

Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht

Eigenverantwortliches Lernen auf vielfältigen Wegen



Eigenverantwortliches Lernen auf vielfältigen Wegen

Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht

**Endbericht des Schulbegleitforschungsprojekts 165
an der Gesamtschule Mitte 2003-2006**



Susanne Prediger
Studierende
in wechselnder Besetzung



Susanne Bialek
Jutta Fernholz
Lars Heckmann
Andreas Kraatz-Röper
Rüdiger Vernay

Inhaltsverzeichnis

I. Abstract	3
II. Projektbericht.....	4
1 Ausgangslage	4
2 Vorgehen	6
2.1 Allgemeine Vorgehensweise.....	6
2.2 Äußere Organisation.....	6
2.3 Verlauf des Projektes insgesamt	7
2.4 Erkenntniswege – Exemplarische Darstellung der Arbeit eines Strangs	7
2.5 Überblick über die genutzten Evaluations- und Analyseinstrumente	14
2.6 Erstellung der Dokumentation.....	15
3 Ergebnisse	16
3.1 Kurzdarstellung der erarbeiteten Bausteine.....	16
3.2 Einblicke in zentrale Arbeitsergebnisse	20
3.2.1 Gestaltung der Lernarrangements – Klarheit der Strukturen	20
3.2.2 Selbststeuerungskompetenzen der Schülerinnen und Schüler	22
3.2.3 Kommunikation über mathematische Inhalte	23
3.2.4 Zusammenhänge	24
3.3 Was wir nicht mehr geschafft haben	25
4 Perspektiven, Transfer und Reflexion	26
4.1 Perspektiven und Transfer	26
4.1.1 Einbindung des Projekts in die Schulentwicklung	26
4.1.2 Umgang mit Ergebnissen im Fachkollegium der GSM	26
4.1.3 Transfer an andere Schulen durch Fortbildung und Publikationen	27
4.1.4 Transfer und Vernetzung im Rahmen eines Comenius-Projekts	28
4.2 Einbeziehung von Studierenden in das SBF-Projekt	28
4.3 Reflexion des Projektverlaufs	30
4.4 Hinweise und Tipps zur Durchführung weiterer Projekte	30
5 Literaturverzeichnis	31
III. Anhang	34
6 Verzeichnis aller beteiligten Personen	34
7 Digitaler Anhang – CD.....	34

I. Abstract

Das Bremer Schulbegleitforschungsprojekt Nr. 165 „Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht. Eigenverantwortliches Lernen auf vielfältigen Wegen“ wurde an der Gesamtschule Mitte von August 2003 bis Juli 2006 in Kooperation mit der Mathematikdidaktik der Universität Bremen durchgeführt. Ziel war die exemplarische Entwicklung von Materialien, Strukturen und Methoden für die Jahrgänge 6 bis 8, um das eigenverantwortliche Lernen auf vielfältigen Wegen zu unterstützen. Dabei wurde im Sinne der Handlungsforschungsspirale vorgegangen: *Reflektieren – Planen – Handeln & Beobachten – Analysieren & Reflektieren...*

Entstanden sind im Projekt 12 Bausteine für den produktiven Umgang mit Heterogenität, die auf einer CD und einer Homepage für den Einsatz im Mathematikunterricht zusammengestellt sind (zu erreichen über die Homepage der Gesamtschule Mitte:

<http://www.gsm-bremen.de>, aktuell unter <http://www.schule.bremen.de/schulen/gsm/seiten/projekte/gsm-mathe-projekt/index.htm>. (Passwort zu bekommen bei Rüdiger Vernay: puscher.vernay@t-online.de)

Die Ergebnisse beziehen sich auf unterschiedliche Aspekte im Umgang mit Heterogenität, insbesondere auf folgende Fragen:

1. Wie können Lernarrangements durch Material, Methoden und Strukturen gestaltet werden, um größtmögliche Individualisierung, Klarheit der Strukturen und Lernziele sowie regelmäßiges Feedback für die Lernenden zu erreichen?
2. Wie können die Selbstlernkompetenzen der Lernenden gefördert werden?
3. Wie kann trotz weitgehender Individualisierung die verständnisfördernde Kommunikation der Lernenden angeregt werden?

Deutlich ist geworden, dass sich die Hinwendung zum selbstgesteuerten Lernen in einem komplexen Spannungsfeld abspielt und viele klassische schulische Außensteuerungsmomente (Kontrolle, Beurteilung, Kommunikation, Fachanspruch) neu angelegt werden müssen. Eine große Herausforderung, die auch die Heterogenität der Lehrerinnen und Lehrer in Persönlichkeit und bevorzugten Stilen berücksichtigen muss.

Die Weiterverbreitung der Erfahrungen und des Materials erfolgen über Fortbildungen, Zeitschriften, Lehrer-Netzwerke.

II. Projektbericht

1 Ausgangslage

Im Ausschreibungsjahr 2003 war das Thema Heterogenität das zentrale Rahmenthema der Bremer Schulbegleitforschung, dessen Aktualität und Bedeutung durch die internationalen Vergleichsstudien noch einmal hervorgehoben worden war (vgl. z. B. Helmke 2003, Deutsches Pisa-Konsortium 2001).

Aus Überzeugung über die Wichtigkeit des Themas - auch unter fachdidaktischer Perspektive - haben sich Lehrkräfte der Gesamtschule Mitte und Susanne Prediger als wissenschaftliche Begleitung zusammengetan, um der Frage eines produktiven Umgangs mit Heterogenität im Mathematikunterricht nachzugehen. Die Schulbegleitforschung wurde als attraktiver Rahmen für eine Weiterentwicklung gesehen, denn der handlungsforschende Zugang ermöglicht nicht nur, unterrichtliche Ansätze zu entwickeln, sondern auch ihre Wirkungen systematisch zu reflektieren (vgl. Altrichter/Posch 1998).

An der Gesamtschule Mitte als reformorientierter integrierter Gesamtschule gab es durch die bereits etablierte Lern- und Kommunikationskultur sehr günstige Rahmenbedingungen für ein solches Projekt. Konkret gab es bereits einige Vorerfahrungen mit innerer Differenzierung, Schülerorientierung, Handlungsorientierung, projektbezogenem Arbeiten und Lernentwicklungsberichten als Mittel einer Heterogenität berücksichtigenden Rückmeldekultur. Hinzu kamen bereits einige konzeptionelle Elemente zur Förderung eigenverantwortlichen Lernens, z.B. Aufgabenstellungen über längere Zeiträume, Tischgruppenarbeit, Arbeitspläne (Puscher 1995, 1996, Kraatz-Röper/Vernay 1996, 1998).

Weiterentwicklungsbedarf wurde dazu insofern gesehen, als erstens für die von den Lehrkräften gewünschte Öffnung des Unterrichts nicht immer die notwendigen Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern vorhanden waren, man also daran systematischer arbeiten wollte. Und zweitens die Materialentwicklung zwar für die Klassen 5/6 bereits weit fortgeschritten war, aber an Methoden und Strukturen weiter gearbeitet werden sollte und ab Klasse 7 auch die Materialebene als ausbauenswert angesehen wurde.

So fiel auch die Entscheidung über den einzubeziehenden Jahrgang. Gestartet werden sollte im 6. Jahrgang, der dann im Laufe des Projektes nach 7 und 8 hoch wachsen sollte. Einbezogen wurden daher alle drei im 6. Jahrgang unterrichtenden Mathematik-Lehrkräfte (R. Vernay, A. Kraatz-Röper, S. Bialek) sowie weitere Interes-

sierte (R. Puscher). In den folgenden Projektjahren wurden auch Lehrkräfte der nachfolgenden Jahrgänge einbezogen (L. Heckmann, J. Fernholz).

Ausgangspunkt im Team war die Analyse und Reflexion des „Problems Heterogenität“, so wie es sich für die Lehrkräfte und aus wissenschaftlicher Sicht unter Einbeziehung aktueller Forschungsergebnisse darstellt. Angesichts der Unvermeidbarkeit von Heterogenität war die Idee leitend, einen Perspektivwechsel zu vollziehen und Vielfalt im Unterricht als Chance zu begreifen. Um uns für diese Sichtweise zu sensibilisieren, haben wir nach Situationen gesucht, in denen Vielfalt tatsächlich zur Chance wurde (vgl. Prediger 2004b). Als Grundlage für die Planung konkreter Lernarrangements wurden Leitideen für einen produktiven Umgang mit Heterogenität zusammengetragen, die im Rahmen des Projekts behandelt werden sollten (vgl. Abb. 1 aus Prediger 2004a).

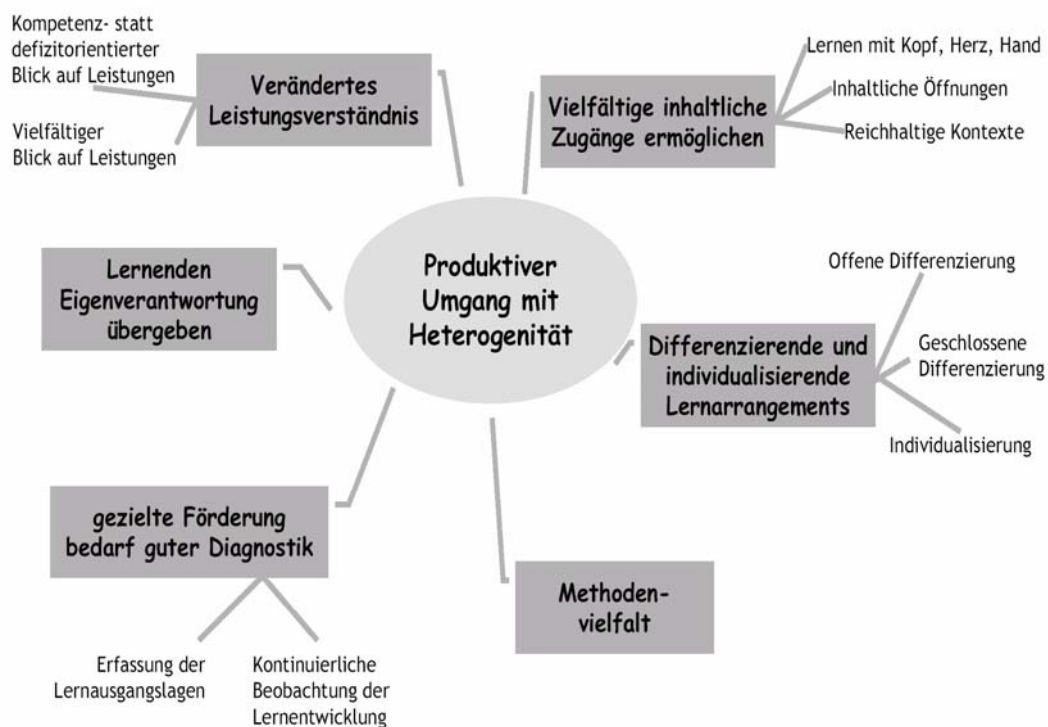


Abb. 1: Leitideen für einen produktiven Umgang mit Heterogenität im Fachunterricht

2 Vorgehen

2.1 Allgemeine Vorgehensweise

Im Projekt wurde nach dem in Abb. 2 dargestellten Spiralmodell der Handlungsforschung nach Kurt Lewin (vgl. z. B. Atweh 2004) gearbeitet, das Entwicklungsarbeiten im wiederholten Zyklus der Tätigkeiten *Reflektieren – Planen – Handeln & Beobachten – Analysieren & Reflektieren* strukturiert.

Dabei haben die Fragen der Reflexion, die konkreten Schwerpunkte der Planung und auch die Mittel zu Beobachtungen und Analyse in den einzelnen Etappen des Prozesses situationsbezogen variiert. Es ist auf 35 Seiten nicht der Raum, alles im Einzelnen vorzustellen, exemplarisch soll jedoch ein Strang unserer Arbeit im Abschnitt 2.4 in seinem inhaltlichen Verlauf genauer dargestellt werden.

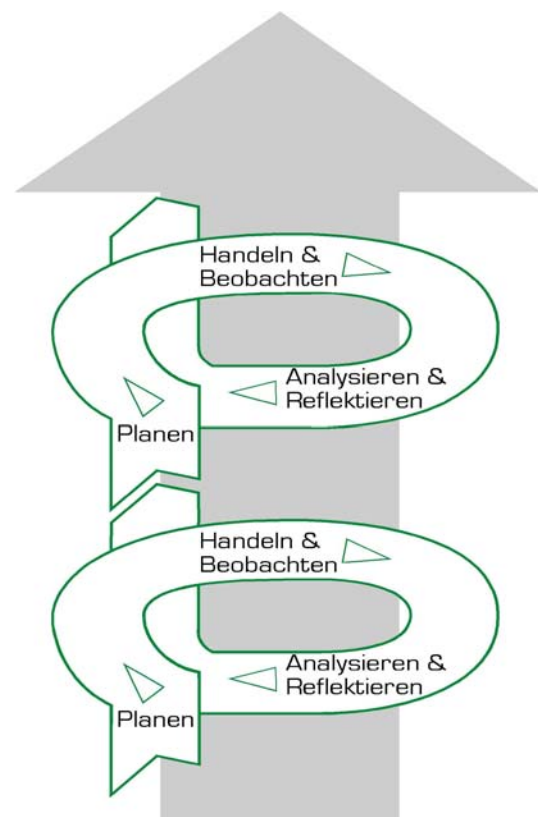


Abb. 2: Spiralmodell der Handlungsforschung
(nach Kurt Lewin)

2.2 Äußere Organisation

Seit August 2003 hat sich das Projektteam im grob zweiwöchentlichen Rhythmus getroffen und alle anstehenden Fragen der Etappen *Reflektieren* (z. B. über generelle Fragen zur Individualisierung des Unterrichts) – *Planen* (z. B. der konkreten Bausteine) – *Handeln & Beobachten* (z. B. durch gegenseitige Hospitationen) – *Analysieren* (z. B. durch gezielte Evaluationen und vertiefte Erhebungen) miteinander besprochen.

Die Teamsitzungen wurden wie üblich mit Tagesordnungen, arbeitsteiligen Vorbereitungen und Protokollen strukturiert. Für die konkreten Vorbereitungen der einzelnen Einheiten wurden auch Treffen zwischen den Teamsitzungen angesetzt.

Es gab folgende generelle Aufgabenverteilung:

- Alle Teammitglieder haben an der kooperativen Entwicklung und Erprobung der Unterrichtselemente mit unterschiedlichen Teilverantwortlichkeiten gearbeitet.
- A. Kraatz-Röper hat als Koordinator des Projekts die verschiedenen Arbeitsstränge koordiniert und die Umsetzung unserer Beschlüsse immer wieder eingeklagt.

- S. Prediger - als wissenschaftliche Begleiterin - hat an vielen der konkreten Planungsprozesse teilgenommen und insbesondere die Verantwortung für die Sicherung und Explizierung der allgemeinen Aspekte unserer Erfahrungen übernommen. Die Knüpfung der inhaltlichen roten Fäden war dabei von großer Bedeutung als Querstruktur zur Planung der konkreten nächsten Unterrichtseinheiten. Eine besondere Rolle spielte immer auch die Anleitung der im Projekt beteiligten Studierenden und die Verantwortung für die methodische Angemessenheit der Evaluationsschritte durch Studierende und Lehrkräfte.
Durch die Übernahme einer Klasse 5 in Mathematik im Schuljahr 2004/05 (Klasse 6 in 2005/06) ist S. Prediger gleichzeitig auch in die Rolle der erprobenden Lehrerin gekommen. Dadurch haben sich die Rollen etwas mehr einander angeglichen.
- R. Vernay hat die Hauptverantwortung für die Konzeption der Lehrerfortbildungen übernommen, an deren Umsetzung auch andere (insbesondere S. Bialek und im Rahmen des Fortbildungsprogramms SINUS auch R. Puscher) beteiligt waren.
- Die zeitweise beteiligten Studierenden haben konkrete Teilaspekte zur Entwicklung oder Evaluation nach Auftrag bearbeitet (s. Abschnitt 4.2).

Der ursprünglich im Projektantrag formulierte Arbeitsplan (siehe nächster Abschnitt) ist im Wesentlichen eingehalten worden. Die wesentlichen Änderungen bestanden in der Ausweitung der Entwicklung und Erprobung von Unterrichtselementen auch auf das erste Halbjahr des dritten Jahres und der Ausgliederung thematischer Stränge, die wir im Rahmen des Projektes nicht geschafft haben (s. Abschnitt 3.3).

2.3 Verlauf des Projektes insgesamt

1. Jahr:

- analytische Vorarbeiten: Interviews zur exemplarischen Analyse von Vorstellungen und Zugangsweisen im Rahmen zweier Examensarbeiten (Attohoun 2004, Wulf 2004) sowie Erhebungen über unterschiedliche Wahrnehmungen von Unterricht
- kooperative Entwicklung und Erprobung von Unterrichtsmaterialien, Methoden und Strukturen für Klasse 6 (Schwerpunkt: Entwicklung von Methoden und Strukturen mit größtenteils vorhandenem Material); Vorbereitung für Klasse 7
- Evaluation der Bausteine durch
 - gegenseitige Hospitationen und video-gestützte Beobachtungen der Effekte (unter Einbeziehung von Studierenden)
 - gemeinsame Analysegespräche (unterstützt durch Video-Mitschnitte und Befragungen der Kinder)

- Analysen von Leistungskontrollen unter der Frage, ob jeder sich auf seinem Niveau weiterentwickeln konnte (z.B. in einer als Facharbeit organisierten Vergleichsarbeit)

2. Jahr:

- kooperative Entwicklung und Erprobung von Unterrichtsmaterialien, Methoden und Strukturen für Klasse 7 (Schwerpunkt: Entwicklung von Material mit aus Klasse 6 übernommenen Methoden und Strukturen)
- Evaluation der Bausteine wie im ersten Jahr
- Konzeptentwicklung für Fortbildungen von Lehrkräften

3. Jahr:

- Weiterarbeit an Unterrichtselementen für Klasse 8
- übergreifende Auswertung der evaluierten Erfahrungen
- Planung und Durchführung von Fortbildungen
- Überarbeitung der Materialien aufgrund der Erfahrungen mit dem Ziel der Erstellung einer CD und einer Homepage
- Erstellung des Endberichts

2.4 Erkenntniswege – Exemplarische Darstellung der Arbeit im Strang „Strukturen für individualisiertes Arbeiten, in denen Lernende Eigenverantwortung übernehmen können“

0. Beobachten

Ausgangspunkt war das von den Teammitgliedern formulierte Problem, dass viele Kinder ihrer Klasse 6 immer noch Schwierigkeiten mit Basiswissen und –fertigkeiten wie den schriftlichen Rechenverfahren hatten, die Wiederholungsphasen sich aber als zäh und wenig nachhaltig gestalteten, zumal man nicht mit allen dasselbe üben musste.

1. Analysieren, Reflektieren und Planen

Eine Reflexion dieser Situation brachte uns auf die These, dass Wiederholung im Unterricht so lange wenig nachhaltig bleibt, wie die Kinder sich die Aufgabe, ihr Basiswissen zu sichern, nicht wirklich *zu eigen* machen. Sie müssen selbst ein Verfahren beherrschen *wollen*, sonst lernen sie es nicht nachhaltig. Wir mussten ihnen also die Verantwortung für die Beherrschung von Basiswissen und –fertigkeiten zurückgeben.

Dazu musste ihnen ermöglicht werden, im eigenen Tempo an unterschiedlichen Aufgaben ihrer Wahl zu arbeiten. Also begannen wir an diesem Aspekt der Sicherung

von Basiswissen unsere Versuche zu stark individualisierten Unterrichtsphasen, die regelmäßig und ritualisiert als eigene Unterrichtsphasen in den Ablauf integriert werden sollten: Die Übungsphase (vgl. 4. Baustein: Übungsphase).

2. Handeln

Im ersten Ansatz wurde eine wöchentliche 20minütige Übungsphase installiert, in der die Lernenden aus einem ihnen zur Verfügung gestellten Ordner Aufgaben zum Üben der schriftlichen Rechenverfahren auswählen und bearbeiten konnten.

Es war die langfristige Aufgabe aller Lernenden, für jede Rechenart ein Diplom abzulegen, für das die Beherrschung der Verfahren überprüft und dann attestiert wurde. Mit dieser Orientierung auf das Lernziel sollte die Arbeit kanalisiert werden und den Lernenden ihre Eigenverantwortung für die Erreichung der Lernziele bewusst werden.

3. Beobachten und Analysieren

Das Strukturelement der Diplome funktionierte insofern gut, als gerade auch Schwächeren sehr schnell bewusst wurde, dass in diesem Fall das „Ich kann das halt nicht“, nicht Endpunkt des Lernprozesses sein kann, sondern Ausgangspunkt für weiteres Üben. Karl sagte das so:

„Ey, aber bisher war das doch immer so, dass ich es halt in der Arbeit nicht konnte, und dann haben wir weiter gemacht. Jetzt soll ich das echt üben, bis ich es kann?“

Zum ersten Mal reichte es für Karl nicht mehr, irgendwelche Blätter abzuarbeiten. Dass er nun tatsächlich die Inhalte lernen sollte, auch wenn es länger dauert, hat ihn in eine ganz neue, produktive Situation gebracht.

Gleichwohl zeigten die Unterrichtsbeobachtungen bei der gegenseitigen Hospitation, dass viele Lernenden mit der Übergabe der Eigenverantwortung selbst in dem überschaubaren Feld des 20-minütigen Sicherns von Basiswissen noch überfordert waren. So waren z. B. nicht alle Kinder in der Lage, ihre Zeit effektiv zu nutzen.

Noch überraschender war für uns, dass vielen z. B. keine geeigneten Auswahlkriterien zur Verfügung standen, die entweder die Aufgaben übten, die sie sowieso schon konnten, oder viel zu schwere. Interviews zur Erhebung der Schülerperspektiven zeigten, dass nicht allen Kindern die Struktur und das Ziel der Übungsphase klar waren, obwohl dieses zu Beginn erläutert worden war.

Diese Beobachtung war Anlass dafür, in einer anderen Unterrichtseinheit das Auswahlverhalten von Kindern genauer zu untersuchen. Denn das Anbieten von Wahlmöglichkeiten erschien uns als wichtige Strategie im Umgang mit Heterogenität. In einer qualitativen explorativen Erhebung im Rahmen einer Examensarbeit (Ney 2004) wurde daher in einem handlungsorientierten Stationenbetrieb zur Symmetrie das Auswahl-

verhalten genauer und methodisch kontrollierter analysiert (vgl. 7. Baustein: Umgang mit Auswahl-situationen). Es zeigte sich, dass viele Lernende mehr Schwierigkeiten hatten, sich aktiv zwischen möglichen Angeboten zu entscheiden, als wir dies für möglich gehalten hatten. Auch hier erschien die Transparenz der Struktur als zentrales Qualitätskriterium, um den Lernenden eigenverantwortliches Arbeiten zu ermöglichen.

4. Reflektieren und Planen

Gestützt durch die Erfahrung der Bedeutung einer Zielorientierung wurde die Struktur der Übungsphase weiter entwickelt. Um noch größere Transparenz über das Aufgabenangebot zu schaffen und die Ziele noch klarer in den Blick nehmen zu können, wurden die Materialien übersichtlicher gestaltet und mit strukturierenden Einführungen und einem Check zur Selbstkontrolle (Was kann ich schon? Was muss ich noch üben?) versehen. Die selbstverantwortliche Auswertung der Checks wurde durch ein zugeordnetes, durchschaubar strukturiertes Angebot an Übungsmaterial (z. B. Arbeitsblätter im Flexordner) unterstützt.

Um die Kommunikation über die Lernziele auf eine handfestere Basis stellen zu können, wurden Checklisten entwickelt, in denen die zu erreichenden Kompetenzen einzeln aufgeführt wurden (2. Baustein Checks und Checklisten).

Für die nicht konzentriert arbeitenden Kinder wurde eine Einheit zu Selbstregulation und Problemlösen entwickelt, denn wir waren überzeugt, dass man für dieses Problem nicht an der Unterrichtsstruktur, sondern direkt an den Kompetenzen der Lernenden ansetzen muss. Um auch dafür eine größere Bewusstheit zu schaffen, wurde das entwickelte Instrument der Verständigung über Kompetenzanforderungen über Checklisten auch auf Kompetenzen des selbständigen Lernens ausgeweitet (vgl. entsprechenden 1. Baustein: Kompetenzen für selbständiges Lernen).

5. Handeln, Beobachten, Analysieren, Reflektieren, Planen

Eine auf diese Weise neu strukturierte Übungsphase wurde nun weiter durchgeführt und gemäß der auf der nächsten Seite abgedruckten Evaluationsmatrix durch studentische Teilnehmende am Projektseminar evaluiert.

Evaluationsmatrix für die Übungsphase – Arbeitsfassung November 2003

Zielsetzungen	Ansatz zur Umsetzung in der Übungsphase	Kriterien zur Überprüfung des Erfolgs	Indikatoren zur Erfolgs-Überprüfung	Instrumente zur Überprüfung des Erfolgs
Sicherung von Basiswissen	• Übungsmaterial zur selbständigen Wiederholung • Diplome mit klaren Fristen, bis wann sie abgelegt sein müssen	Basiswissen sitzt	Diplome werden erfolgreich absolviert	Wer macht wann die Diplome? (genaue Buchführung)
Nachhaltige Sicherung		Können Lernende das Basiswissen auch nach zeitlichem Abstand aktivieren?		Nachtest 6 oder 12 Monate später (war geplant, aber nicht mehr durchgeführt)
Struktur der Übungsphase und inhaltliche Anforderungen sind für Lernende transparent	• Struktur: Übungsphase 20 min 1x wöchentlich • Inhaltliche Vorgaben transparent: „Diplome“ • Selbsteinschätzungstest	s.u.	Lernende können Auskunft geben über Struktur	Interviews mit Lernenden
Auch Schüler mit weniger Wiederholungsbedarf werden gefördert	• Material und Lernangebote über Wiederholung hinaus: Problemlöseaufgaben			
Selbstverantwortlichkeit fördern (Selbstregulation)	• Ziel (evtl. zu Beginn eingeschränkt): freie Organisation der Arbeit mit Materialangebot, • Diplom-Versuch zu einem selbstbestimmtem Zeitpunkt (Deadline)	Akzeptanz eigener Verantwortlichkeit	Selbstdiszipliniertes, konzentriertes Arbeiten (z.B. Diplome wirklich ohne Hilfe absolviert?)	(Video-) Beobachtung im Unterricht
Kompetenz zur Selbstverantwortung in Bezug auf Inhalte	• Hilfe: Selbsteinschätzungstest		Realistische Einschätzung • Hilfe einfordern an richtiger Stelle • Niveauangemessene Übungen bearbeitet	Einzelbeobachtungen und Interviews (nicht flächendeckend)
Effizienz der Ressourcennutzung (Zeit, Energie)		Förderliches Lernklima, engagierte Lernende	Konzentriertes Arbeiten Störungsfreies Lernen	(Video-) Beobachtung im Unterricht

6. Planen

Nach und nach hat sich so eine Struktur für eigenverantwortliches Arbeiten entwickelt, die uns auch als transferierbar für andere Unterrichtsphasen erschien. Sie wurde nun nicht mehr nur für die Wiederholung in kurzen Übungsphasen, sondern auch für längere Unterrichtseinheiten und Neuerarbeitungen eingesetzt.

Am weitesten ausgefeilt ist dies im 11. Baustein Plus-Minus, eine Unterrichtseinheit zur Einführung in die negativen Zahlen, deren Leitideen im Kasten knapp beschrieben sind.

Didaktische Leitideen der Einheit Plus-Minus

Didaktischer Zugang

- ausreichend Raum bieten zum Aufbau von Vorstellungen zu negativen Zahlen und der Bedeutung von Rechenoperationen mit negativen Zahlen
- keine bloße „Rezeptanleitung“
- nicht der „Gefahr vom mechanischem Abarbeiten der Aufgaben“ erliegen, sondern zur echten inhaltlichen Auseinandersetzung und zu nachhaltigem Lernen anregen

Methoden und Sozialformen

- methodische Vielfalt durch Spiele, Aufgaben, Präsentation etc.
- Lernen in eigenem Tempo ermöglichen durch Arbeitsplan
- ausgewogene Balance von individueller Arbeit, Gruppenarbeit und Arbeiten im Klassenverband
- äußere Differenzierung in zwei Schwierigkeitsgrade
- unterschiedliche Lerntypen ansprechen

Klare Struktur

- langfristiger Überblick für Lernende durch Arbeitsplan
- Orientierung über zu erwerbende Kompetenzen bieten durch Checklisten
- rechtzeitige Rückmeldung im Lernprozess über erworbenen Kompetenzen durch Checks (Zwischentests)



7. Beobachten, Analysieren und Reflektieren

Damit hatten wir eine Struktur gefunden, die uns für einen individualisierten Unterricht angemessen erschien. Als großes Problem ergab sich jedoch die Sorge, dass in einem vollständig individualisierten Unterricht die verständnisfördernde Kommunikation über mathematische Inhalte zu kurz zu kommen schien.

Die Bedeutung der sozialen Phasen heben auch Nührenbörger/Verboom hervor, die als didaktisch reflektierende Lehrkräfte im Primarbereich selbst als Handlungsforschende bezeichnet werden können:

„Individualisierte, selbst gesteuerte Lernprozesse laufen in unsicheren Bahnen, wenn sie nicht sozial integriert werden und wenn die einzelnen Kinder mit ihren Ideen und Ansichten ausschließlich nebeneinanderher lernen. Gerade das Mathematiklernen auf eigenen Wegen bedarf des Austauschs mit anderen und des Aushandelns von Sichtweisen, Vorstellungen und Lösungswegen. [...] Das Wissen wird flexibler und vom Kontext unabhängiger, indem eigene Ideen sprachlich verständlich erläutert und argumentativ ausgetauscht werden und man sich zugleich mit anderen Perspektiven auseinandersetzt. Ferner schaffen kooperative Lernprozesse ein produktives, motivierendes Arbeitsklima, in dem soziale Kompetenzen geschult werden.“ (Nührenbörger/Verboom 2005, S. 14)

Keinesfalls wollten wir der Gefahr erliegen, die fachdidaktische Qualität des Mathematiktreibens senken zu müssen, damit alles individuell bearbeitet werden kann („Denn Päckchenrechnen geht am schönsten allein.“).

Dennoch wurde die Bedeutung dieser Schwierigkeit im Team keineswegs einheitlich gesehen, hier zeigten sich deutlich unterschiedliche Schwerpunktsetzungen in Bezug auf den eigenen Unterricht.

Die Entwicklungsherausforderung lag nun also darin, die beiden Ansprüche zu vereinen. Die Einheit Plus-Minus lieferte einen Antwortansatz darauf, indem sie eine Balance zwischen unterschiedlichen Sozialformen und Methoden schafft (s.o.).

8. Planen

Darüber hinaus haben wir nach Methoden gesucht, die Kommunikation auch jenseits des üblichen lehrergesteuerten Klassengesprächs unterstützen. Ein Ausdruck dieser Suche ist der 5. Baustein Gruppenpuzzle, eine Methode die sich ausgesprochen gut zur Anregung von Kommunikation eignet (vgl. auch Prediger/Vernay 2005).

Relativ spät haben wir als Methode zur Initiierung von Kommunikation im Rahmen individualisierter Unterrichtsphasen die Strategiekonferenzen für uns entdeckt, geplant, durchgeführt und evaluiert (vgl. 6. Baustein: Strategiekonferenzen).



Abb. 3: Stränge der Arbeit

9. Handeln, Beobachten und Analysieren

Die Strategiekonferenzen wurden durch Studierende evaluiert und vor diesem Hintergrund Bedingungen formuliert für produktive Strategiekonferenzen (vgl. Schmeier/Hövelmann 2006).

Insgesamt zeigt dieser Einblick in die Erkenntniswege, dass die unterschiedlichen Beispiele stark verknüpft waren, auch wenn die Ergebnisse insgesamt als einzelne Bausteine dargestellt werden. In diesem Abschnitt konnte jedoch nur ein Diskussionsstrang unter mehreren vorgestellt werden. Einen weiteren bildet etwa die Frage, was außer Strukturen geschaffen werden muss, damit Lernende Eigenverantwortung tatsächlich übernehmen (siehe unten).

Den handlungsforschenden Zyklus von *Beobachten – Reflektieren – Planen – Handeln* haben wir immer wieder durchschritten, mit unterschiedlich ausgefeilten Beobachtungsinstrumenten (vgl. Abschnitt 2.5). Den größten Gewinn gegenüber dem normalen alltäglichen Handeln sehen wir in der intensiven Beobachtung und Reflexion, die im alltäglichen Handeln zwangsläufig immer wieder zu kurz kommen muss.

2.5 Überblick über die genutzten Evaluations- und Analyseinstrumente

Die Arbeit in dem Projekt hat sich als Arbeit in vielen Bausteinen mit unterschiedlichen konkreten Fragestellungen und unterschiedlichen Vorgehensweisen entwickelt. Insofern hat es auch keine zentrale Evaluation gegeben, sondern jeweils lokale Evaluationen der einzelnen Bausteine. Sie sind z. T. auch im Zusammenhang mit den Bausteinen auf der CD und der Homepage beschrieben.

Insgesamt wurden dabei die folgenden Evaluations- und Analyseinstrumente genutzt. Die Reihenfolge der Nennung gibt dabei die Bedeutung für unsere Arbeit wieder:

- (methodisch unkontrollierte) Beobachtung des eigenen Unterrichts unter spezifischen Fragestellungen (z.B.: „Haben die Lernenden inzwischen die Kompetenz erworben, mit den Freiräumen adäquat umzugehen?“, vgl. 4. Baustein: Übungsphasen und 5. Baustein: Gruppenpuzzle)
- gegenseitige fragengeleitete Beobachtung bei Hospitationen
- mündliche oder schriftliche Befragung der Schülerinnen und Schüler zu bestimmten Aspekten (z.B. „Haben die Lernenden die Ideen der Selbstevaluation begriffen und sich zu eigen gemacht?“, vgl. 3. Baustein: Selbstevaluation)
- Video-Hospitationen und Video-Analysen zu ausgewählten Unterrichtselementen (z. B. zum Auswahlverhalten von Lernenden, 7. Baustein: Umgang mit Auswahlsi-

tuationen, Ney 2004, oder zu Gelingensbedingungen von Strategiekonferenzen, 6. Baustein: Strategiekonferenzen, Schmeyer/Hövelmann 2006)

- Für einige Evaluationsfragen (wie z. B. „Können alle Lernenden die Übungsphase für sich nutzen, um zum Diplom zu kommen?“, vgl. 4. Baustein: Übungsphase) reichen die üblichen Instrumente im Unterrichtablauf wie Klassenlisten, Tests etc. Entscheidend ist nur, sie für die gezielte Antwort einer explizit formulierten Evaluationsfrage auch zu nutzen.

Insgesamt haben sich alle Evaluationsinstrumente für ihre jeweilige Frage bewährt, allerdings liefern sie unterschiedlich grobe Informationen und unterscheiden sich erheblich im Zeitaufwand. Gerade die Video-Analysen haben uns die intensivsten Erkenntnisse gebracht, sind aber für Lehrkräfte mit voller Stundenverpflichtung überhaupt nicht zu leisten. Hier waren wir dankbar für die Unterstützung von Studierenden. Die Teammitglieder haben es oft nicht mal geschafft, die Videos aus ihrem Unterricht auch nur anzuschauen.

Die so praktische schriftliche Befragung von Lernenden dagegen ist zwar einfach zu handhaben, hat uns aber eher selten verwertbare Ergebnisse geliefert, die über das hinausgingen, was man auch durch grobes Hinschauen schon hätte sehen können.

2.6 Erstellung der Dokumentation

Über die Erstellung der Dokumentation haben wir intensiv diskutiert. Wer ist eigentlich der wichtigste Adressat? Schulbegleitforschende, die etwas über mögliche handlungsforschende Arbeitsprozesse lernen wollen? Oder Mathematik-Lehrkräfte im Unterrichtsalltag, die etwas über den Umgang mit Heterogenität lernen wollen? Beide Gruppen erschienen uns als sehr wichtig, doch die Interessen sind nicht gleich. So haben wir uns entschieden, die Dokumentation in zwei Teile zu teilen: Der schriftliche Endbericht erläutert eher den *Prozess*, auf der CD und der Homepage sind Materialien, Ideen und Reflexionen zusammengestellt, wie sie für die Umsetzung der *Ergebnisse* interessant sind. Diese CD dient uns auch als Material für Fortbildungen.

In der Erstellung der Dokumentation durch einen schriftlichen Endbericht und einer CD bzw. Homepage sind wir nach intensiver Diskussion der Grundideen arbeitsteilig vorgegangen. Alle Teammitglieder haben die Verantwortung für einige Bausteine übernommen, A. Kraatz-Röper und R. Vernay haben die Vereinheitlichung und Zusammenstellung der CD koordiniert, S. Prediger hat die zusätzlichen Teile für den schriftlichen Endbericht geschrieben.

Die Dokumentation brachte uns zwei wesentliche Effekte: erstens haben wir realisiert, wie viel wir in den drei Jahren tatsächlich geschafft haben (und wie vernetzt diese

Aktivitäten mit anderen Aktivitäten sind, z. B. der Entwicklung des schulinternen Curriculums und der Aufbereitung von Material für die Fortbildung), und zweitens haben sich einige Aspekte erst durch die schriftliche Fixierung nachhaltig geklärt, denn hier wurden sie auf den Punkt gebracht. Für die Explizierung unserer Erkenntnisse waren der Dokumentationsprozess und der dazu nötige Austausch im Team daher sehr wichtig.

3 Ergebnisse

Im SBF-Projekt wurden zwei Typen von Ergebnissen generiert: Einerseits wurde Unterrichtsentwicklung betrieben und es wurden 12 konkrete Bausteine mit Strukturen, Methoden und Materialien erarbeitet, andererseits haben wir an dieser konkreten Entwicklung und ihrer Reflexion auch verallgemeinerbare Erkenntnisse über Unterrichtsprozesse, Kompetenzentwicklung und den produktiven Umgang mit Heterogenität gewonnen.

Gerade den in der Fortbildung aktiven Teammitgliedern war die Ebene des konkreten Ergebnisses immer besonders wichtig, sie bilden deswegen auch den zentralen Bestandteil unserer Dokumentation und sind auf einer CD und einer Homepage in zugänglicher und strukturierter Form für die Verwendung auf Fortbildungen und für die weitere Unterrichtspraxis in 12 Bausteinen zusammengestellt. In dem hier vorliegenden schriftlichen Bericht werden sie aus Platzgründen dagegen nur kurz benannt. Die allgemeinen Arbeitsergebnisse (vgl. Abschnitt 3.2) werden durch die Bausteine auf der CD und der Homepage konkretisiert.

3.1 Kurzdarstellung der erarbeiteten 12 Bausteine mit Auflistung des jeweils auf CD und Homepage verfügbaren Materials

3.1.1 Methodische und strukturelle Bausteine

1. Baustein: Kompetenzen für Selbständiges Lernen

Berücksichtigt man die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler, so sind eine Individualisierung des Lernens und ein hoher Grad an selbständigem Arbeiten die Folge. Wir haben versucht die Kompetenzen, die Kinder für die selbständige Arbeit benötigen, systematisch zu erfassen und zu überlegen, wie sie ihnen vermittelt werden können.

Verfügbares Material:

- Ausführliche Darstellung des Bausteins

- Kompetenzliste
- Selbstlernkompetenzen und exemplarische Anwendungsbezüge – eine kurze Auflistung

2. Baustein: Checklisten und Checks

Zu jeder Unterrichtseinheit gibt es eine Checkliste für die Lernenden und für die Lehrenden. Sie hat eine zweifache Funktion:

1. Schülerinnen und Schüler können anhand dieser Liste überprüfen, ob sie das, was sie in dieser Unterrichtseinheit lernen sollen, beherrschen oder noch Übungsbedarf haben.
2. Lehrerinnen und Lehrer haben auf der Checkliste die Grundanforderungen zusammengestellt. Damit wird schriftlich niedergelegt, was konkret beherrscht bzw. weiterentwickelt werden soll.

Verfügbares Material:

- Darstellung des Bausteins
- Beispiele Checklisten
- Beispiele Checks

3. Baustein: Selbstevaluation

Schülerinnen und Schüler überprüfen ihr Vorwissen vor einer neuen Unterrichtseinheit - erprobt in einer sechsten, später siebten Klasse der GSM.

Verfügbares Material:

- Darstellung des Bausteins
- Ausführliche Darstellung des Bausteins
- Beispiele für Überprüfungen
- Analyse des Bausteins Selbstevaluation

4. Baustein: Übungsphase

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten in einem festen Ritual selbstständig Übungsmaterial um das kleine Einmaleins, die schriftliche Multiplikation, die schriftliche Division, das Umrechnen von Größen und genaues Zeichnen zu wiederholen und ihre Kompetenzen zu sichern und zu erweitern. Dabei sollen sie auch in die Anforderungen selbständigen Arbeitens eingeführt werden.

Verfügbares Material:

- Darstellung des Bausteins
- Beispielmateriale Umgang mit Größen

5. Baustein: Gruppenpuzzle „Kreisbilder“

In Expertengruppen werden Konstruktionen für vorgegebene Kreisbilder eigenständig erarbeitet und Konstruktionsbeschreibungen formuliert, diese werden danach in Erklärungsgruppen anderen Kindern vermittelt (siehe Arbeitsblätter). Jedes Kind hat am Ende eine Konstruktion gefunden und beschrieben sowie zwei weitere nach Anleitung konstruiert. Das Setting gibt Anlass, sich über die Qualität von Konstruktionsbeschreibungen auszutauschen.

Verfügbares Material:

- Darstellung des Bausteins
- Ausführliche Beschreibung der Methode allgemein und der konkreten Einheit „Kreisbilder“
- Arbeitsblätter zum Gruppenpuzzle Kreisbilder
- exemplarische Produkte der Schülerinnen und Schüler

6. Baustein: Strategiekonferenzen

In individualisierten Arbeitsphasen sind gemeinsame Besprechungen im Klassenverband immer wieder problematisch, weil die Schülerinnen und Schüler unterschiedlich schnell vorankommen und ganz unterschiedliche aktuelle Fragen und Probleme haben.

Verfügbares Material:

- Darstellung des Bausteins in Kurz- und Langfassung
- Beispiele für Konferenzprotokolle
- Powerpoint-Präsentation über Strategiekonferenzen (für Fortbildungen etc.)

7. Baustein: Umgang mit Auswahl-situationen in der Einheit „Spiegelung und Symmetrie“

Wenn Schüler und Schülerinnen selbständig mit einem umfassenden Arbeitsmaterial umgehen, werden hohe Anforderungen an ihre Orientierungs- und Entscheidungskompetenz gestellt. Anhand der Unterrichtseinheit „Spiegelungen und Symmetrie“ untersuchte ein Student den Umgang der Schülerinnen und Schüler mit der Arbeitskartei in Hinblick auf ihre Auswahlentscheidungen und zog Konsequenzen.

Verfügbares Material:

- Darstellung des Bausteins
- Tipps zum Umgang mit Auswahl-situationen
- Beispiele der in der Einheit verwendeten Arbeitskarten

3.1.2 Bausteine zu einzelnen Unterrichtseinheiten:

8. Baustein: Problemlösen

Selbständiges Arbeiten von Schülerinnen und Schülern an mathematischen Zusammenhängen erfordert nicht nur eine Reihe von grundlegenden Arbeitskompetenzen (vgl. 1. Baustein: Kompetenzen für selbständiges Lernen). Ebenso notwendig ist die Entwicklung spezifischer Techniken zur Erfassung, Strukturierung und gezielten Lösung mathematischer Probleme. Zur Initiierung des bewussten Umgangs damit wurde diese Unterrichtseinheit entwickelt.

Verfügbares Material:

- Darstellung des Bausteins
- Unterrichtsmaterial zur Entwicklung von Problemlösekompetenzen

9. Baustein: „x-beliebig“ – Handlungsorientierte Unterrichtseinheit zur Einführung von Termen als Beschreibungsmittel, Klasse 8

Terme werden oft zu schnell auf reine Rechentechnik reduziert. Dabei bleibt die Erkenntnis, wozu Terme notwendig oder sinnvoll sind, oft auf der Strecke. Deshalb sollen die Jugendlichen zunächst selbständig mit Situationen Erfahrungen sammeln, in denen sich die Verwendung von Termen anbietet. Im zweiten Teil werden ihre Erkenntnisse dann zusammengeführt und vertieft. In dieser kurzen (etwa 8-stündigen Unterrichtseinheit) geht es allein um die Begriffsbildung und noch nicht um das systematische Rechnen mit Termen.

Verfügbares Material:

- Darstellung des Bausteins
- Evaluation des Bausteins
- Unterrichtsmaterial (Lernumgebungen, Übungsaufgaben mit Lösungen, Checkliste, Checks)
- Beispiele zu von Lernenden entworfenen Aufgaben

10. Baustein: Produktorientiertes Arbeiten: „Außergewöhnliche Wohnhäuser“ (Einheit zu Flächeninhalten von Vielecken, Klasse 8)

Dieses projektartige Arbeitsvorhaben zu Körpern und Flächen ist auf die Erstellung eines Produktes ausgerichtet, nämlich ein Haus mit sechseckiger Grundfläche. Die Schülerinnen und Schüler können in diesem Projekt auf praktischer und theoretischer Ebene zeigen, über welche Kompetenzen sie verfügen.

Verfügbares Material:

- Ausführliche Beschreibung der Einheit

- Unterrichtsmaterial (Eltern- und Schülerbrief, Arbeitsplan, Checks, Rückmeldung an die Lernenden)
- Bilder der Produkte der Lernenden

11. Baustein: Plus-Minus (Einführung der negativen Zahlen, Klasse 7)

Die Unterrichtseinheit liefert ein Beispiel, wie man eigenverantwortliches Arbeiten mit einfachen Mitteln unterstützen kann, ohne „das Rad neu erfinden zu müssen“. Sie enthält alle erarbeiteten strukturellen Elemente (Arbeitsplan, Checks, Checkliste etc.).

Verfügbares Material:

- Darstellung des Bausteins in Übersicht und Langfassung
- Unterrichtsmaterial (Arbeitspläne, Checkliste Checks)
- Beispiel für einen Lernbericht

12. Baustein: Mein Traumzimmer (Selbstdifferenzierende Facharbeit als Anwendung der Berechnung von Flächeninhalt und Umfang in Rechtecken, Klasse 6)

Zum Abschluss einer Unterrichtseinheit zum Thema Flächeninhalte erstellen die Schüler eine erste individuelle Facharbeit, die an der Gesamtschule Mitte als Vergleichsarbeit gilt. Jedes Kind muss sein eigenes Traumzimmer entwerfen und den Materialbedarf für Bodenbelag, Wände, Fuß- und Zierleisten berechnen. Darin kann die Kompetenz zur Bestimmung von Flächeninhalten und Umfängen realitätsbezogen in einem kreativen Zusammenhang nachgewiesen werden.

Verfügbares Material:

- Darstellung der Einheit
- Unterrichtsmaterial (Arbeitsauftrag, Checkliste)
- Beispiele für starke und schwache Bearbeitungen des Auftrags

3.2 Einblicke in zentrale Arbeitsergebnisse

Unseren zentralen Arbeitsergebnisse haben wir für die CD und die Homepage auf folgende Erkenntnisfelder zusammengefasst:

1. Gestaltung von Lernarrangements im Sinne größtmöglicher Individualisierung, Klarheit der Strukturen und Lernziele sowie regelmäßigem Feedback für die Lernenden über ihren Lernstand
2. Förderung der Selbstlernkompetenzen der Lernenden
3. Wie kann trotz weitgehender Individualisierung die verständnisfördernde Kommunikation der Lernenden angeregt werden?

3.2.1 Gestaltung der Lernarrangements – Klarheit der Strukturen

Unsere zentrale Antwort auf die Heterogenität der Lernenden ist die deutliche Stärkung des selbständigen Arbeitens. Dies ist jedoch nicht allein eine Frage der Sozialform („Ab heute nur noch Einzel- und Gruppenarbeit“), sondern erfordert die Schaffung von Lernarrangements mit geeigneten Methoden, Materialien und Strukturen.

Je mehr und je länger Schülerinnen und Schüler selbständig lernen, desto klarer müssen sie sich über ihren Lernweg sein. Oberstes Ziel muss es sein, eine Transparenz zu schaffen, die für den Einstieg in selbständiges Lernen unabdingbar ist (vgl. 7. Baustein: Umgang in Auswahl-situationen). Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer können so Überblick über den Lernweg behalten und möglichst engmaschige Rückmeldung zu den zu erwerbenden Kompetenzen und Inhalten behalten. Wir haben gelernt, über folgende Punkte Transparenz herzustellen:

Das Ziel

Die Lernenden müssen über folgende Fragen Klarheit haben, idealerweise liegt der Zielhorizont zu beiden Aspekten schriftlich vor:

- *Was kann ich in dieser Einheit lernen? Was muss ich können?* (Konkrete Lernziele)
- *Was muss ich dazu herstellen/abgeben/zeigen?* (Endprodukt / Check / Test)

Auf der Ebene des Fachcurriculums führte gerade die Diskussion über die aufzunehmenden konkreten Lernziele zu einem intensiven Austausch der Kolleginnen und Kollegen über ihre Vorstellung von Unterricht. Das Destillat an Zielen wiederum wurde, verschriftlicht auf sogenannten Checklisten für alle Unterrichtseinheiten eines Jahrgangs, das Grundgerüst für ein Schulcurriculum. Arbeitspläne und konkretes Material konnten als nächstes zugefügt werden.

Der Weg: Was muss ich tun, um dorthin zu gelangen?

Wichtig erscheint uns ein immer präsenter Aufgabenplan (z. B. als Arbeitsplan) mit festen Zwischenstationen. Diese können ein Beratungsgespräch(e) mit Lehrerin/Lehrer sein, ein kurzer Zwischentest (Check) nach einem Lernabschnitt, eine kleine Präsentation eines erarbeiteten Teilaspekts, oder eine Strategiekonferenz (vgl. 6. Baustein).

Gerade für noch unerfahrene Schüler und Schülerinnen sollten dabei Lernabschnitte nicht zu groß sein. Ebenso ist es wichtig, dass unterschiedliche Niveaus in den Aufgaben sowie in den Überprüfungen angeboten werden (bei uns waren es zwei Niveaus: Grund- und Ergänzungsniveau).

Die Mittel: Wo finde ich das, was ich zum Arbeiten brauche?

Alle benötigten Materialien (Bücher, Arbeitsblätter, Nachschlagewerke, Plakatpapier etc.) müssen für alle leicht zugänglich sein.

Ganz wichtig ist auch bei Arbeiten an Aufgabenpools, dass die Lösungen der Aufgaben wenigstens in der Schule zugänglich sind. Gerade hier ist Augenmerk auf rechtzeitige Selbstkontrolle zu legen, da sich sonst Fehler nicht zum Lernen nutzen lassen (vgl. Abschnitt 3.2.2. Selbststeuerungskompetenzen).

Die Rückmeldung: Was kann ich schon, was noch nicht?

Alle Rückmeldungen werden zeitnah auf die Lernziele bezogen gegeben. Es ist möglich, konkretes Übungsmaterial zu empfehlen, wenn bestimmte Lernziele nicht erreicht wurden.

Der 11. Baustein: Plus-Minus zeigt eine Unterrichtseinheit, in der diese Struktur konsequent umgesetzt ist.

3.2.2 Selbststeuerungskompetenzen der Schülerinnen und Schüler

Die Öffnung des Unterrichts erfordert konsequentes selbständiges Arbeiten durch die Lernenden und die Übertragung von Verantwortung auf die Lernenden. Diese können die Eigenverantwortung jedoch nur übernehmen, wenn sie über angemessene Selbstlernkompetenzen verfügen. Dazu sind transparente Unterrichtsstrukturen wichtig, wie in Abschnitt 3.2.1. aufgezeigt wurde, doch durch Unterrichtsstrukturen allein entwickeln sich die notwendigen Kompetenzen nicht bei allen.

Als zweiter Ansatzpunkt wurden daher die Selbstlernkompetenzen gezielt gefördert. Dies betrifft zum einen mathematische Problemlösekompetenzen, die in einer eigenen Unterrichtssequenz trainiert werden können (vgl. 8. Baustein: Problemlösen), zum anderen Selbststeuerungskompetenzen, die nicht durch kurzfristiges Training entwickelt werden können. Um Selbststeuerungskompetenzen zu entwickeln, muss den Lernenden zunächst bewusst sein, welche Kompetenzen sie in diesem Bereich aufbauen müssen. Dazu wurden die Kompetenzen in einer Liste konkret benannt (vgl. 1. Baustein: Kompetenzen für selbständiges Lernen) und immer wieder zum Gesprächsgegenstand gemacht.

Um das Bewusstsein der Schüler und Schülerinnen dahingehend zu schärfen, haben wir immer wieder (z.B. im 11. Baustein: Plus-Minus) eine Rückmelde-Ebene eingefügt, die die Selbstwahrnehmung der Lernenden abfragt und sie mit der Außenwahrnehmung durch die Lehrerinnen und Lehrer konfrontiert. Die Übereinstimmung bzw.

die entscheidenden Unterschiede waren hervorragende Gesprächsanlässe über die Lern- und Leistungsentwicklung.

Selbststeuerung ist ohne realistische Selbstwahrnehmung nicht möglich, insbesondere in Bezug auf die zu erwerbenden mathematischen Kompetenzen. Eine Ritualisierung der Selbsteinschätzung als Basis der eigenständigen Planung von Wiederholungsphasen zu Beginn einer Unterrichtseinheit wurde daher im 3. Baustein: Selbstevaluation angestrebt.

Mit diesem Schritt können wir endgültig die Wendung vollziehen: Von einer defizitorientierten Leistungsbewertung und darauf ausgerichtetem Lernen hin zu einer ressourcenorientierten Diagnose und einem Lernen, das an der individuellen Förderung orientiert ist. Defizite sollen als solche erkannt werden, um sie gezielt bearbeiten zu können. Sie sind aber nicht die Grundlage der Beurteilung.

Wer diesen Schritt in seiner Klasse geht, wird eine Stimmungsänderung wahrnehmen, die zu unerwarteten Energieschüben bei einigen Schülern und Schülerinnen führen kann. Es vollzieht sich ein Perspektivwechsel, der nicht nur die Schülerinnen- und Schülerrolle verändert, sondern ebenso die Lehrer- und Lehrerinnenrolle (Begleitung und Beratung statt Belehrung und Beurteilung).

Wir haben gelernt, dass Abgabe von Verantwortung – angemessen und helfend gestaltet – ein Gewinn ist, der Anfang von allem.

3.2.3 Kommunikation über mathematische Inhalte

Eine konsequente Individualisierung im Unterricht soll auch die Dominanz der fragend-entwickelnden Klassengespräche ablösen, die empirisch nachweisbar weder der Heterogenität der Lernenden gerecht werden können, noch alle Lernenden zu aktivieren vermögen.

Gleichwohl verliert man durch die Reduktion der Klassengespräche auch ein wichtiges Moment der verständnisfördernden Kommunikation. Wo bleibt bei vollständiger Individualisierung das gemeinsame Gespräch über mathematische Zusammenhänge, mit denen neue Erkenntnisse angeregt und mathematische Einsichten hergestellt werden?

Immer wieder standen wir vor der Frage, wie unser fachdidaktischer Anspruch an differenziertes mathematisches Denken in selbständigen Arbeitszusammenhängen eingelöst werden kann. Die Gefahr eines reinen Abarbeitens von Aufgaben-Katalogen ohne Verständnis der Hintergründe und Zusammenhänge sollte gebannt werden.

Dazu haben wir drei Möglichkeiten entwickelt:

1. Das wohl dosierte Einstreuen von *Klassengesprächen* in einem sonst weitgehend individualisierten Unterricht. Allerdings kommen bei Auflösung der Gleichtaktigkeit die Lernenden zu ganz unterschiedlichen Zeitpunkten an die Knackpunkte, über die es sich auszutauschen lohnt.
2. Die Ergänzung der selbständig zu lösenden Aufgaben um *reflexionsorientierte Aufgaben mit Schreibaufträgen*. Allerdings ist nicht jede Einsicht durch eine schriftliche Vorlage herzustellen.
3. Die Schaffung *dezentraler kommunikativer Konstellationen*, in denen die Schülerinnen und Schüler eigenständig in kleineren Zirkeln und zum Teil auch mit Lehrer- und Lehrerinnen-Beteiligung in diese Kommunikation eintreten können, z.B. im 5. Baustein Gruppenpuzzle und 6. Baustein Strategiekonferenz.
Während das Gruppenpuzzle eher die Kommunikation über mathematische Inhalte an sich schulen sollte (Notwendigkeit eindeutiger Begriffe zum verständigen Austausch – Fachsprache), ging es bei der Strategiekonferenz um den Austausch verschiedener Vorstellungen, die sich Schüler und Schülerinnen zu einem bestimmten Sachverhalt erarbeitet hatten. Für beide Aspekte haben wir mit den beiden methodischen Formen Ansätze gefunden, die weiter entwickelt werden können.

Für die richtige Dosierung der drei verschiedenen Strukturelemente gibt es keine einheitliche Richtlinie, sie ist auch von den persönlichen Lehrstilen der einzelnen Lehrkräfte abhängig.

3.2.4 Zusammenhänge

Auch wenn es schwer fällt, ein so komplexes Phänomen wie Unterricht auf wenige Aspekte zu reduzieren, um Wirkungszusammenhänge zu veranschaulichen, haben wir dies in Abb. 4 versucht. Die Abbildung soll verdeutlichen, dass man für jeden Fortschritt, den man sich mit Selbständigkeit erhofft, zunächst etwas hergeben muss. Und umgekehrt, sich mit jedem Festhalten an einem Anspruch, das Feld für Selbständigkeit verkleinert, wenn nicht neue Wege gefunden werden, beide Ansprüche zu vereinen.

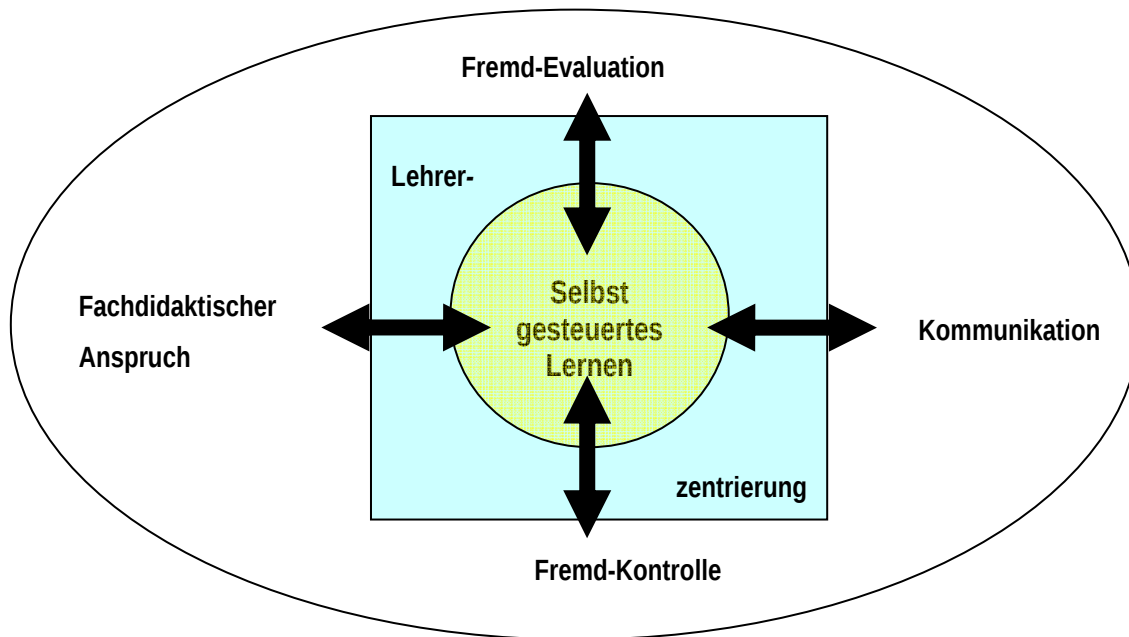


Abb. 4: Spannungsfelder rund um selbstgesteuertes Lernen

Unterrichtsqualität lässt sich nur durch Ausbalancieren dieser verschiedenen Spannungsfelder herstellen (vgl. Krainer/Stern 2004). Dabei hat die Selbständigkeit als Unterrichtsprinzip eine grundsätzliche Wertigkeit für die Entwicklung der Persönlichkeit an sich (vgl. Kraatz-Röper 2006), aber eben auch für den Umgang mit Heterogenität.

3.3 Was wir nicht mehr geschafft haben:

Eingehen auf heterogene inhaltliche Vorstellungen

Im Projektantrag war ein weiterer Strang geplant, nämlich die Erhebung von Schüler- vorstellungen mit dem Ziel, auch auf diese inhaltliche Vielfalt im Unterricht konsequen- ter einzugehen. Diesen Strang haben wir mit drei Examensarbeiten zur Erhebung von Schülervorstellungen auch begonnen (Attohou 2004, Wulff 2004, Meissner 2006). Es hat sich dann jedoch herausgestellt, dass es den Rahmen eines Schulbegleitfor- schungsprojekts deutlich sprengen würde, die auf diesem Gebiet notwendige theoreti- sche Einordnung und daran anschließende Forschungs- und Entwicklungsarbeit tat- sächlich zu leisten.

Wir haben sie deswegen als für unterschiedliches inhaltliches Denken sensibilisie- rende Satellitenprojekte betrachtet, ohne sie direkt in die Arbeit einzubeziehen. Für die stochastischen Vorstellungen ist aus dem Satellitenprojekt ein eigenes substantielles

Forschungs- und Entwicklungsprojekt geworden, das wir definitiv auslagern mussten (erste Ergebnisse sind dokumentiert in Büchter/Leuders/Hußmann/Prediger 2005, Prediger 2005).

Dieser Fragenbereich ist also ein Beispiel dafür, wie durch Schulbegleitforschung Forschungsimpulse für die fachdidaktische Grundlagenforschung entstehen können (vgl. Peter-Koop/Prediger 2005).

4 Perspektiven, Transfer und Reflexion

4.1 Perspektiven und Transfer

Der Anspruch, im Projekt weiterverwendbare und auch transferierbare Ergebnisse zu generieren, hat unsere Arbeit von Anfang an geprägt und ist bereits im Projektantrag durch die Einbindung von Studierenden und die Festschreibung von Fortbildungsaktivitäten im dritten Jahr festgeschrieben.

4.1.1 Einbindung des Projekts in die Schulentwicklung

In der Gesamtschule Mitte gibt es immer wieder zahlreiche Innovationsprojekte mit den unterschiedlichsten Rahmenbedingungen, die sich auf verschiedene Weise in den permanenten Schulentwicklungsprozess eingliedern. Das Projekt konnte daher auf eine positive, annehmende Grundatmosphäre setzen, die von Akzeptanz des Kollegiums, der Schülerschaft und der Eltern geprägt ist.

Da die Schulleiterin und weitere Mitglieder der schulischen Steuergruppe in das Projekt eingebunden waren, ist es auch gelungen, die Fragestellungen und Ergebnisse in die Diskussion um Schulentwicklung einzubringen. Insgesamt hat das Projekt durch seine starke Betonung der Notwendigkeit, einen produktiven Umgang mit Heterogenität und insbesondere Möglichkeiten der Individualisierung zu finden, eine starke Ausstrahlung auf die in der Schule geführten Diskussionen zur weiteren Schulentwicklung gefunden. So haben die Erfahrungen aus dem Projekt z. B. 2004 bei der Diskussion um die Einführung einer fachübergreifenden individuellen Arbeitsphase („Flex“) eine wichtige Rolle gespielt.

4.1.2 Umgang mit den Ergebnissen im Fachkollegium Mathematik der GSM

Eine große Herausforderung ist bei jedem Entwicklungsprojekt, die allgemeinen Erkenntnisse und konkret entwickelten Materialien über den Kreis der Teammitglieder hinaus *für die Unterrichtspraxis handlungsrelevant* verfügbar zu machen. In diesem

Projekt ist dies zum einen dadurch gelungen, dass über den ursprünglich geplanten Jahrgang hinaus auch Fachlehrer/innen der beiden nachfolgenden Jahrgänge in das Projekt eingebunden wurden (J. Fernholz im nachfolgenden und S. Prediger und L. Heckmann im darauf folgenden Jahrgang). So konnten die entwickelten Materialien, Methoden und Strukturen auch unter anderen Bedingungen direkt wieder benutzt und konsolidiert bzw. weiter entwickelt werden. Ihre weitere Nutzung wird nun durch Übergabekonferenzen am Schuljahreswechsel und die enge Zusammenarbeit der Jahrgangsteams versucht zu gewährleisten.

Zum anderen wird eine langfristige Umsetzung der erarbeiteten Einheiten durch die Integration in das schulinterne Curriculum Mathematik angestrebt, in dem an der GSM vollständig ausgearbeitete Unterrichtseinheiten zusammengestellt werden. Im Rahmen des schulinternen Curriculums soll auch eine Fortsetzung der Ansätze in die höheren Jahrgangsstufen versucht werden.

Sehr viel schwieriger ist es dagegen, die nicht am Projekt beteiligten Kolleginnen und Kollegen (des Fachs Mathematik und darüber hinaus) auch an dem Lernprozess *allgemeiner Erkenntnisse* über Heterogenität wirklich teilhaben zu lassen, weil sich die im Projekt stattgefundene Sensibilisierung für Schwierigkeiten und Möglichkeiten nur begrenzt gut weiter geben lassen. Der Vorsprung der hier forschenden Lehrkräfte wird durch die anderen nur langsam aufzuholen sein.

4.1.3 Transfer an andere Schulen durch Fortbildung und Publikationen

Das Thema Umgang mit Heterogenität hat eine enorme Aktualität, und entsprechend hoch ist der Fortbildungs- und Publikationsbedarf. Daher haben wir bereits einiges zum Thema schriftlich berichtet (vgl. Abschnitt 5.1.1) und mehr Fortbildungen angeboten als ursprünglich geplant. Unter dem Titel des Projekts liefen insbesondere folgende Workshops:

- Workshop auf dem bundesweiten GGG-Kongreß des Gesamtschulverbands im September 2004 in Bremen (Verantwortlich: R. Puscher und R. Vernay)
- Workshop-Reihe am 3. 5 und 28.6. 2006 in Bremen, an der 35 Personen von 13 verschiedenen Schulen teilnahmen (verantwortlich: R. Vernay / S. Bialek)
- Workshop am 26.8.2006 in Dortmund (Verantwortlich: S. Prediger)
- eineinhalbtägiger Workshop zur Heterogenität in Luxemburg im Februar 2007 (Verantwortlich: S. Prediger, R. Vernay, S. Bialek)

Darüber hinaus haben R. Vernay und R. Puscher im Rahmen von SINUS und der MUED-Tagung, S. Prediger bei weiteren Fortbildungen (im Rahmen von S+P, LEMPL etc.) einzelne Aspekte des Projekts vorgestellt.

Zentrales Element der Fortbildungskonzeption war dabei immer, nicht über die Ansätze frontal zu berichten, sondern sich die teilnehmenden Lehrerinnen und Lehrer selbst aktiv mit den Angeboten auseinandersetzen zu lassen und Methoden selbst erlebbar zu machen. Damit versuchen wir, die Prinzipien der Eigentätigkeit und die Heterogenität der teilnehmenden Lehrkräfte auch im Fortbildungskonzept zu berücksichtigen.

Die Material-CD bzw. die Homepage als zentraler inhaltlicher Bestandteil unseres Endberichts ist insbesondere für die Fortbildungsteilnehmer und mit Blick auf die Aufbereitung der Materialien für den Unterricht erstellt worden.

4.1.4 Transfer und Vernetzung im Rahmen eines Comenius-Projekts

Seit 2004 waren Susanne Prediger und Rüdiger Vernay auch beteiligt an einem von der Europäischen Union geförderten Projekt „Qualitätsentwicklung von Mathematikunterricht im europäischen Kontext“ im Rahmen des Comenius-Programms 2.1, das insbesondere die Vernetzung von europäischen Schulen und Universitäten anstrebt und langfristig in den Aufbau eines Netzwerkes münden soll. In dieses Comenius-Projekt haben wir sowohl Projektergebnisse eingebracht (wie etwa die Unterrichtseinheit „Außergewöhnliche Wohnhäuser“), als auch Ideen und Materialien kennen gelernt, die umgekehrt in die Arbeit an der GSM eingeflossen sind.

4.2 Einbeziehung von Studierenden in das SBF-Projekt

Mathematik-Lehramtsstudierende unterschiedlicher Studienphasen (vgl. Auflistung in Abschnitt 6) wurden über die drei Jahre mit verschiedenen Aufträgen und Rollen eingebunden:

- Als Halbjahrespraktikant/innen konnten insgesamt 9 Studierende über ein halbes Jahr lang in den Arbeitsprozess des Teams eingebunden werden, regelmäßig an den Projektsitzungen teilnehmen und über längere Zeit in den Projektklassen hospitieren. Sie haben jeweils in enger Absprache mit den Teammitgliedern auch einen kleinen eigenständigen Teilauftrag, z. B. zur Mitentwicklung eines Unterrichtselements und seiner Evaluation, und in den Projektklassen im Unterricht (von den Lehrkräften höchst willkommene) Unterstützung geleistet.
- Als Teilnehmende an einem Projektseminar konnten nur kürzere Einblicke gewonnen und kleine Teilaufträge zur Evaluation übernommen werden.
- Im Rahmen des Projekts wurden sechs Examensarbeiten erstellt (vgl. Auflistung in Abschnitt 5.2), deren eigenständige Arbeitsergebnisse unterschiedlich intensiv auf das Projekt zurückwirken konnten. So sind z. B. drei empirisch-deskriptive Arbeiten

zu Vorstellungen der Lernenden eher in den Bereich der fachdidaktischen Grundlagenarbeiten gerutscht und konnten in ihren Ergebnissen nicht unmittelbar wieder aufgegriffen werden (z. B. Attohoun 2004, Wulf 2004, Meissner 2006, vgl. dazu Abschnitt 3.3).

Andere Arbeiten haben direkter die weitere Arbeit beeinflusst, wie die empirischen Ergebnisse von Ney (2004), nach denen Lernende mit Auswahlangeboten deutlich schwerer tun als erwartet. In einem Fall (Schwenen 2006) konnten wir mit Hilfe der Examensarbeit eine Streitfrage zur Bedeutung unterschiedlicher inhaltlicher Modelle für Verstehensprozesse beantworten.

Nicht gelungen ist dagegen die auch geplante Einbeziehung von Referendarinnen und Referendaren, da die institutionellen Konstellationen dies nicht hinreichend beförderten (z. B. dadurch dass R. Puscher, die für diesen Bereich zuständig war, in einer anderen Schulstufe tätig war und nach einem Jahr aus Zeitgründen aus dem Projekt aussteigen musste).

Für das Projekt waren die meisten der Studierenden eine große Bereicherung, da sie weitere mitdenkende und kreative Köpfe stellten, interessante Teilaspekte intensiver ausloten konnten als das voll in der Schulpraxis stehende Lehrkräfte zeitlich vermögen, und den Lehrkräften konkret im Unterricht zur Seite standen.

Die herausragenden Wirkungen für die Studierenden selbst lassen sich auf drei zentrale Aspekte zusammenfassen, die jeweils durch eine Äußerung veranschaulicht werden sollen:

- Kompetenzzuwachs und inhaltliches Engagement für das Thema Umgang mit Heterogenität:
„Ich kann mir gar nicht mehr vorstellen, ohne Differenzierung zu unterrichten“ (mündliche Äußerung JH)
- deutlich gesteigerte Sensibilisierung für die Komplexität von Lernprozessen allgemein:
„Ich war erstaunt, über welche Fach-, Sach- und Sozialkompetenzen ein Lehrer verfügen muss, damit Unterricht in angemessener Form überhaupt möglich ist. Nach jedem Unterrichtstag muss der Lehrer darüber reflektieren, ... und ob der Unterricht geeignet war, sich Wissen in eigener Regie anzueignen.“ (Praktikumsbericht AL, S. 41)
- Entwicklung einer forschenden Grundhaltung:
„An der GSM erlebte ich Lehrer, die versuchen, das Ideenrepertoire zu vergrößern, indem sie verschiedenste Methoden und Aufgabentypen in ihrem Unterricht erforschen. Besonders gegen Ende meines Praktikums wurde mir bewusst, dass diese Gedanken für mich das Interessanteste am Lehrerberuf ausmachen.“ (Praktikumsbericht CS, S. 31)

4.3 Reflexion des Projektverlaufs

Obwohl die Zuständigkeiten und Vorgehensweisen des Projekts zu Beginn nicht optimal abgestimmt waren und so immer wieder einige Reibungsverluste produzierten, sind wir insgesamt mit dem Ablauf des Projekts und seinen Ergebnissen sehr zufrieden.

Die Unterrichtsentwicklung konnte bereits auf Vorerfahrungen aufsetzen und hat sich substantiell vertieft. Das genaue Analysieren und Reflektieren der ablaufenden Unterrichtsprozesse hat eine erhebliche Sensibilisierung aller Beteiligten für Chancen und Schwierigkeiten eigenverantwortlichen und schülerorientierten Arbeitens gebracht. Ganz deutlich erlebten wir uns dabei als Lernende.

Die größten Schwierigkeiten innerhalb des Projekts lagen auf der Ebene der Gruppendynamik, die zum Beispiel erheblich strapaziert wurde durch die Tatsache, dass nicht alle Beteiligten die immer gleichen Prioritäten für ihren Unterricht setzen konnten und wollten. Es hat uns eineinhalb Jahre gekostet, die diesbezügliche Heterogenität der beteiligten Lehrkräfte in der eigenen Gruppe zu akzeptieren und mit ihr einen konstruktiven Umgang zu finden. Eine solche Akzeptanz ist jedoch eine wichtige Voraussetzung auch für die Arbeit mit Schülerinnen und Schülern.

4.4 Hinweise und Tipps zur Durchführung weiterer Projekte

- Schaffen Sie von Beginn an Klarheit über die Gruppenspielregeln und gemeinsamen Vorgehensweisen.
- Entwerfen Sie zu Beginn einen ausführlichen Arbeitsplan mit Meilensteinen, aber gönnen Sie sich auch, davon begründet abzuweichen, wenn es der Verlauf des Projekts nahe legt.
- Gemeinsame Erarbeitung von Unterricht muss nicht totale Vereinheitlichung bedeuten – lassen Sie sich Spielraum für die Individualität der Beteiligten.
- Als wissenschaftliche Begleitung verknüpfen Sie Ihre verschiedenen Aufgaben, z.B. ihre Lehrverpflichtungen mit der Beratung, indem Sie Studierende in das Projekt mit gezielten Arbeitsaufträgen einbinden.
- Denken Sie den Transfer von Beginn an mit, das beeinflusst die Arbeit.
- Dokumentieren Sie Zwischenergebnisse, das erleichtert die Verfassung des Endberichts.

5 Literaturverzeichnis

5.1 Arbeiten, die aus der Projektarbeit heraus entstanden sind

5.1.1 Veröffentlichungen

- Bialek, Susanne / Fernholz, Jutta / Kraatz-Röper, Andreas / Prediger, Susanne / Vernay, Rüdiger (2005): Wie gelingt eigenverantwortliches Lernen auf vielfältigen Wegen? Vom Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht, in: Sailer, Wolfram et al. (Hrsg.): Jahrbuch 2005. Schulbegleitforschung Bremen, Landesinstitut für Schule, Bremen, S. 67-69.
- Fernholz, Jutta / Prediger, Susanne (2007): „... weil meist nur ich weiß, was ich kann!“ Selbstdiagnose als Beitrag zum eigenverantwortlichen Lernen, in Vorbereitung für Praxis der Mathematik in der Schule 49 (15).
- Kraatz-Röper, Andreas (2006): Plädoyer für selbständiges Lernen im Mathematikunterricht - Warum selbständiges Lernen eine andere Qualität im Mathematikunterricht eröffnen kann, in: Vernay, Rüdiger / Puscher, Regina (Hrsg.): Mit Heterogenität umgehen. MUED Rundbrief Nr. 160, Appelhülsen 2006.
- Peter-Koop, Andrea / Prediger, Susanne (2005): Dimensionen, Perspektiven und Projekte mathematikdidaktischer Handlungsforschung, in: Eckert, Ela / Fichten, Wolfgang (Hrsg.): Schulbegleitforschung: Erwartungen – Ergebnisse – Wirkungen, Waxmann Verlag, Münster, S. 185-201.
- Prediger Susanne (2004a): Heterogenität macht Schule – Herausforderungen und Chancen, in: W. Sailer u.a. (Hrsg.): Jahrbuch 2004. Schulbegleitforschung Bremen, Landesinstitut für Schule, Bremen, S. 90-97.
- Prediger, Susanne (2004b): „Darf man das denn so rechnen?“ Vielfalt im Mathematikunterricht, in: Friedrich Jahresheft XXII: Heterogenität. Unterschiede nutzen – Gemeinsamkeiten stärken, 2004, S. 86-89.
- Prediger, Susanne (i.V.): Mathematikunterricht entwickeln – begleiten – erforschen. Unterrichtsentwicklung aus fachdidaktischer Sicht, erscheint in: Linke, Jürgen (Hrsg.): Gute Schule gestalten. Schule entwickeln – begleiten – erforschen, Beiträge zur Ringvorlesung, Landesinstitut für Schule, Bremen.
- Prediger, Susanne / Vernay, Rüdiger (2005): Kreisbilder erklären im Gruppenpuzzle – eine kommunikative Herausforderung, in: Praxis der Mathematik in der Schule 47 (2005) 6, S. 17-22
- Vernay, Rüdiger / Puscher, Regina (Hrsg.) (2006): Mit Heterogenität umgehen. MUED Rundbrief Nr. 160, Appelhülsen.

5.2 Im Rahmen des SBF-Projekts entstandene studentische Examensarbeiten und ausgewählte Teilprojektberichte

- Attohoun, Eklou (2004): Vorstellungen zur Wahrscheinlichkeit bei Würfelspielen. Ergebnisse einer Interview-Studie, Examensarbeit für P/SI, Universität Bremen.
- Groß, Stephan (2004): Struktur der Übungsphase zur eigenverantwortlichen Sicherung von Basiswissen – Unterrichtsbeobachtung und Erfassung der Schülerperspektiven. Teilprojekt-bericht.
- Kösters, Jana (2004): Ausbildung tragfähiger Grundvorstellungen zur Prozentrechnung – Sachanalyse und Entwurf eines Stationenlernens, Examensarbeit für SI/SII, Universität Bremen.
- Kösters, Jana / Schlemmer, Björn-Sören (2004): Gruppenpuzzle Kreisbilder – Entwicklung und erste Erprobung. Teilprojekt-Bericht.
- Lenhardt, Andreas (2006): Die Lernumgebung „x-beliebig“ und ihre Tauglichkeit für einen handlungsorientierten, differenzierenden Einstieg das Aufstellen von Termen – Unterrichtsbeobachtungen und Analysen von Schülerprodukten, Teilprojekt-Bericht.
- Meissner, Anke (2006): Schülervorstellungen zur Prozentrechnung – eine empirische Studie, Examensarbeit für SI/II, Universität Bremen.
- Ney, Florian (2004): Das Entscheidungsverhalten von Sechstklässlern in einer offenen Lernsituation – Eine explorative Studie, Examensarbeit für SI, Universität Bremen.
- Niestradt, Fabian / Schöning, Tim (2005): Problemlösetraining als Baustein zur Entwicklung von Schülerkompetenzen zum eigenverantwortlichen Lernen – Entwicklung und Erprobung. Teilprojekt-Bericht.
- Schmeyer, Carmen / Hövelmann, Julia (2005): Wann gelingen Strategiekonferenzen? – Videoanalysen. Ein Bericht über ein Teilprojekt.
- Schwenen, Stefan (2006): Vorstellungsentwicklung bei den negativen Zahlen – theoretische Hintergründe und eine empirische Untersuchung, Examensarbeit für SII/SI, Universität Bremen.
- Wiers, Jan / Wolters, Marcel (2006): Selbstevaluation von Schülerinnen und Schüler als zentrales Element zur Entwicklung einer Kultur eigenverantwortlichen Lernens – Unterrichtsbeobachtungen und Schülerperspektiven, Teilprojekt-Bericht.
- Wulf, Jan-Hendrick (2004): Was ist ein Winkel? Eine empirische Untersuchung zu Vorerfahrungen von Schülern zum Winkelbegriff, Examensarbeit für P/SI, Universität Bremen.

5.3 Weitere im Projektbericht zitierte Literatur

- Atweh, Bill (2004): Understanding for changing and changing for understanding. Praxis between practice and theory through action research in mathematics education, in: R. Zevenbergen / P. Bolero (Hrsg.): Researching the socio-political dimensions of mathematics education: Issues of power in theory and methodology, Kluwer, Dordrecht, S. 1-14.
- Büchter, Andreas / Hußmann, Stephan / Leuders, Timo / Prediger, Susanne (2005): Den Zufall im Griff? – Stochastische Vorstellungen fördern, in: Praxis der Mathematik in der Schule 47 (4), S. 1-7.
- Prediger, Susanne (2005): „Auch will ich Lernprozesse beobachten, um besser Mathematik zu verstehen.“ Didaktische Rekonstruktion als mathematikdidaktischer Forschungsansatz zur Restrukturierung von Mathematik, in: mathematica didactica 28 (2), S. 23-47.
- Helmke, Andreas (2003): Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern, Kallmeyersche Buchhandlung, Seelze.
- Altrichter, Herbert / Posch, Peter (1998): Lehrer erforschen ihren Unterricht. Eine Einführung in die Methoden der Aktionsforschung, 3. Auflage, Klinkhardt, Bad Heilbrunn 1998.
- Deutsches PISA-Konsortium (2001) (Hrsg.): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich, Leske + Budrich, Opladen.
- Heymann, Hans Werner (1991): Innere Differenzierung im Mathematikunterricht, in: Mathematik Lehren (Nr. 49), S. 63-66.
- Kraatz-Röper, Andreas / Vernay, Rüdiger (1996): Versteckte Bilder, Schneekristalle und ein magischer Tresor, in: Mathematik lehren 79, S. 48-51.
- Kraatz-Röper, Andreas / Vernay, Rüdiger (1998): Flächen und Körper. Selbstwirksame Binnendifferenzierung, in: Mathematik lehren 89, S. 21-48.
- Kraatz-Röper, Andreas / Vernay, Rüdiger (2001): Galaxie der Terme. Ein mathematischer Forschungsabenteuer, Mathematik Welt, in: Mathematik lehren 107.
- Krainer, Konrad / Stern, Thomas (2004): Offene Rechnungen mit dem Mathematikunterricht, Themenheft Lernende Schule 7(28).
- Krippner, Wolfgang (1992): Mathematik differenziert unterrichten, Schroedel, Hannover.
- Nührenbörger, Marcus / Verboom, Lilo (2005), Eigenständiges Lernen – Gemeinsames Lernen. Basispapier zum Modul 8 des BLK-Programms "Sinus-Grundschule", www.sinus-grundschule.de/
- Puscher, Regina (1995): Themenorientierter Mathematikunterricht: Konzeption, Materialentwicklung und Beobachtung von Lernprozessen konkretisiert am Beispiel der Dezimalzahlen. Dissertation, Universität Bremen. Bd 1 und 2 (Materialband)
- Puscher, Regina (1996): Wege zur freien Arbeit, in: Mathematik lehren 79, S. 4-7.

III. Anhang

6 Verzeichnis aller beteiligten Personen

Mitglieder des Projektteams an der Gesamtschule Mitte:

Susanne Bialek (2003-06), Jutta Fernholz (2004-06), Lars Heckmann (2005-06),
Andreas Kraatz-Röper (Koordination, 2003-06) Regina Puscher (2003-04), Rüdiger
Vernay (2003-06)

Susanne Prediger (Wissenschaftliche Begleitung, 2003-06)

Phasenweise einbezogene Studierende:

- Teilnehmende am Projektseminar „Umgang mit Heterogenität im MU“, WiSe
2003/04: Nicole Düvell, Verena Naujoks, Stephan Groß, Jana Kösters, Björn-
Sören Schlemmer, u.v.m.
- Halbjahrespraktikant/innen:
 - 2003/04: Verena Naujoks, Stephan Groß
 - 2004/05: Fabian Niestradt, Tim Schöning
 - 2005/06: Julia Hövelmann, Andreas Lenhardt, Carmen Schmeyer,
Jan Wiers, Marcel Wolters
- Im Rahmen von Examensarbeiten: Jana Kösters, Florian Ney, Eklou Atto-
houn, Jan-Hendrik Wulf, Anke Meissner, Stefan Schwenen

Technische Unterstützung bei der CD- und Homepage-Erstellung: Timur Celikel

7 Digitaler Anhang – CD

Dem Original-Bericht wird eine CD beigelegt. Für eine Inhaltsübersicht siehe Index auf
der CD.

Der Inhalt der CD ist auch auf einer Homepage abgelegt, die zu erreichen ist über die
Homepage der Gesamtschule Mitte: <http://www.gsm-bremen.de>

Aktuell unter [http://www.schule.bremen.de/schulen/gsm/seiten/projekte/gsm-mathe-
projekt/index.htm](http://www.schule.bremen.de/schulen/gsm/seiten/projekte/gsm-mathe-projekt/index.htm)