0%	,0%	100,0%	
	% der Gesamtzahl	6,2%	15,6%	,0%	,0%	25,0%	
3c	Anzahl	7	1	0	2	12	
	% von Klasse	58,3%	8,3%	,0%	16,7%	100,0%	
	% der Gesamtzahl	21,9%	3,1%	,0%	6,2%	37,5%	
Gesamt	Anzahl	18	7	2	2	32	
	% von Klasse	56,2%	21,9%	6,2%	6,2%	100,0%	
	% der Gesamtzahl	56,2%	21,9%	6,2%	6,2%	100,0%	

Nimmt man die Tab. 4 als Referenz zur Interpretation dieses Ergebnisses, gibt es 2 Hilfestellungen der Lehrenden, was auf eine intensivere Betreuung der Lernenden bei diesem Bsp. schließen lässt, was auch zu einer höheren Akzeptanz des Beispiels führt.

Es zeigte sich bei der Durchschau der Leistungsergebnisse, dass das Ausfüllen der benötigten Zeit für die Beispiele bei den Schülerinnen und Schülern nicht sehr beliebt war. Sie waren kaum bereit, die Zeit zu messen und zu dokumentieren, die sie zum Lösen der Beispiele brauchten. Eine schlüssige Interpretation erweist sich als äußerst schwierig, da die Begleitumstände in den Übungsphasen in jeder Klasse sicher verschieden waren und daher nicht objektivierbar sind.

Tabelle 5: Benötigte Zeit zum Lösen des Beispiels

Klasse * Zeit/min Kreuztabelle

			Zeit/min				
			1-2 min.	2-3 min.	3-4 min.	5-6 min.	Gesamt
Klasse	3a	Anzahl	2	1	3	2	8
		% von Klasse	25,0%	12,5%	37,5%	25,0%	100,0%
		% der Gesamtzahl	9,5%	4,8%	14,3%	9,5%	38,1%
	3b	Anzahl	3	0	1	0	4
		% von Klasse	75,0%	,0%	25,0%	,0%	100,0%
		% der Gesamtzahl	14,3%	,0%	4,8%	,0%	19,0%
	3c	Anzahl	7	0	0	2	9
		% von Klasse	77,8%	,0%	,0%	22,2%	100,0%
		% der Gesamtzahl	33,3%	,0%	,0%	9,5%	42,9%
Gesamt	Anzahl		12	1	4	4	21
		% von Klasse	57,1%	4,8%	19,0%	19,0%	100,0%
		% der Gesamtzahl	57,1%	4,8%	19,0%	19,0%	100,0%

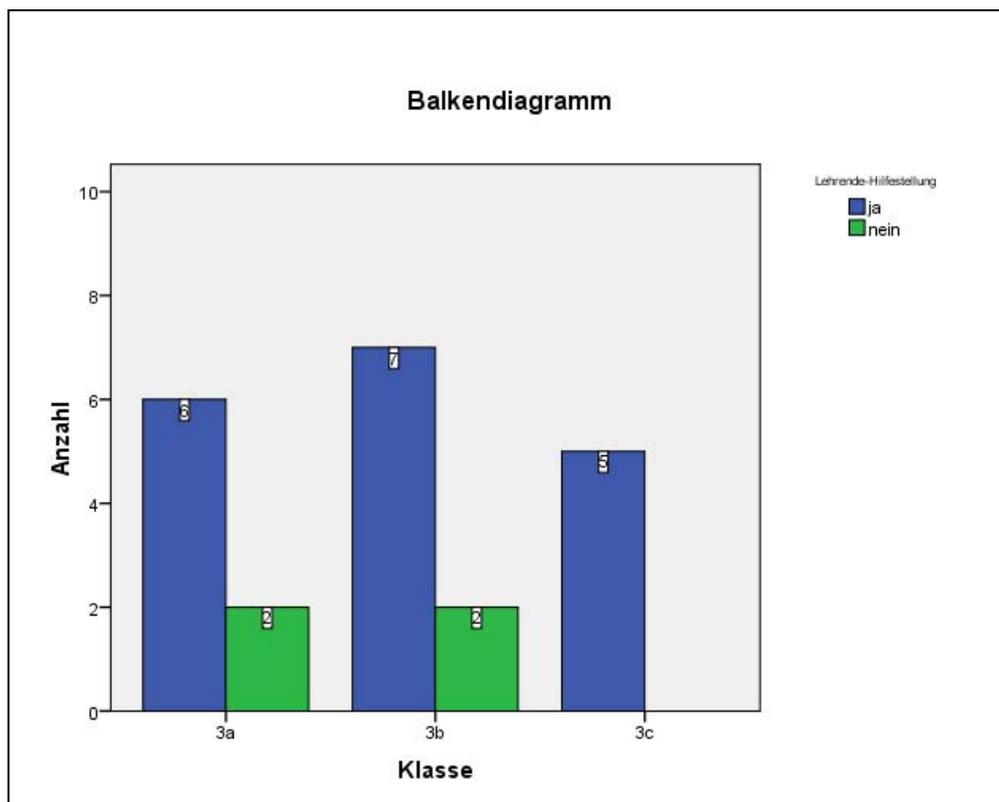
Die Tab. 5 weist 21 Meldungen von ca. 72 Schülerinnen und Schülern auf, wobei 12 Meldungen dieses Bsp. in nur 1 – 2 Min. lösten. Der Faktor „Zeit“ ist bei Übungsphasen wesentlich, wobei das subjektive Zeitempfinden der Kinder sicher sehr stark ausgeprägt ist. Sollten zukünftig hier genauere Daten zu erheben sein, müssten die Kinder aufgefordert werden, eine genaue Zeitmessung pro Bsp. durchzuführen und danach diese sofort zu dokumentieren.

Bsp. 11: H4, I1, K3



„Um wie viel Prozent wird dein Leben kürzer, wenn du die Fernsehzeit abziehst?“

Balkendiagramm 3: Lehrendenhilfe beim Lösen



Laut Balkendiagramm 3 haben hier Kinder eindeutig massiv Lehrendenhilfe in Anspruch genommen. 18 Kinder bestätigten, dass sie eine Hilfe benötigen, wobei auch zu berücksichtigen ist, dass die meisten Kinder hier Nullmeldungen abgegeben haben.

Tabelle 6: Sozialform / Lösung des Beispiels

Klasse * Lösung des Bsp. Kreuztabelle

			Lösung des Bsp.		
			alleine	mit einem/einer PartnerIn	Gesamt
Klasse	3a	Anzahl	2	1	11
		% von Klasse	18,2%	9,1%	100,0%
		% der Gesamtzahl	9,1%	4,5%	50,0%
	3b	Anzahl	0	0	5
		% von Klasse	,0%	,0%	100,0%
		% der Gesamtzahl	,0%	,0%	22,7%
	3c	Anzahl	0	0	6
		% von Klasse	,0%	,0%	100,0%
		% der Gesamtzahl	,0%	,0%	27,3%
Gesamt	Anzahl	2	1	22	
	% von Klasse	9,1%	4,5%	100,0%	
	% der Gesamtzahl	9,1%	4,5%	100,0%	

Bsp. 12: Multiple-Choice Aufgabe: H2, I1, K1



Elisa, Alex und Flo sparen für ein Zelt. Flo hat schon 40% des Geldes zusammen, Elisa immerhin 40% dessen, was nun noch dazukommen muss. Kurzentschlossen gibt Alex 45 € dazu, und nun reicht es genau aus, um das Zelt zu kaufen. Wie viel kostet es?

(A) 75 € (B) 80 € (C) 85 € (D) 96 € (E) 125 €

Tabelle 7: Bewertung des MC Beispiels

Klasse * Bewertung des Bsp. Kreuztabelle

			Bewertung des Bsp.				
			leicht	mittel	schwer	nicht lösbar	Gesamt
Klasse	3a	Anzahl	3	8	2	0	13
		% von Klasse	23,1%	61,5%	15,4%	,0%	100,0%
		% der Gesamtzahl	9,4%	25,0%	6,2%	,0%	40,6%
	3b	Anzahl	1	2	3	2	8
		% von Klasse	12,5%	25,0%	37,5%	25,0%	100,0%
		% der Gesamtzahl	3,1%	6,2%	9,4%	6,2%	25,0%
	3c	Anzahl	5	3	3	0	11
		% von Klasse	45,5%	27,3%	27,3%	,0%	100,0%
		% der Gesamtzahl	15,6%	9,4%	9,4%	,0%	34,4%
Gesamt		Anzahl	9	13	8	2	32
		% von Klasse	28,1%	40,6%	25,0%	6,2%	100,0%
		% der Gesamtzahl	28,1%	40,6%	25,0%	6,2%	100,0%

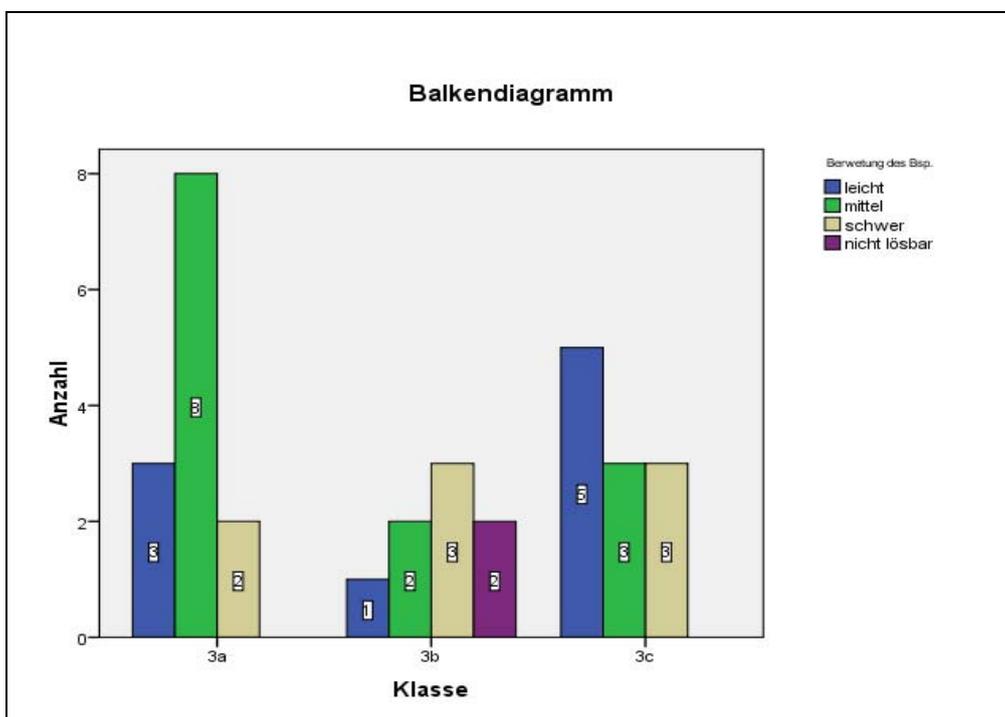
Hier wird die Umsetzung eines Multiple-Choice Beispiels dargestellt, wobei die Bewertung durch die Kinder sehr durchschnittlich ausfällt. Bei den Arbeitsblättern wurde diese Art von Bsp. ca. 1 Mal pro Übungsdurchgang verwendet. In etwa gleich

viele Schülerinnen und Schüler bewerten das Bsp. als leicht, mittel oder schwer, wobei nur 2 angeben, dass es unlösbar sei.

Vergleicht man dieses Ergebnis mit der Bewertung der FERMI-Aufgaben fällt auf, dass diese als „leichter“ bewertet werden. Ob dies eine generelle Tendenz darstellt ist aber aufgrund dieser Erhebung nicht verifizierbar.

Meist wurde dieses Beispiel gemeinsam gelöst, was auch mit einer eindeutigen Lösung zusammenhängen könnte. Bei FERMI Aufgaben gibt es keinerlei „richtige“ Lösungen, bei MC Aufgaben sehr wohl.

Balkendiagramm 4



AB 4, Bsp. 4: H2, I1, K1



In Hammerfest hatte es am 10. September zu Mittag +2°C. Bis zum Abend wurde es immer kälter. Zähle drei Temperaturen auf, die zutreffen könnten!

Im Waldviertel betrug die Frühtemperatur –3°C. Bis zu Mittag wurde es immer wärmer. Zähle drei Temperaturen auf, die zutreffen könnten.

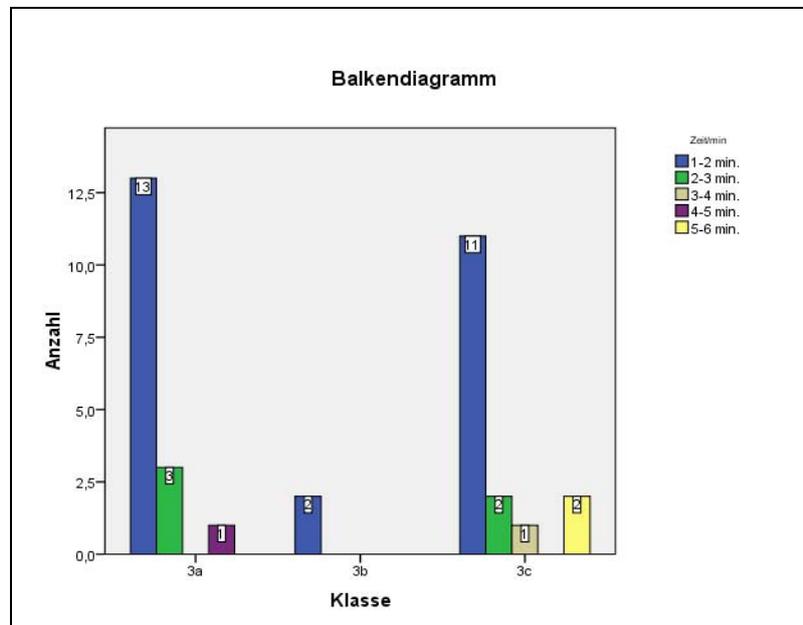
Tabelle 8: Bewertung des Beispiels

Klasse * Bewertung des Bsp. Kreuztabelle

			Bewertung des Bsp.		
			leicht	mittel	Gesamt
Klasse	3a	Anzahl	13	1	14
		% von Klasse	92,9%	7,1%	100,0%
		% der Gesamtzahl	41,9%	3,2%	45,2%
	3b	Anzahl	1	0	1
		% von Klasse	100,0%	,0%	100,0%
		% der Gesamtzahl	3,2%	,0%	3,2%
	3c	Anzahl	11	5	16
		% von Klasse	68,8%	31,2%	100,0%
		% der Gesamtzahl	35,5%	16,1%	51,6%
Gesamt		Anzahl	25	6	31
		% von Klasse	80,6%	19,4%	100,0%
		% der Gesamtzahl	80,6%	19,4%	100,0%

In Tab. 8 lässt sich die Bewertung des Beispiels ablesen, wobei die meisten Kinder, die Antworten gaben, dieses als leicht empfunden haben. Es gab keine Negativmeldungen, diese Aufgabe dürfte, obwohl mehrere Lösungen möglich waren, leicht zu lösen gewesen sein.

Balkendiagramm 5: Auflösungszeit



Im Balkendiagramm 5 ist die Bewertung ersichtlich, die meisten lösen es in 1-2 Minuten.

Exemplarisch wurden hier verschiedene „neue“ Aufgabenarten grafisch oder tabellarisch dargestellt, wobei es verschiedene Parameter der Beurteilung gab. Abgefragt wurden die Sozialform, die Lehrendenhilfe, die generelle Lösbarkeit des Beispiels, der Schwierigkeitsgrad und die verwendete Zeit.

Generelle Aussagen über diese „neuen“ Beispiele lassen sich nach dieser Untersuchung eher schwer machen, da es zu unterschiedliche Ergebnisse gab. Auch war der Datenrückstrom am Ende des Projekts eher rückläufig, das Ausfüllen der Arbeitsblätter für viele Schülerinnen und Schüler eher mühsam.

Tendenziell lässt sich aber das Bemühen um Lösungen in verschiedenen Sozialformen ablesen, wobei auch die Lehrendenhilfe gern angenommen wurde. Dies bestätigt auch die pädagogische Forderung nach individualisierenden Lehr- und Lernformen, wobei die veränderte Lehrendenrolle es erlaubt, individuell zu fördern und zu fordern.

5.4 Forschungsergebnisse der Lernstandsfeststellungen

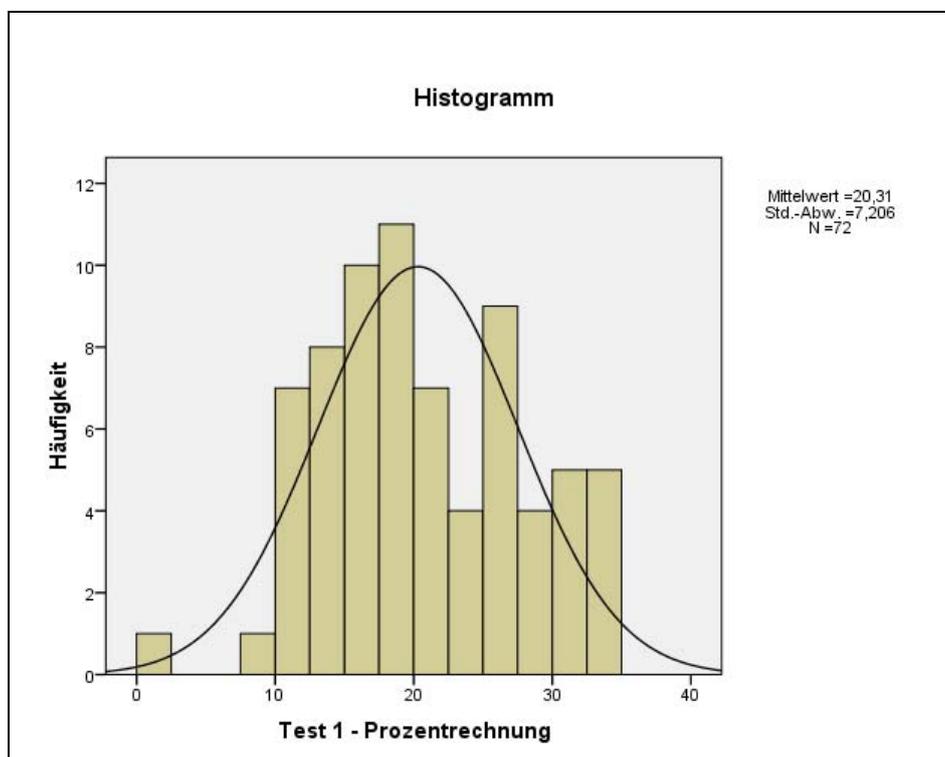
Um entsprechende individuelle Fördermaßnahmen nach den Übungsphasen umsetzen zu können, wurde nach jeder Übungsphase eine Lernstandsfeststellung durchgeführt. Die Beispiele wurden nach dem Kompetenzenkatalog und nach variierenden Schwierigkeitsgraden zusammengestellt, wobei die Schülerinnen und Schüler anschließend über ihre erreichten Punkteanzahlen informiert wurden. Eine Notenbeurteilung gab es nicht. Danach wurden entsprechende individuelle Übungsprogramme für einzelne Kinder erstellt, die Lerndefizite aufgewiesen haben.

Um einen Gesamtüberblick der Lernstandsfeststellungen zu erhalten, sind in den anschließenden Histogrammen 6 und 7 die Mittelwerte der erreichten Punkte der 1. und der 2. Erhebung dargestellt.

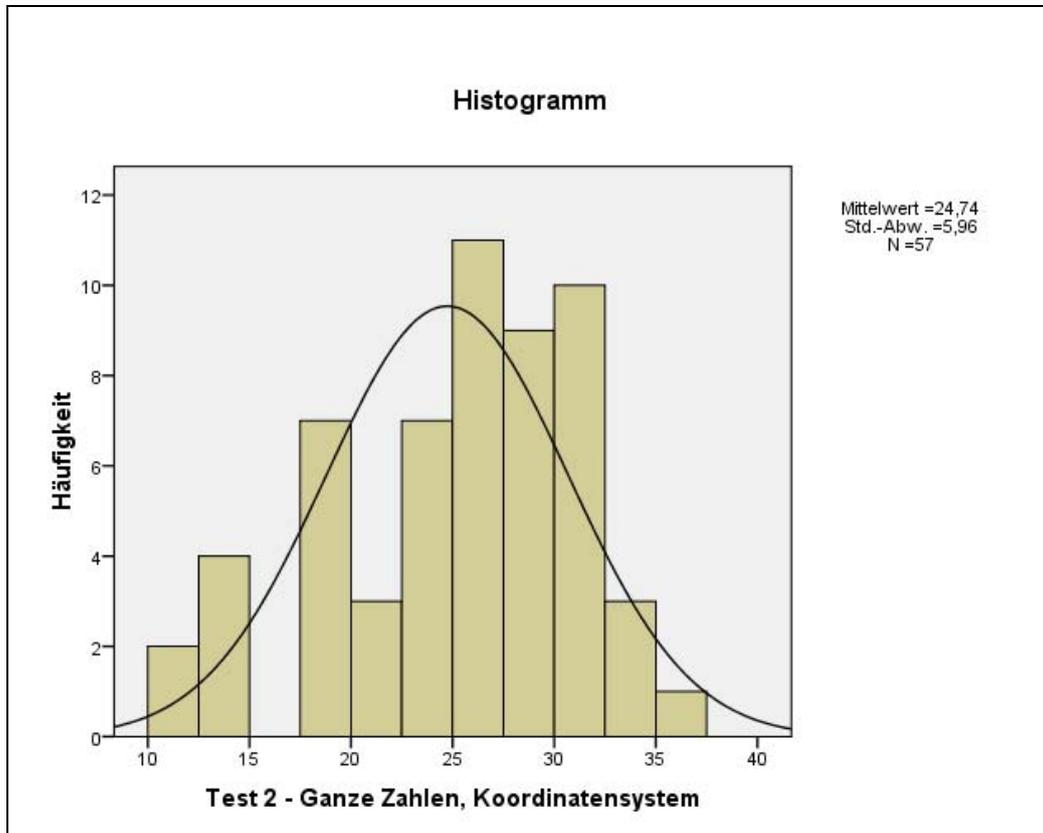
Obwohl es wissenschaftlich nicht sehr überzeugend erscheint Mittelwertsdarstellungen von Leistungen als direkten Erfolg einer Intervention darzustellen, zeigen diese Histogramme einen guten Überblick über die Klassenleistungen. Der Mittelwert bei der ersten Erhebung liegt von max. zu erreichenden 35 Punkten bei 20,31, bei der zweiten Erhebung bei zu erreichenden max. 36 Punkten bei 24,74.

Diese Ergebnisse können bei vorsichtiger Interpretation auf einen Erfolg des Einsatzes der kompetenzorientierten Übungsblätter hindeuten.

Histogramm 6: Punkteauswertung des 1. Tests, max. Punkteanzahl 35



Histogramm 7: Punkteauswertung des 2. Tests, max. Punkteanzahl 36



5.5 Forschungsergebnisse der Fragebogenerhebung

Die Befragung ist in der empirischen Sozialwissenschaft die am häufigsten angewandte Datenerhebungsmethode, wobei Schätzungen von 90% ausgehen (Bortz, Döring, S. 236).

In diesem Projekt wurde eine schriftliche Befragung mit Hilfe eines selbst erstellten Fragebogens eingesetzt, um eine Aussage über die Zufriedenheit der Schülerinnen und Schüler mit dem Projekt zu erhalten.

Die nachfolgenden Tabellen wurden aus Platzgründen stark reduziert, die Einteilung nach Klassen, nach Mädchen und Buben weggelassen, da sie für eine zusammenfassende Übersicht nicht zwingend notwendig sind.

Die Fragen sind in der Tabelle ersichtlich, der gesamte Fragebogen befindet sich im Anhang.

Wesentliche Ergebnisse sind:

Tabelle 9: Frage 1

Klasse * 1) Ich versuche gerne Aufgaben (FERMI-Aufgaben) zu lösen, wo es kein eindeutiges Ergebnis gibt. Kreuztabelle

			1) Ich versuche gerne Aufgaben (FERMI-Aufgaben) zu lösen, wo es kein eindeutiges Ergebnis gibt.				
			stimmt	stimmt eher	stimmt kaum	stimmt nicht	Gesamt
Klasse	Gesamt	Anzahl	9	17	27	15	68
		% der Gesamtzahl	13,2%	25,0%	39,7%	22,1%	100,0%

Tabelle 10: Frage 2

Klasse * 2) Ich vermeide Aufgaben, wo ich keinen Lösungsweg weiß. Kreuztabelle

			2) Ich vermeide Aufgaben, wo ich keinen Lösungsweg weiß.				
			stimmt	stimmt eher	stimmt kaum	stimmt nicht	Gesamt
Klasse	Gesamt	Anzahl	18	17	20	13	68
		% der Gesamtzahl	26,5%	25,0%	29,4%	19,1%	100,0%

Tabelle 11: Frage 3

Klasse * 3) Ich glaube, durch diese Art des Übens bessere Ergebnisse bei Schularbeiten zu erreichen.

Kreuztabelle

			3) Ich glaube, durch diese Art des Übens bessere Ergebnisse bei Schularbeiten zu erreichen.				
			stimmt	stimmt eher	stimmt kaum	stimmt nicht	Gesamt
Klasse	Gesamt	Anzahl	30	22	6	7	65
		% der Gesamtzahl	46,2%	33,8%	9,2%	10,8%	100,0%

Tabelle 12: Frage 4

Klasse * 4) Ich glaube diese Art des Übens hilft mir, den Lernstoff besser zu verstehen. Kreuztabelle

			4) Ich glaube diese Art des Übens hilft mir, den Lernstoff besser zu verstehen.				
			stimmt	stimmt eher	stimmt kaum	stimmt nicht	Gesamt
Klasse	Gesamt	Anzahl	37	18	10	4	69
		% der Gesamtzahl	53,6%	26,1%	14,5%	5,8%	100,0%

Tabelle 13: Frage 5

Klasse * 5) Ich finde es vorteilhaft, meine Übungszeit selbst einteilen zu können. Kreuztabelle

			5) Ich finde es vorteilhaft, meine Übungszeit selbst einteilen zu können.				
			stimmt	stimmt eher	stimmt kaum	stimmt nicht	Gesamt
Klasse	Gesamt	Anzahl	44	20	3	2	69
		% der Gesamtzahl	63,8%	29,0%	4,3%	2,9%	100,0%

Tabelle 14: Frage 6

Klasse * 6) Ich finde es gut, Übungsbeispiele nach meinem Interesse selbst auswählen zu können.

Kreuztabelle

			6) Ich finde es gut, Übungsbeispiele nach meinem Interesse selbst auswählen zu können.				
			stimmt	stimmt eher	stimmt kaum	stimmt nicht	Gesamt
	Gesamt	Anzahl	50	9	8	2	69
		% der Gesamtzahl	72,5%	13,0%	11,6%	2,9%	100,0%

Tabelle 15: Frage 7

Klasse * 7) Ich finde es gut, den Schwierigkeitsgrad der Übungsbeispiele selbst auswählen zu können.

Kreuztabelle

			7) Ich finde es gut, den Schwierigkeitsgrad der Übungsbeispiele selbst auswählen zu können.				
			stimmt	stimmt eher	stimmt kaum	stimmt nicht	Gesamt
Klasse	Gesamt	Anzahl	51	10	6	2	69
		% der Gesamtzahl	73,9%	14,5%	8,7%	2,9%	100,0%

Tabelle 16: Frage 8

Klasse * 8) Ich bevorzuge Aufgaben mit einem/einer Partner/Partnerin zu lösen. Kreuztabelle

			8) Ich bevorzuge Aufgaben mit einem/einer Partner/Partnerin zu lösen.				
			stimmt	stimmt eher	stimmt kaum	stimmt nicht	Gesamt
Klasse	Gesamt	Anzahl	41	15	6	7	69
		% der Gesamtzahl	59,4%	21,7%	8,7%	10,1%	100,0%

Tabelle 17: Frage 9

Klasse * 9) Ich bevorzuge Aufgaben mit mehreren Partnern/Partnerinnen zu lösen. Kreuztabelle

			9) Ich bevorzuge Aufgaben mit mehreren Partnern/Partnerinnen zu lösen.				
			stimmt	stimmt eher	stimmt kaum	stimmt nicht	Gesamt
Klasse	Gesamt	Anzahl	19	22	10	18	69
		% der Gesamtzahl	27,5%	31,9%	14,5%	26,1%	100,0%

Tabelle 18: Frage 10

Klasse * 10) Ich bevorzuge Aufgaben mit eindeutigen Lösungen. Kreuztabelle

			10) Ich bevorzuge Aufgaben mit eindeutigen Lösungen.				
			stimmt	stimmt eher	stimmt kaum	stimmt nicht	Gesamt
Klasse	Gesamt	Anzahl	37	22	7	2	68
		% der Gesamtzahl	54,4%	32,4%	10,3%	2,9%	100,0%

Frage 1 / Tab. 9: „Ich versuche gerne Aufgaben (FERMI-Aufgaben) zu lösen, wo es kein eindeutiges Ergebnis gibt“.

Auf diese Frage geben ca. 60% der Befragten an, dies eher nicht gerne zu machen. Hier spiegelt sich der oft beobachtbare Trend des „Minimalisierens“ wider, da

Geistesarbeit Konzentration, Nachdenken, Reflektieren, Basiswissen haben etc. bedeutet. Umso mehr ist die pädagogische Forderung nach Individualisierung, selbstreguliertem Lernen etc. zu stellen, um Lernprozesse permanent in Bewegung zu setzen und auch aufrecht zu halten. Hier bieten sich gerade diese Aufgabentypen an, die diese Forderungen umsetzbar machen.

Auch auf die Frage nach der „Vermeidung von Beispielen ohne konkrete Lösung“, Tab. 10, sieht das Ergebnis ähnlich aus. 50% der Schülerinnen und Schüler geben an, diese Art von Beispielen nicht gerne zu lösen.

Interessanterweise geben aber dann bei Frage 3/Tab. 11 fast 80% an, bessere Schularbeitsergebnisse durch diese Art von Beispielen zu erlangen.

Auch die restlichen Fragen bezüglich des Projekts erhalten durchwegs eine hohe Zustimmung, was für diese Art des Übens spricht und eine Bestätigung des Projekts ist.

5.6 Interviews mit den Lehrenden

Um das Ergebnis der Evaluation des Projekts abzurunden, wurden auch Lehrende mit einem strukturierten Interview befragt und die Resultate der Interviews folgend zusammengefasst:

1. Gibt es eine Veränderung der Lehrerinnen- und Lehrerrolle im Unterricht?

Die Veränderung ist insofern spürbar, dass man mehr „Motivator“ ist. Man kann sich mit den Kindern besser beschäftigen, auch kann man auf die individuellen Schwächen besser und gezielter eingehen und man hat mehr Zeit für die schwächeren Schülerinnen und Schüler.

Setzt man regelmäßig diese Formen des selbstständigen Übens im Regelunterricht ein, kann man kaum eine Veränderung feststellen, da wir oftmals ohnehin diese Formen im Unterricht anwenden, die Kinder mit Selbstkontrolle selbstständig arbeiten lassen und wir als Lehrerinnen und Lehrer dort helfen, wo es notwendig ist.

2. Gibt es eine Änderung des Lernverhaltens der Schülerinnen und Schüler?

Die Eigenkompetenz der Lernenden entwickelt sich besser und wird hervorgekehrt. Das Sozialverhalten untereinander wird verbessert, die Schülerinnen und Schülern helfen sich gegenseitig im sozialen Umfeld und haben somit einen besseren Kontakt untereinander, auch ein verbessertes Konfliktmanagement wird dadurch erreicht.

Motivierte Schülerinnen und Schüler arbeiten von sich aus, lernschwächere Kinder erhalten entsprechende Unterstützung, wobei diese oft einfach aufgehört haben und gesagt haben, dass sie diese Beispiele nicht schaffen und um Hilfe baten.

3. Gibt es eine höhere Motivation durch den Einsatz des Übungsblattes?

Die Arbeitsblätter sind schon sehr motivierend. Bei einigen Schülerinnen und Schülern gab es Probleme bei den FERMI-Beispielen. Es gibt einige Schülerinnen und Schüler, die mit offenen Aufgaben nichts anzufangen wissen, allerdings in Mathematik begabtere Kinder machen diese Aufgaben sehr sehr gerne. Denen macht es Spaß irgendwelche Wege zu entdecken und diese Aufgaben dann zu lösen.

Die Beispiele sind im Großen und Ganzen sehr lustig dargestellt. Das gefällt den Kindern gut, sie machen die Sachen eigentlich sehr gerne. Nachdem sie wissen, dass kein besonderer Leistungsdruck dahinter steht, freuen sie sich eigentlich über diese Stunden.

4. Kommt es zu einer Kompetenzerweiterung?

Angesprochen war die Sozialkompetenz, die dadurch gestärkt wird, zum Teil die Einschätzung und die Eigenkompetenzen, das sind eigentlich die wesentlichen pädagogischen Ziele.

Schülerinnen und Schüler, die wissbegierig sind, die sich selbst durchkämpfen wollen, suchen sich nach ihren Möglichkeiten die Beispiele alleine aus und wollen diese auch alleine lösen. Die Schwächeren geben aber oft einfach auf und für diese Kinder konnte eigentlich keine Kompetenzerweiterung festgestellt werden.

5. Gibt es eine Steigerung der fachlichen Leistungen?

Wir haben unmittelbar nach einem Arbeitsblatt eine Schularbeit gehabt und das hat gezeigt, dass dieses Thema, das auch in diesen Arbeitsblättern behandelt worden ist, in der Schularbeit sehr gut umgesetzt werden konnte. Dadurch ist eine klar erkennbare Steigerung der Leistung zustande gekommen.

6. Wie ist die Effektivität des Diagnosetests im Anschluss an die Übungsphase?

Die Effektivität leidet ein wenig darunter, dass einige Stoffgebiete zwischen den Übungsphasen auch eingeschoben werden müssen, und dass der Test nicht immer unmittelbar nach dem Einsatz der Arbeitsblätter stattgefunden hat. Dadurch haben sich einige Wissenslücken aufgetan. Der Diagnosetest wird dann gut verlaufen, wenn er direkt im Anschluss (wie auch im Projekt geplant ist) an eine Übungsphase überprüft wird.

Nachdem die Kinder wissen, dass eigentlich keine Note gegeben wird, haben sie damit große Freude. Der Leistungsdruck fällt weg, sie versuchen was möglich ist zu schaffen, was sie aber nicht können, ist auch kein Drama, da es keine direkten notenmäßige Konsequenzen gibt.

7. Gab es Ängste, Befürchtungen?

Nein eigentlich nicht. Es war einmal eine andere Form des Übens. Wenn es ein zusammenhängendes Konvolut von diesen Arbeitsblättern und Tests gäbe, dann hätte es noch effizienter sein können. Momentan sind wir noch in der Entwicklung, wir haben auch noch keine speziellen Rückmeldungen und auch keine Erfahrungswerte und dadurch muss sich das Ganze einfach einspielen. Aber im Großen und Ganzen würde ich sagen, dass es ein positiver Weg ist.

5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Ausgangspunkt des Projekts waren Vorerfahrungen des Lehrerinnen- und Lehrerteams einer Schulstufe mit der Scharnierstellenproblematik, mit dem Übergang VS zur HS. Dabei wurde verschiedenes Übungsmaterial zusammengestellt, um die heterogenen Lernstände der Kinder von den verschiedenen Zugangsvolksschulen auszugleichen. In diesem Projekt war der Schwerpunkt die Individualisierung des Unterrichts. Daraus entwickelte sich eine Arbeitsgruppe, die entsprechende Lernmaterialien für entsprechende Unterrichtssequenzen konzipierte.

Anregung für das Projekt gab weiters auch die Arbeit mit Studierenden der verschiedensten Semester ihrer Ausbildung, die regelmäßig Mathematikunterricht an der Praxishauptschule abhalten. Das Kompetenzmodell der Schulpraktischen Studien der KPH Wien/Krems fordert die Umsetzung neuer didaktischer wissenschaftlicher Erkenntnisse, wobei die Individualisierung, die Leistungs- und Interessensdifferenzierung derzeit im Mathematikunterricht einen auch durch den Lehrplan begründeten Schwerpunkt darstellt.

Auch die PISA Studie und entsprechende Nachfolgestudien, bei denen Österreich nur im Mittelfeld liegt, war ein Auslöser, sich vertiefend mit der Problematik des „richtigen Übens“ auseinanderzusetzen, wobei ca. 80% des gesamten Unterrichts als Übungsstunden konzipiert sind. Bemerkenswert dabei ist die Tatsache, dass zu diesem sehr wichtigen Thema kaum Forschungsergebnisse vorliegen, obwohl der Hauptteil der Unterrichtsarbeit aus Übungsphasen besteht.

Das Team hat sich einem kleinen, aber wichtigem Teilaspekt dieses großen Themas „Üben“ angenommen, dem selbstregulierten, kompetenzorientierten Üben von definierten Stoffgebieten. Basis dafür war die Verschiedenartigkeit der Übungsbeispiele auf verschiedenen Niveaus, bezogen auf offene und geschlossene Beispiele und auch auf zukünftige Standards im Mathematikunterricht der Sek. 1.

Es wurden entsprechende Übungsblätter mit ausgewählten Themen zum Lehrstoff vom Team erstellt, wobei neue Erkenntnisse und Sichtweisen bei den Diskussionen der Expertinnen- und Expertengruppe bei der Auswahl und Kreierung der Übungsbeispiele entstanden. Nach jeder Übungssequenz war eine Lernstandsfeststellung geplant, um danach an die Übungsphasen individuelle Diagnosen erstellen zu können. Anschließend setzten sich die Schülerinnen und Schüler mit den vorgelegten Ergebnissen auseinander, wobei bei Defiziten entsprechende Nachschulungsprogramme umgesetzt wurden.

Die Übungsbeispiele waren in entsprechende Raster eingebettet, die die Kinder auszufüllen hatten. Es waren Fragen nach der richtigen Lösung des Beispiels, nach der Sozialform, nach dem Schwierigkeitsgrad, nach der generellen Lösbarkeit, nach dem Zeitaufwand von den Lernenden zu beantworten. Dabei erhielt man Daten, die anschließend ausgewertet wurden. Eine Fragebogenerhebung der Kinder und ein strukturiertes Interview mit Lehrenden rundeten die Evaluierung des Projekts ab.

Die erste Frage der Evaluationsforschung war, ob ein kompetenzorientiert aufgebautes Lernmaterial die Interessensdifferenzierungen der Lernenden steigert und dadurch auch den Lernprozess verbessert. Die Forschungsergebnisse, die nur zum Teil im Text dargestellt sind, bestätigen diese Hypothese voll und ganz. Da die Übungsbeispiele nach dem Kompetenzmodell V/07 erstellt wurden, war somit ein breiter Anwendungsbereich gesichert. Die Kinder festigten und transferierten Lernleistungen auf verschiedensten Gebieten und erlangten dadurch ein erweitertes Kompetenzenrepertoire, als sonst bei Anwendung von strukturierten Beispielen aus den Standardmathematikbüchern. Die freie Auswahl der Beispiele, die Zeiteinteilung und die freie Wahl der Sozialform ohne Leistungsdruck führten zu einer positiven Bewertung dieser Übungssituation, die auch von den Lehrenden beobachtet wurde.

Durch die offene Lernsituation und regelmäßige Informationsfeststellungen war gezieltes Fördern durch die Lehrenden möglich, da sie nicht im gebundenen Unterricht blockiert waren und die Rolle von Helfern, Unterstützern, und auch Förderern übernehmen konnten. Bei Bedarf konnte gezielt Hilfestellung gegeben werden, ohne die gesamte Klasse in ein Standardlernkonzept und somit auf ein Mittelniveau zu zwingen.

Die freie Wahl der klar strukturierten Aufgaben, die freie Wahl der Sozialform und eine entsprechende Fehlerkultur erhöhten die Lernmotivation und Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler, was durch die erhobenen Daten verifiziert wurde. Die Lernmotivation wurde vor allem durch die Verschiedenartigkeit der Beispiele gesteigert, wobei FERMI-Aufgaben eine große Bereicherung vor allem für mathematisch begabtere Kinder beim Lernprozess darstellten und auch entsprechend durch die Lernenden beurteilt wurden.

Die freie Auswahl der Sozialform führte zu einem verminderten Leistungsdruck, da bei Bedarf Hilfe entweder durch die Lehrenden oder durch Mitschülerinnen und Mitschüler zur Verfügung stand. Auch das bewusste Zulassen von Fehlern, eine entsprechende Fehlerkultur führte zu einem hohen Engagement beim Erfüllen der Arbeitsaufträge. Die Lernenden freuten sich oft regelrecht auf diese Übungsstunden, da diese ihren Intentionen entsprachen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass diese Art des Übens viele Parameter eines modernen, individualisierenden und kompetenzorientierten, leistungs- und interessensdifferenzierten Unterrichts aufweist. Ziel dieser Evaluationsforschung war dies auch empirisch zu belegen, was auch gelungen ist.

Schwachstellen dieses Projekts waren vor allem Terminschwierigkeiten für die gleichzeitige Umsetzung der Übungsphasen in allen 3 Klassen, da es durch den Unterrichtsalltag (Studierendenstunden, Sportwochen, sonstige schulische Veranstaltungen, Projekte,...) oft nicht möglich war, einheitlich Termine zu finden. Dadurch wurden manchmal Übungsphasen abgetrennt von den Erarbeitungsphasen umgesetzt, was sich als nicht optimal herausstellte. Auch die an die Übungsphase anschließenden Informationsfeststellungen waren dadurch manchmal etwas zeitversetzt, was zu Wissensdefiziten führte.

Ein weiteres Problemfeld war die Terminsierung der Teambesprechungen, da die Lehrenden einen Wochenstundenplan haben, der auf diese Gegebenheiten keine

Rücksicht nimmt. Hier war der Schulleiter sehr kooperativ, um Teambesprechungen zu ermöglichen.

Kritisch muss auch die Abfrage der Kinder über die in der Tabelle ersichtlichen Parameter gesehen werden, da es für die Lernenden nicht immer einsichtig war, diese ordnungsgemäß zu beantworten. Hier sollte man zukünftig andere Wege wählen, um aussagekräftige Daten zu erhalten.

Wie geht es nun weiter? Das Team hat sich entschlossen, für weitere Schulstufen diese Art von Übungsblättern zu erstellen, wobei im nächsten Schuljahr 2009/10 die ersten Klassen der Praxishauptschule am Mittelschulversuch teilnehmen. Überarbeitet werden müssen die Form der Abfrage, auch ist eine Umstrukturierung des gesamten Projekts angedacht, wobei die Phase der Erarbeitung, - bei diesem Projekt noch abgetrennt – integriert werden soll. Dabei sollen Unterrichtsmodule entstehen, die alle Kriterien eines modernen, kompetenzorientierten Unterrichts erfüllen.

6. LITERATURLISTE

Arnold K.H., Sandfuchs U., Wiechmann J.(Hrsg.) (2006): Handbuch Unterricht; Klinkhardt

Becker G.E. (2004): Unterricht planen; Beltz

Blum, W., Drücke-Noe, Chr., Hartung, R., Köller O. (Hrsg.) (2006), Bildungsstandards Mathematik: konkret; Cornelson Scriptor

Bortz, J., Döring, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation; Verlag Springer

Böttcher, W., Holtappels, H.G., Brohm, M (Hrsg.) (2006): Evaluation im Bildungswesen; Juventa

Bruder, R., Leuders, T. Büchter, A. (2008): Mathematikunterricht entwickeln; Cornelson Scriptor

Büchter A., Leuders, T (2005): Mathematikaufgaben selbst entwickeln; Cornelson Scriptor

Eikenbusch, G., Leuders, T.(Hrsg.) (2004): Lehrer-Kursbuch - Alles über Daten und Zahlen im Schulalltag; Cornelson Scriptor

Jank, W., Meyer, H. (2008): Didaktische Modelle; Cornelson Scriptor

Leuders, T. (2001): Qualität im Mathematikunterricht der Se. 1 und 2; Cornelson Scriptor

Mayer, H.O. (2008): Interview und schriftliche Befragung; Verlag Oldenburg

Meyer H. (2004): Was ist guter Unterricht?: Cornelson Scriptor

Wellenreuther, M. (2007): Lehren und Lernen – aber wie?; Schneider Verlag Hohengehren

Internet

www.mathematik.uni-dortmund.de/ieem/_personelles/papers/buechter; 08.04.2009;
18:30