

2 Ansätze und Materialien zur Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht zu Beginn der Oberstufe

Ulrich Hoffert

2.1 Vorbemerkungen

Der Schritt aus der Sekundarstufe I hinein in die Einführungsphase der Oberstufe ist für viele Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik nicht problemlos. Mathematik ist als Pflichtfach nicht abwählbar. Dies führt bei einigen Schülerinnen und Schülern in dem von ihnen ungeliebten Fach Mathematik zu Lustlosigkeit und Frustration bis hin zur Lern- und Arbeitsverweigerung. Kommen fachliche Defizite, die bereits in der Sekundarstufe I entstanden sind, hinzu, dann verschärft sich die Situation der Betroffenen noch einmal. Mit dieser Problematik haben sich Kolleginnen und Kollegen aus Gymnasien und Gesamtschulen in einem SINUS-Set mehrere Jahre auseinandergesetzt. Grundlage für die Arbeit im SINUS-Set war eine Analyse der Kompetenzen, die von den Schülerinnen und Schülern zum erfolgreichen Abschluss der schulischen Bildung mit dem Abitur in Nordrhein-Westfalen erwartet werden.



Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht (6685)

2.2 Ausgangslage klären und angleichen

Zu Beginn der Einführungsphase fallen der Lehrperson in der Regel als erstes die mangelnde Beherrschung grundlegender Algorithmen und andere fachliche Defizite auf. Diese Defizite konnten in der Sekundarstufe I aus welchen Gründen auch immer nicht behoben werden. Im Verlauf des Unterrichtes führen diese Defizite dazu, dass Schülerinnen und Schüler gestellte Aufgaben nicht bearbeiten können. Will man hier gegensteuern, dann müssen diese Defizite zunächst diagnostiziert werden.

2.2.1 Eingangstest für die Einführungsphase

Innerhalb des SINUS-Sets ist deshalb ein Eingangstest entwickelt worden¹, der die Bereiche Algebra, Funktionen und Textverständnis abdeckt und zu Beginn der Einführungsphase verortet ist. Dieser



Eingangstest Einführungsphase (6449)

¹Prof. Dr. Susanne Prediger, Institut für Entwicklung des Mathematikunterrichts (TU Dortmund), hat die Entwicklung wissenschaftlich begleitet

2 Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht

Test ist in unterschiedlichen Szenarien sehr flexibel einsetzbar. Neben einem Excel-Auswertungstool gibt es auch eine Moodle-Version des Tests.

Eine ausführliche Dokumentation zu diesem Test, sowie alle benötigten Dokumente stehen auf der Internetseite www.sinus.nrw.de zum Download bereit.

2.2.2 Unterrichtsmaterialien zur individuellen Förderung



Unterrichtsmaterialien (6582)

Die im Eingangstest erkannten Defizite sollten individuell behoben werden. Nur so ist ein erfolgreicher Besuch der Oberstufe im Fach Mathematik gewährleistet. Im SINUS-Set sind hierzu einige Materialien entwickelt worden, die im Anschluss an den Test im normalen Unterricht oder in Vertiefungs- und Förderkursen eingesetzt werden können. Es ist ebenfalls möglich, diese Materialien bereits in der Sekundarstufe I einzusetzen, um vorbeugend Defizite zu vermeiden. Schwerpunkt dieser Materialien ist der „funktionale Zusammenhang“.

2.3 Interesse wecken und fördern

In der zweiten Phase der Arbeit innerhalb dieses SINUS-Sets ist der Aspekt der Motivation der einzelnen Schülerinnen bzw. Schüler in den Blick genommen worden.

„Das Ausmaß des *Lernerfolges* eines Schülers kann in einer einfachen Formel ausgedrückt werden: Lernerfolg ist das Produkt aus *investierten Mitteln* (z. B. Arbeitszeit, kognitive Fähigkeiten, bisherige Erfahrungen) und dem *motivationalen Faktor* (Interesse, Sympathie, Freude etc.).“ (Stangl 2003)

Gerade diese motivationalen Faktoren können im Rahmen eines normalen Unterrichts – im Gegensatz zu den investierten Mitteln – kaum beeinflusst werden. Trotzdem wollten die Mitglieder der SINUS-Gruppe wissen, wie Situationen im Unterricht gestaltet werden können, die dazu führen, dass viele Schülerinnen und Schüler aktiv und mit Interesse lernen. Dabei fokussierte die Gruppe auf den Begriff des Interesses der Schülerinnen und Schüler als positive emotionale Befindlichkeit.

Jede Lehrerin und jeder Lehrer hat bestimmt schon einmal folgende Situation erlebt: Ein Großteil der Lerngruppe setzt sich intensiv mit einem Thema, einem Gegenstand auseinander. Es wird diskutiert, vermutet, überprüft und verworfen, wieder neu diskutiert... Häufig entstehen solche Situationen auch ungeplant und spontan im Unterricht. Am Ende einer solchen Phase/Stunde bekommt man von Schülerinnen und Schülern dann oft die Reaktion „Das war richtig spannend heute!“ Wäre es nicht schön, Situationen in denen das Interesse am mathematischen Gegenstand so deutlich erkennbar ist, öfter zu erleben?

Das persönliche Interesse der Schüler ist dabei ein Konstrukt, das eine stabile Person-Gegenstands-Beziehung beschreibt, die sich in Aktivitäten mit folgenden Merkmalen zeigt:

- kognitive Merkmale (d. h., dass Interessenaktivitäten auf Erkenntnisgewinn ausgerichtet sind)



Abbildung 2.1: Erfüllung psychischer Grundbedürfnisse

- emotionale Merkmale (d. h., dass Interessenaktivitäten überwiegend emotional positiv erlebt werden)
- wertbezogene Merkmale (d. h., dass Interessenaktivitäten einen besonderen Wert durch den Interessengegenstand selbst erhalten, selbstintentional) (vgl. Krapp 1992; Krapp 1998b; Krapp 1998a)

Wenn Schülerinnen und Schüler mit Interesse lernen, dann nutzen sie tiefergehende Lernstrategien und behalten Inhalte länger im Gedächtnis. Außerdem lernen sie dann mit Freude und nachhaltiger. Wer mit Interesse lernt, will mehr über den Interessengegenstand wissen und baut zudem intuitives Wissen über diesen Gegenstand auf. Nicht zu vernachlässigen ist auch, dass durch Interesse die Ausdauer gesteigert werden kann, sich mit einem Gegenstand auseinanderzusetzen (vgl. Krapp 1992; Krapp 1998b; Krapp 1998a; für einen Überblick vgl. auch Bikner-Ahsbahs 2005, S. 7). Das sind alles gute Gründe, um sich mit Interesse im Mathematikunterricht auseinanderzusetzen.

Wie aber kann Interesse von Schülerinnen und Schülern initiiert und gefördert werden? Nach der Selbstbestimmungstheorie (von Deci und Ryan 1993; Deci 1998) wird durch die Erfüllung psychischer Grundbedürfnisse Lernen mit Interesse gefördert, das heißt wenn Schülerinnen und Schüler in Verbindung mit dem betreffenden Gegenstand

- Kompetenzerfahrung,
- Autonomieerfahrung und
- Erfahrungen von sozialer Eingebundenheit

erleben. Können diese psychischen Grundbedürfnisse im Unterricht durch entsprechende Situationen (Abbildung 2.1) unterstützt werden, dann kann es gelingen situationsgebundenes Interesse zu entwickeln, das bei wiederholten Interessenerfahrungen später vielleicht sogar in persönliches Interesse übergeht (Hidi und Renninger 2006).

2 Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht

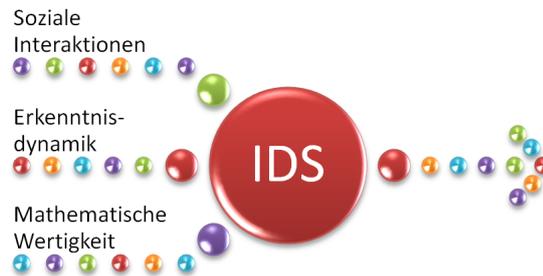


Abbildung 2.2: Interessendichte Situationen (IDS)

2.3.1 Interessendichte Situationen

Frau Prof. Dr. Bikner-Ahsbals² (2005) hat eine größere Zahl von Situationen in Mathematikunterrichtsstunden analysiert, in denen Schülerinnen und Schüler mit großem Interesse gemeinsam lernen. Dabei ging es sowohl um Situationen, die spontan im Unterricht auftraten, als auch um Situationen, die von der Lehrkraft bewusst angestoßen wurden.

Das situative Interesse bei einer mathematischen Fragestellung war bei Schülerinnen und Schülern dann besonders hoch, wenn sich in der Auseinandersetzung mit dem mathematischen Inhalt in der Lerngruppe kollektive Aktivitäten zeigten, so dass

- die Lernenden sozial interaktiv an der mathematischen Fragestellung involviert sind (*Involviertsein*),
- die Lernenden fortgesetzt weiterführende Bedeutungen konstruieren (*positive Erkenntnisdynamik*),
- Wertschätzung zu den mathematischen Inhalten, Aktivitäten (implizit oder explizit) vorhanden ist (*mathematische Wertigkeit*).



Kurzdarstellung
des Konzeptes in-
teressendichter
Situationen (6604)

Eine Unterrichtssituation im alltäglichen Mathematikunterricht nennt Frau Prof. Bikner-Ahsbals *interessendichte Situation* (kurz: IDS), wenn darin situatives kollektives Interesse entsteht.

Ist es möglich, solche interessendichten Situationen durch geschickte Planungen von Unterrichtsstunden anzustoßen? Wenn ja, wie können sie stabilisiert werden und was behindert die Entstehung solcher Situationen?

Interessendichte Situationen entstehen und stabilisieren sich auf drei Ebenen (Abbildung 2.2): Die zentralen Punkte dieser Ebenen werden im Folgenden kurz beschrieben. Eine ausführlichere Beschreibung steht unter www.sinus.nrw.de.

²Leiterin der AG Didaktik der Mathematik der Universität Bremen



Abbildung 2.3: Erkenntnisprozess

Generierung und Stabilisierung aus der Perspektive der sozialen Interaktion

Interessendichte Situationen zeichnen sich dadurch aus, dass darin nicht die inhaltlichen Lehrererwartungen den Prozess steuern. Die Lehrkraft konzentriert sich auf den inhaltlichen Erkenntnisprozess der Lernenden mit einer interessierten und wertschätzenden Haltung und dem Vertrauen darauf, dass die Lernenden fundierte Erkenntnisse entwickeln werden. Sie unterstützt, wenn Worte fehlen, erkennt das mathematische Potenzial in den Schülerüberlegungen und gibt gegebenenfalls Hilfestellungen zum Weiterdenken. Bei unscharfen Formulierungen und Beiträgen kann sie auch provozieren, um Inhalte explizit werden zu lassen oder eine Präzisierung zu erzeugen. Wenn Lernende tiefgehende mathematische Inhalte zu fassen versuchen, unterstützt die Lehrkraft diesen Prozess, indem sie Inhalte zugänglicher macht oder Handlungsoptionen formuliert. Lernende ihrerseits konzentrieren sich auf ihren eigenen Denkprozess und nicht auf vermeintliche Lehrererwartungen.

Generierung und Stabilisierung aus der Perspektive der Erkenntnisdynamik

Erkenntnisprozesse können im Prinzip mit drei unterschiedlichen, auf Erkenntnis ausgerichteten, Handlungen modelliert werden (vgl. Abbildung 2.3).

Sammeln mathematischer Bedeutungen meint Zusammentragen relevanter ähnlicher Sachverhalte zu einer Frage oder zu einem gestellten Problem, *Verknüpfen* meint eine überschaubare Anzahl von Sachverhalten miteinander zu verbinden und *Struktursehen* meint einen prinzipiell durch eine beliebige Menge von Beispielen darstellbaren Sachverhalt erkennen, entweder als neue Einheit oder als bekanntes Objekt in einem neuen Kontext. Jede interessendichte Situation führt zu Struktursehen.

Dieser Dreiklang „Sammeln, Verknüpfen, Struktursehen“ kann auch von der Lehrkraft oder dem Material angeregt werden³. Er kann dabei stufen- oder spiralförmig angelegt werden oder als zusammenfließender Prozess. Nicht immer findet Struktursehen statt, z. B. wenn eine Gruppe von Lernenden eine Aufgabe als abgeschlossen ansieht, obwohl sie das nicht ist, oder wenn ein falsches Ergebnis



Video: Struktursehen (6622)

³s. Beispiele in Kapitel 2.3.2 Unterrichtsszenarien

2 Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht

als wahr angesehen wird. Es ist dann die Aufgabe der Lehrkraft, durch Hinweise auf Widersprüche oder Lücken den stockenden Prozess wieder in Gang zu bringen.

Generierung und Stabilisierung aus der Perspektive der mathematischen Wertigkeit



Video: Mathematische Wertigkeit (6623)

Zentrales Merkmal interessendichter Situationen aus Sicht der mathematischen Wertigkeit ist, dass ein impliziter Sozialvertrag gelebt wird: Die Lernenden produzieren mathematisch wertvolle Ideen im Sinne der Fragestellung und die Lehrkraft hilft ihnen dabei. Dabei ist Autorenschaft wichtig, also dass Ideenproduzenten bzgl. des Wertes ihrer Ideen anerkannt werden. „Ullas Regel“, „Armins Vermutung“ können das ebenso ausdrücken wie spontane Wertschätzungen in der Klasse, wie z. B. „das ist ja einfach, das mache ich auch so“ oder „cool, gute Idee“. ⁴ Untersuchungen dazu haben gezeigt, dass sich dabei die Erkenntnisprozesse zu Produktionstypen zusammenfügen: z. B. als Ideenwettbewerb, bei dem eine Idee die nächste hervorruft, oder aber man ringt um einen neuen Sachverhalt in der innovatorischen Ideenproduktion, man prüft eine Behauptung in einem Prozess der Güteprüfung, oder es entsteht eine Expertenshow, in der sich Lernende als Experten zeigen, wenn sie sich eine Sache zu Eigen gemacht haben und diese dann reihum vorstellen und hinterfragen.

2.3.2 Unterrichtsszenarien

Ausgehend von den Überlegungen über interessendichte Situationen sind innerhalb des SINUS-Sets zwei Unterrichtsszenarien entwickelt worden, die sich am Erkenntnisprozess „Sammeln, Verknüpfen, Struktursehen“ orientieren. In beiden Unterrichtsszenarien sind diese Elemente in der Struktur der Unterrichtsstunde bereits angelegt. Schülerinnen und Schüler sammeln zunächst ihre Beobachtungen innerhalb einer Gruppe, verknüpfen sie mit den Ergebnissen anderer Gruppen und versuchen Gemeinsamkeiten und Strukturen zu entdecken. Die Chance, dass interessendichte Situationen entstehen können, ist also gegeben.

Unterrichtsszenario „Entdeckungen von Zusammenhängen zwischen den besonderen Punkten eines Funktionsgraphen und dessen Ableitungen“



IDS: Zusammenhang zwischen Funktion und Ableitungen (6605)

Beschreibung des Szenarios

In dem ersten Szenario, das für die Einführungsphase entwickelt wurde, geht es um die Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten. Dabei soll das Entdecken von Zusammenhängen zwischen einer Funktion und deren Ableitungen in Bezug auf die besonderen Punkte⁵ zu Regeln zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten führen. Eine Grobskizze dieses Unterrichtsszenarios ist in der Abbildung 2.4 dargestellt. Die entsprechenden Arbeitsblätter stehen zum Download bereit. Die Grob-

⁴s. auch Kapitel 2.4.1 Chancen zur Aktivierung nutzen

⁵Die Begriffe Nullstelle, Hochpunkt (lokales Maximum), Tiefpunkt (lokales Minimum) und Wendepunkt sollten als Bezeichnungen bekannt sein.

skizze lässt der Lehrkraft bewusst Raum, dieses Unterrichtsszenario an die Bedürfnisse und die Besonderheiten ihrer Lerngruppe anzupassen.

Das Szenario in Abbildung 2.4 auf Seite 14 enthält in der ersten Erarbeitungsphase das *Sammeln* als ersten Schritt der Erkenntnisdynamik einer interessendichten Situation. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in Kleingruppen an unterschiedlichen Funktionen. Die Graphen dieser Funktionen sollen zunächst von der Gruppe gemeinsam vergrößert in ein auf einem Poster vorbereitetes Koordinatensystem gezeichnet werden. Dieser Schritt ist aus zweierlei Gründen wichtig:

1. Die Lernenden nutzen bei der Übertragung auf das Poster intuitiv die Lage der besonderen Punkte. Somit werden schon in dieser Phase erste Entdeckungen vorbereitet und möglich.
2. Die motorische Aktivierung⁶ unterstützt die anschließenden kognitiven Prozesse.

In einem zweiten Schritt werden dann mithilfe des eigenen Posters von der Gruppe Hypothesen zu den möglichen Zusammenhängen zwischen den besonderen Punkten der Funktions- und Ableitungsgraphen formuliert. Dies entspricht dem *Verknüpfen* im Prozess der Erkenntnisdynamik. Die anschließende gemeinsame Erarbeitung von mathematischen Zusammenhängen anhand der Schülerhypothesen entspricht dem *Struktursehen*.

Umgang mit Schülerhypothesen

Die Erprobung dieses Szenarios in mehreren Grundkursen der Einführungsphase hat gezeigt, dass Schüler ausgesprochen kreativ im Aufstellen von Hypothesen sind. Dies gilt sowohl bezüglich der Darstellung und Ausdrucksweise als auch bezüglich des Inhaltes. Abbildung 2.5 auf Seite 15 zeigt einige Beispiele. Als Lehrkraft gilt es, den Prozess des Struktursehens – trotz dieser an einigen Stellen in Bezug auf das gewünschte Ergebnis nicht hilfreichen Hypothesen – zu steuern. Bei falschen oder allgemeingültigen Hypothesen, die den Überprüfungs- und Präzisionsprozess überlebt haben, ist es wichtig, dass diese nicht kommentarlos aussortiert werden. Das bedeutet nicht, dass man lange über diese Hypothesen diskutieren muss, sondern ein Verfahren anwendet, das die berechtigte Erwartungshaltung der Schüler auf eine Rückmeldung ernstnimmt. Es können z. B. Schüler aus der Lerngruppe selber schnell entscheiden, ob es sich um sinnvolle Hypothesen handelt, oder der Lehrer gibt ein Raster vor (gilt immer, gilt manchmal, gilt nie) um die Hypothesen zu klassifizieren. Diese Beispiele kann man sich unter www.sinus.nrw.de in einem Video anschauen.



Video: Umgang mit Schülerhypothesen (6625)

Bei manchen Hypothesen sind die Formulierungen der Lernenden nicht ganz ausgereift. Das kann zu halbrichtigen oder falschen Sätzen führen, obwohl die Gruppe das Richtige meinte. Erkennt die Lehrkraft solche „vielleicht doch richtigen“ Hypothesen, kann die Bitte zur Erläuterung oder Präzisierung für die Gruppe hilfreich sein. Ihre Ergebnisse werden so wahrgenommen und ihre Denkprozesse gewürdigt. Sie merkt außerdem, dass eine präzise Ausdrucksweise hilfreich sein kann.

Bei der Durchführung dieses Szenarios konnte beobachtet werden, dass in diesem letzten Teil, dem Struktursehen, die beiden voran gegangenen Teile für die Schülerinnen und Schüler in einer ausgesprochen positiven Art sehr fordernd sind. Sie haben viel gedacht, diskutiert, verschriftlicht,

⁶siehe auch Kapitel 2.4.1 Chancen zur Aktivierung nutzen

Entdeckungen von Zusammenhängen zwischen den besonderen Punkten eines Funktionsgraphen und dessen Ableitungen

Szenario

Einführung in die Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten über das Auffinden von Zusammenhängen zwischen einer Funktion und deren Ableitungen. Die Schüler kennen bereits den Begriff der Ableitungsfunktion und die Begriffe „Nullstellen“, „Hochpunkt“, „Tiefpunkt“ sowie „Wendepunkt“.

Ziel

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass Zusammenhänge zwischen „besonderen“ Punkten der Graphen einer Funktion und deren Ableitungen existieren. Sie formulieren entsprechende Hypothesen und überprüfen bzw. präzisieren diese.

Unterrichtliches Vorgehen

Einstiegsphase:

Problemstellung – Informativer Einstieg. Anhand einer Folie werden die besonderen Punkte einer Funktion noch einmal herausgestellt.

Aufgabenstellung:

„Untersuchen Sie, welche Zusammenhänge zwischen den besonderen Punkten des Graphen der Funktion und den besonderen Punkten der Ableitungsfunktionen existieren.“

1. Erarbeitungsphase:

Arbeitsteilige Gruppenarbeit. Übertragen von Funktionsgraphen auf ein großes Flip-Chart-Papier und Kennzeichnung der „besonderen Punkte“. Formulierung von Hypothesen anhand der eigenen Funktion. Überprüfung und Präzisierung der Hypothesen anhand der Funktionen aus anderen Gruppen. Ergebnisse auf DIN A4 Papier festhalten.

Präsentation:

Die DIN A4 Blätter mit den gefundenen Hypothesen werden an der Tafel zunächst ungeordnet befestigt.

2. Erarbeitungsphase:

Die Hypothesen werden im Plenum verglichen, diskutiert und geordnet. Die allgemein anerkannten und begründeten Aussagen werden schließlich im Mathematikheft festgehalten.

Abbildung 2.4: Unterrichtsszenario 1 – Interessendichte Situationen



Abbildung 2.5: Gesammelte Schülerhypothesen

geprüft, verworfen und letztlich für gut befunden. Dies kostete Kraft, weil es ein sehr intensiver Prozess war. Sie selber waren ja auf dem Weg, ein Stück Mathematik zu erfinden. Diese eingesetzte Kraft fehlte dann zum Teil in der letzten Phase. Hier wären evtl. andere Arbeitsformen denkbar, die weniger anstrengend sind als eine Diskussion mit der gesamten Lerngruppe, oder der Einsatz von lohnenden Pausen⁷, um die Aktivierung auf einem möglichst hohen Niveau zu halten.

Unterrichtsszenario „Die Bedeutung von Flächen unter Funktionsgraphen im Sachzusammenhang und deren Berechnung“

In diesem Szenario geht es darum, dass die Schüler entdecken, dass der Fläche unter einer Kurve eine spezielle Bedeutung zukommt. Die Diagramme auf den zugehörigen Arbeitsblättern stellen hierfür unterschiedliche Anwendungszusammenhänge bereit. In einem zweiten Schritt entwickeln die Schülerinnen und Schüler selbstständig ein Verfahren, um diese Flächeninhalte zu berechnen. Die Grobskizze dieses Unterrichtsszenarios ist in der Abbildung 2.6 dargestellt. Vom Unterrichtsgegenstand ist dieses Szenario in der Qualifikationsphase angesiedelt und kann zum Einstieg in die Integralrechnung genutzt werden.



IDS: Integration (6624)

⁷s. auch Kapitel 2.4.3 Lohnende Pausen einsetzen

2 Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht

Auch hier spielen die Handlungen Sammeln, Verknüpfen und Struktursehen eine wesentliche Rolle. Der Ablauf des Szenarios ist an diesem Erkenntnisprozess ausgerichtet.

Das *Sammeln* findet in einer ersten Erarbeitungsphase statt. Mit Hilfe der „Ich-Du-Wir“-Methode erschließen sich die Schüler zunächst die Zusammenhänge innerhalb des Diagramms ihrer Gruppe. Unterschiedliche Berechnungen führen schließlich direkt in die Bestimmung einer Fläche. Eine dieser Flächen ist gut mit einem Rechteck anzunähern, die andere ist eine krummlinig begrenzte Fläche⁸. Hier ist Ideenreichtum der Schüler gefragt. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Problemlösung rein rechnerisch erfolgt oder durch geometrische Überlegungen innerhalb des Diagramms. Das Ergebnis der Gruppe wird auf einem Plakat festgehalten. Im anschließenden Museumsgang kann sich jede Gruppe über die Ergebnisse der anderen Gruppe informieren und mit den eigenen Ergebnissen vergleichen (*Verknüpfen*).

Das *Struktursehen* findet dann zum Schluss unter Rückgriff auf die Plakate im Klassengespräch statt. Am Ende sollte sowohl ein Verständnis für die Bedeutung von Flächen unter der Kurve, als auch eine Idee für deren Berechnung stehen.

2.4 Motivationspsychologische Aspekte

Ausgehend von den Videoaufzeichnungen der oben beschriebenen Szenarien in unterschiedlichen Kursen, wurden mit Unterstützung von Herrn Dr. Heiner Langenkamp⁹ Handlungsalternativen und -vorschläge herausgearbeitet, die sich auf die Motivation der Schüler aus psychologischer Sicht beziehen.

In den Unterrichtsszenarien werden die Schülerinnen und Schüler mit einer Situation konfrontiert (Aufgabenblätter und Plakat, große Blätter mit Koordinatenvorlage), die eine *Orientierungsreaktion* auslöst („Was ist das?“, „Was soll da passieren?“).

Je nach Ausprägung der Voreingenommenheit für oder gegen „Mathematik“ wird aus der Orientierungsreaktion die individuelle Stärke eines Interesses an der Lösung der Situation (Aufgabeninhalt) entstehen. Die Voreingenommenheit setzt sich im Wesentlichen aus zwei Komponenten zusammen: Zum einen aus der spontanen Beurteilung der aus den vorausgehenden Stunden „erworbenen“ Kompetenzen („Nix verstanden – poh!“, „War hart“, „Geht so – ah, klar!“, „Das ist das...“), zum anderen im Zusammenwirken mit dem generalisierten Selbstkonzept der eigenen Mathematikleistungsfähigkeit („Kann ich“ – „Geht so“ – „Mathe kann ich nicht“).

Soll die Aufgabenstellung von jedem einzeln bearbeitet und erfüllt werden, dann kann erwartet werden, dass nach dem vorstehend Gesagten Schülerinnen oder Schüler mit einer eher ablehnenden Voreingenommenheit mehr und stärkere Angstepfindungen entwickeln dürften als diejenigen mit einer neutralen Selbstbewertung. Positiv Voreingenommene dürften demgegenüber herausfor-

⁸Ausnahme: Die Gruppe mit dem Sachzusammenhang „Messung des Lungenvolumens“ hat nur eine krummlinig begrenzte Fläche zu berechnen.

⁹Sportpsychologe, ehemals am Lehr- und Forschungsbereich Sportpsychologie der Ruhruniversität Bochum

Die Bedeutung von Flächen unter Funktionsgraphen im Sachzusammenhang und deren Berechnung

Szenario

Einführung in die Integralrechnung über die Berechnung von Wirkungen in realistischen Anwendungssituationen – Sinnstiftung

Ziel

Die Lernenden erkennen, dass die Fläche unterhalb eines Graphen für alle Beispiele eine analoge Bedeutung hat – es also sinnvoll ist, eine Methode zu finden, diese zu bestimmen und zu berechnen. Sie sollen diese Flächen näherungsweise bestimmen.

Unterrichtliches Vorgehen: (grobe Skizze)

- Einstiegsphase:** Problemstellung – Informativer Einstieg
- 1. Erarbeitungsphase:** arbeitsteilige Gruppenarbeit, ggf. leistungsdifferenzierte Gruppen
Sammlungsphase – mit „Ich-Du-Wir“ Methode
Erstellen einer Plakatpräsentation für einen Museumsgang
- Präsentation:** z. B. Museumsgang
- 2. Erarbeitungsphase:** Gemeinsames Ergebnis formulieren zu allen Beispielen

Abbildung 2.6: Unterrichtsszenario 2 – Interessendichte Situationen

2 Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht

dernde innere Erregungen entwickeln. Bei der Bearbeitung durch Einzelarbeit würden Teilschritte und Lösungen überwiegend im Dialog (Abfrage) des Schülers mit oder über den Lehrer erfolgen, der so sowohl Prozessbegleiter wie vor allem direkt Bewerter wird.

Gruppensituation

Die soziale Interaktion, die für die Erzeugung interessendichter Situationen wichtig ist, kann hier ihre Wirkung entfalten. In der Gruppensituation tritt die Lehrkraft zurück, indem sie zunächst überhaupt nicht bewertet (und vor allem nicht individuell bewertet) und alle Schülerinnen und Schüler erfahren, dass sie nur den Gruppenprozess anregt, begleitet, orientiert und ggf. lenkt! Diese Erfahrung reduziert massiv Angstempfindungen zugunsten positiver Effekte auf Lernprozesse (Spitzer 2002). Zugleich ermöglicht die Situation innerhalb einer *Gruppe* den positiv Voreingenommenen ihre lösungsorientierte innere Erregung umzusetzen.

An diese Art des Lernens müssen Schülerinnen und Schüler sich erst gewöhnen. Wenn sie erfahren, dass sie nun weniger (Fach-)Ängste haben ‚müssen‘, also entspannter agieren können, werden sie auch eine entsprechende Arbeitshaltung und -aktivität entwickeln und beibehalten.

Unsere Unterrichtsbeobachtungen zeigen, dass einige Lernende durch die Spannungsreduktion zunehmend mehr in eine passive (also lernungünstige), weite¹⁰ Aufmerksamkeitshaltung übergehen. Hier könnten und sollten Chancen zur *Aktivierung* genutzt werden.

Im Folgenden werden einige Punkte in Bezug auf motivationspsychologische Aspekte näher beleuchtet, u. a. auch der Punkt Aktivierung. Die meisten dieser Punkte sind aus der Analyse der Videoaufzeichnungen der oben erwähnten Szenarien im SINUS-Set als bedeutsam hervorgegangen. Eine umfassende Darstellung der psychologischen Hintergründe ist hier allerdings nicht zu leisten. Die Punkte sollen anregen, sein eigenes Lehrerverhalten kritisch zu hinterfragen: „Was tue ich schon in meinem Unterricht?“ – „Kann ich bestimmte Dinge noch intensivieren?“ – „Worauf sollte ich in Zukunft verstärkt achten?“ – „Wo stehe ich als Lehrperson der Entwicklung der Schüler im Weg?“ ... Ein Automatismus („Wenn ich das tue, dann reagiert der Schüler so.“) kann ebenfalls nicht vorgegeben werden, allerdings können die folgenden Punkte die Handlungsalternativen der Lehrperson erweitern und in unterschiedlichen Situationen einfach ausprobiert werden.

2.4.1 Chancen zur Aktivierung nutzen

Aktivierung von Schülern innerhalb einer Arbeitssitzung kann man auf unterschiedliche Weise erreichen.

- Motorische Aktivierung (Aufstehen, Bücken, im Stehen zeigen...) am oder um einen Gruppentisch herum, mehrere zur Tafel bitten; etwas aufhängen müssen... Grundgedanke: [kon-

¹⁰Weite Aufmerksamkeit bedeutet etwa, dass ich das Gesamt meines Seh- und Hörfeldes beachte und darin ‚Bewegung‘ mitbekomme. Enge Aufmerksamkeit steht dagegen für den Wechsel vom Gesamt auf einen Ausschnitt meines Wahrnehmungsfeldes, ich konzentriere mich sozusagen auf etwas. Wir wechseln zwischen eng und weit nach Situationsanforderungen und auch persönlichen Eigenheiten.



Video: Motorische Aktivierung 1 (6615)

trollierte] motorische Aktivierung verbessert und verstärkt auch kognitive Prozesse (Kubesch 2008)

- Um die Aktivierung von Schülern zu erhöhen, kann es hilfreich sein, die Rollenverteilung zu Beginn der Arbeitsphase deutlich zu machen: „Ich bin gespannt auf *Eure* Ergebnisse. – *Ihr* seid jetzt dran!“ Der Lehrer zeigt authentisch Interesse an dem Prozess der Schülerinnen und Schüler und an ihren Ergebnissen.
- Wenn der Lehrer ‚in eine Gruppe‘ geht, kann er über eine Ich-Botschaft einen eher passiven, stillen, ggf. ‚schwächeren‘ Schüler ansprechen: „Hoppla, hab ich grad‘ nicht ganz mitbekommen, was Peter da gesagt hat. Klaus, wie hast du das mitbekommen oder ist dir das auch unklar?“ Zunächst ist unerheblich, was jetzt Klaus sagt, wichtig ist, dass er etwas sagt, dass er aktiv wird. Es kann durch solche Aktivierungen ein Mitschüler oder Klaus oder ... sprechen, d. h. eine Haltung und ein Prozess können verstärkt werden. Die Wahrscheinlichkeit nimmt zu, dass inhaltliche Aspekte thematisiert werden, auch von ‚solchen‘ Schülern wie Klaus.
- Der Lehrer kann den Gruppen in der Gruppenphase oder bereits zu Beginn vorschlagen, dass der-/diejenige in der Gruppe die Hypothesen (o. Ä.) auf die Blätter schreibt, die in der Gruppenarbeitsphase – nach Meinung der Gruppe – zurückhaltender war; am besten (sprachlich!) formulieren kann; bisher selten geschrieben hat; ...

Weitere Möglichkeiten zur Aktivierung sind natürlich denkbar. Wichtig ist: Gelingt es einen Schüler wieder für den Prozess zu aktivieren, dann steigt die Wahrscheinlichkeit, dass der Schüler sich auch wieder mit den mathematischen Inhalten auseinandersetzt. Aktivierung quasi als Weckruf.

2.4.2 Prozessbeteiligung stärken

Neben der Aktivierung konnten durch die Videoanalysen Möglichkeiten erkannt werden, Prozessbeteiligungen von Schülern individuell zu stärken, indem auch kleinere, sachlich (noch) nicht wirklich fortführende Aussagen, Hinweise, Bemerkungen nicht nur hingenommen, sondern für den Schüler als Beitragenden aufwertend rückgemeldet werden. Wenn auf eine Fragestellung hin ein Schüler eine unklare oder gar (inhaltlich) falsche Antwort gibt, ist zunächst einmal zu unterstützen, dass er/sie mitgedacht hat, die Frage zu bearbeiten.¹¹ Die vermutlich einfachste Form, das ‚Mitarbeiten‘ unabhängig vom Wert (Ergebnis) der Mitarbeit zu stützen liegt darin, zunächst

1. die Aktivität zu stärken (etwa: „Ja, das ist eine Antwort auf meine Frage, Bettina, gut“) und dann

¹¹Die ‚echte‘ Frage wird ja mit der prinzipiellen Möglichkeit gestellt, zutreffend oder unzutreffend beantwortet zu werden. Haben die Befragten die Erfahrung verinnerlicht, dass nur Ergebnis zutreffende Antworten ‚erwünscht‘ sind (= positiv bewertet werden), wird es weniger Antwortbereite geben.

Vgl. auch Ausführungen in Kapitel 2.4.5 Personentypische Informationsverarbeitung – Umschaltfähigkeit fördern.



Video: Motorische Aktivierung 2 (6616)



Video: Klärung der Rollen (6617)



Video: Aktivierung durch Ansprechen (6618)

2 Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht

2. darum zu bitten, den Gedankengang zu beschreiben(!) (etwa: „Erklär mal kurz, welche Gedanken in deinem Kopf abgelaufen sind für deine Antwort“).¹²

Die Nachfolgeaufforderung (2) kann man auch bei sachlich zutreffenden Antworten erbitten, so dass erkennbar wird, dass man nicht nur bei negativen Ergebnissen den Gedankengang erfragt, sondern immer oder häufiger zugrundeliegende Gedankengänge (Prozesse). Dadurch macht man überindividuell deutlich, dass für die Lehrkraft und die Mitschüler über das Beschreiben des Gedankenganges der *Lösungsprozess* der Aufgabe transparent wird. Die Gruppenorganisation kann dazu beitragen, dass die von den Schülern internalisierten am reinen „Ergebnis“ orientierten Wertungsreaktionen („Nee, das ist falsch!“ – „Wie kommste denn darauf...!“ – „Oh man, Blödsinn!“) bald zurückgehen. Produktive Aussagen werden mit dem Interesse an Lösung beim Mitschüler wahrgenommen und vermehrt zu einem Rückmeldediskurs genutzt („Ey Klaus, da hast du doch übersehen...“ – „Wie du angefangen hast, kannst du das noch mal sagen, da stimmte was nicht...“).

Mit den Prozess-Anteilen kann man anschließend weiterarbeiten (etwa: „Welche Voraussetzung fehlt für die Aussage noch?“, „Welcher Aspekt ist zutreffend, aber zu erweitern?“, „Wo weist der Gedankengang eine Lücke auf?“, „Wenn ich dir zuhöre, fehlt mir die Anwendung der Formel ... oder hast du die absichtlich weggelassen?“).

Diese Individualisierung erscheint – hier kompakt formuliert – zeitaufwendig und auf die Inhalte bezogen ‚umwegig‘. Auch hier gilt, dass ein Prozess eingeleitet wird, der etwas Zeit braucht, Vertrauen aufzubauen, dass es sich lohnt, mitzuarbeiten und dies nach außen zu zeigen, weil man nicht ‚abgewertet‘ wird, auch wenn man Umwege geht oder in Sackgassen wenden muss. Zum anderen erleben diese Lernförderhaltung die Mitschüler mit, so dass man aus der individuellen zu einer individualisierten Förderung gelangt (Co-Lernen). Für die persönliche Entwicklung kann damit übertragen werden:

(Am Anfang) Zeit verlieren, um Zeit zu gewinnen!

2.4.3 Lohnende Pausen einsetzen

Die Analyse der Videoaufzeichnungen zu den besonderen Punkten eines Graphen zeigte eine weitere Schwierigkeit:

Die Aufgabenstellung enthielt eine gute Strukturierung des äußeren Arbeitsprozesses: (I) Einführung in die Stunde – (II) Den inhaltlichen Aspekt der Aufgabenstellung (IIa) veranschaulichen (Graphen zeichnen) und dabei (IIb) Kriterien entdecken – (III) Zentrale Kriterien in Aussagen schriftlich fixieren und diese untereinander vergleichen – (IV) Aus den Fixierungen (Hypothesen) allgemein festgestellte Thesen zuordnen.

Es zeigte sich, dass in den Phasen (I) und (II), aber auch schon zwischen (IIa) und (IIb) *Handlungsabschlüsse* erlebt und für Beobachter sichtbar wurden. Dies kann man als Absenken des Moti-

¹²vgl. auch im Kapitel 2.3.2 den Abschnitt „Umgang mit Schülerhypothesen“ (S. 13)

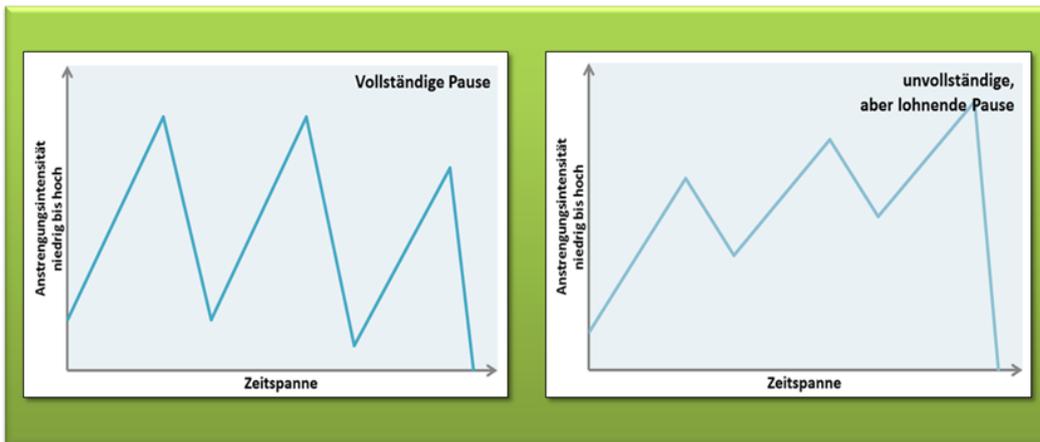


Abbildung 2.7: Vollständige Pausen und unvollständige, aber lohnende Pausen im Vergleich

vationszustandes nach Erreichen einer (Teil-)Zielmarke ansehen, nach Phase III spätestens nannten wir den Zustand in der Klasse ‚ermüdet‘, ‚platt‘.¹³

Es lohnt also, auf die Schülerinnen und Schüler dahingehend zu achten, wie stark sie ein Produktionszyklus anstrengt, wo sie Zwischenziele als erreicht erleben, so dass dort lohnende Pausen eingefügt werden könnten. Das Konzept der lohnenden Pause im Vergleich zur vollständigen Pause ist schnell einsichtig.

Die Grafik auf der linken Seite der Abbildung 2.7 verdeutlicht eine vollständige Pause nach einer hohen Anstrengung. Die Bearbeiter sollen gut ausgeruht an die nächste Aufgabe herangehen. Die Grafik rechts zeigt, dass nach einer hohen Anstrengung eine Pause genommen wird, die aber nur kürzer währt, um dann die Aufgabenerledigung ‚frischer‘ wieder aufzunehmen.¹⁴

Man kann davon ausgehen, dass dann nach der Wiederaufnahme die Leistung höher liegt als unmittelbar vor einer solchen Pause. Dann hat sich die Pause ‚gelohnt‘. In den von uns beobachteten Stunden zum Beispiel wurden Zusammenhänge leichter, schneller, überhaupt bzw. wieder erkannt, inhaltliche Fehler führten zur Aussortierung einer Hypothese etc.

Es kann also hilfreich sein, nicht auf eine ‚natürliche‘ Pause (Klingeln, Schulgong; Abschluss der Aufgaben insgesamt) zu warten, sondern in (schülerseitigen) Arbeitszyklen zu denken. Auch hier wäre es sinnvoll, nicht dem am ‚schnellsten, leichtesten ermüdbaren‘ Kursteilnehmer zu folgen, sondern

¹³s. Beobachtungen in Kapitel 2.3.2 im Abschnitt „Umgang mit Schülerhypothesen“

¹⁴„Zu häufige Wiederholungen sowie zu lange dauernde Beschäftigung mit dem gleichen Stoff führt zu Übersättigung. Planen Sie deshalb häufigere und kürzere Lernperioden. Hören sie rechtzeitig auf! Wenn Sie ihr Lernziel unerwartet schnell erreicht haben, freuen Sie sich über die gewonnene Freizeit. Am nächsten Tag werden Sie sich mit positiven Gefühlen wieder an die Arbeit setzen – wenn Sie bis zum Überdruß gelernt haben, fällt dieses schwer.“ Zitiert aus: www.stangl-taller.at (6663)

darauf zu achten was einerseits die Aufgabenstellung als Abschnitt anbietet und wie lohnenswert ein Einschnitt auch für ‚noch nicht überforderte‘ Schülerinnen und Schüler sein kann.

2.4.4 Arbeitsmethoden als nutzbar zurückmelden

Ein weiterer Ertrag aus den Stundenanalysen war, dass sich Chancen anboten, die Arbeitsmethode den Schülerinnen und Schülern als für sie nutzbar zurückzumelden. In einer kurzen Zusammenfassung kann man offenlegen, wie sie gearbeitet haben:



Video: Arbeitsmethoden reflektieren (6619)

„Jeder hat auf die Aufgabenzettel und die Plakate gesehen, jeder war etwas neugierig! Dann habt ihr euch – mehr oder weniger zwar – an allen Gruppentischen gegenseitig angeregt, was zu den Vorlagen zu sagen, zu fragen oder zu erklären. Durch diese kommunikative Aktivität, dazu gehört ja auch das Zuhören, über die Inhalte der Kurvenpunkte und deren Besonderheiten habt ihr euer Lernen erneuert, gefestigt, ergänzt oder manchmal auch eingeleitet. Ihr habt euer Interesse genutzt! Dabei, das habe ich ja an den Tischen mitbekommen, habt ihr euch nicht in die Pfanne gehauen, wenn was nicht richtig oder klar oder schnell genug war. Das hat euch kreativ gemacht, die Aufgaben zu lösen, die Graphen zu zeichnen, die Hypothesen zu finden und hinzuschreiben. Ihr habt gemerkt, dass ihr dann etwas erschöpft ward. Trotzdem haben wir durch die verschiedenen Gruppenleistungen unser Arbeitsziel erreicht: Bedeutung der Kurvenpunkte, Zusammenhang zwischen den Ableitungen und der Funktion ...“

Lernen lernen wäre also eine Verstärkung der Arbeitsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler, also auch solcher, die eher ‚mathe-fern‘ stehen.

Das gemeinsame, reflexive Betrachten von Arbeitsmethoden im Mathematikunterricht gehört in der Regel nicht zum Standardrepertoire einer Lehrkraft. Das mathematische Ergebnis steht normalerweise am Ende einer Unterrichtsstunde im Mittelpunkt. Werden Arbeitsmethoden als hilfreich und fruchtbar erkannt, dann werden die Schülerinnen und Schüler diese in Zukunft weiterhin versuchen anzuwenden. Gerade unmotivierte oder schwächere Schüler, die in der Arbeitsweise gemerkt haben, dass ihre Beteiligung und ihre Ideen wichtig waren, auch wenn es sich nur um kleine Beiträge gehandelt hat, werden auf diese positive Erfahrung auch in anderen Situationen zurückgreifen können.

2.4.5 Personentypische Informationsverarbeitung – Umschaltfähigkeit fördern

Menschen verarbeiten Informationen auf unterschiedliche Art und Weise. Die personentypische Art der Informationsverarbeitung zeigt sich dabei überwiegend bzw. ausschließlich im Spannungsfeld zwischen lageorientierter und handlungsorientierter Verarbeitung¹⁵.

¹⁵Ein grundlegender Artikel vom Entwickler des Konzepts findet sich in (J. Kuhl und Kazén 2003). Eine interessante, übertragbare kleine Studie aus dem Sport: (Semmler-Ludwig 2001), im Internet unter <http://www.tu-clausthal.de/presse/tucontact/2001/Dezember/tuc1/11a.pdf>.

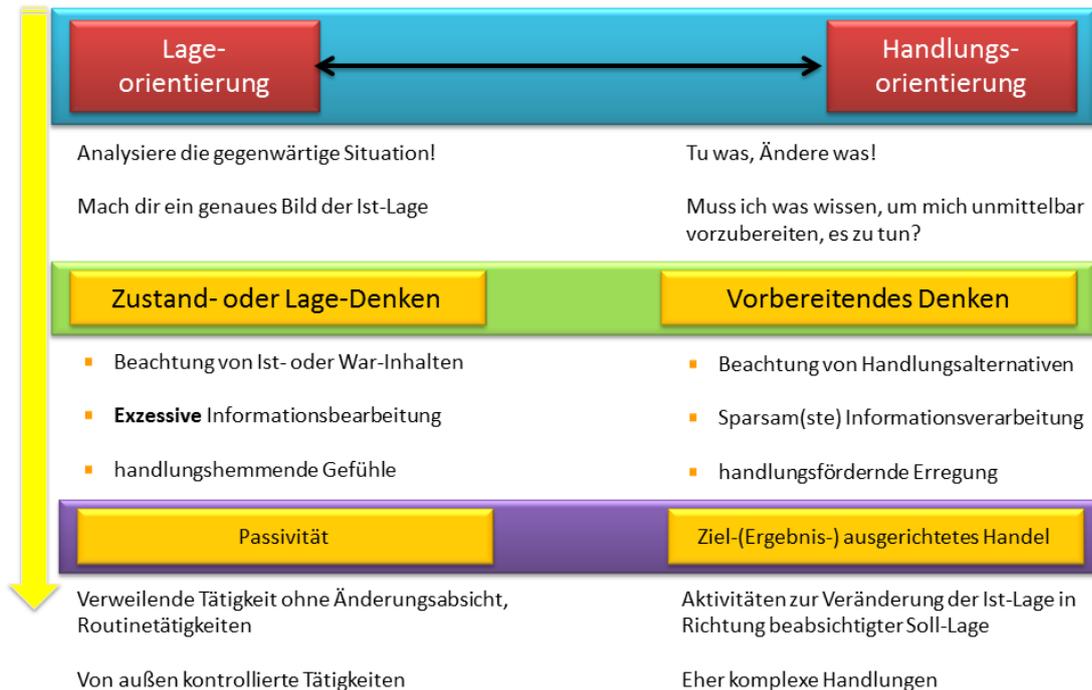


Abbildung 2.8: Eigenschaften und Auswirkungen von Lage- und Handlungsorientierung, (angelehnt an J. Kuhl und Kazén 2003)

In Abbildung 2.8 kann man erkennen, welche primären Eigenschaften und welche Auswirkungen die jeweilige Orientierung besitzt. Wenn man genauer untersuchen will, welcher Typ in welcher Ausprägung vorliegt, dann muss man die Schülerin/den Schüler in verschiedenen Situationen wiederholt beobachten. Typische Beobachtungsmerkmale können unter dem in der Marginalie angegebenen Link heruntergeladen werden.

Wichtig ist, eine Umschaltfähigkeit zwischen diesen beiden Orientierungen zu fördern, wenn diese nicht vorhanden erscheint:

- Umschalten von einem zu ausgeprägten handlungsorientierten Verarbeiten zu etwas mehr lagebezogenem Verarbeiten. (Aktionisten; zu schnell, weil wiederholt ... zentrale Informationen vor dem Handeln nicht oder häufig für zutreffende Lösungen falsch erfasst werden)
- Ebenso bei zu ausgeprägtem lageorientiertem Verarbeiten Umschalten zu früherem ‚Abschluss‘ von Informationsbearbeitung, also lösungsbezogener Handlungsorientierung (Maßnahme: z. B. Stoppen des Infosuchens und Feststellens von Einzelfaktoren z. B. durch Nachhaken: „Welche zwei Elemente sind denn zentral?“; „Nee, nenne mal nur zwei!“; „Konzentration auf weniger“). Bei der Lösung muss dann positiv rückgemeldet werden, dass der Schüler/die Schülerin sich



Informationsverarbeitung Beobachtungsmerkmale (6603)



Video: Personentypische Informationsverarbeitung (6620)

2 Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht



Abbildung 2.9: Bezugsnormen von Lehrenden im Unterricht, (angelehnt an Rheinberg und Engeser 2007)

beschränkt und ‚umgeschaltet‘ hat. Eine reine inhaltliche Rückmeldung würde hier nicht ausreichen.

Für ein günstiges Arbeitsverhalten von Schülerinnen und Schülern wäre eine Positionierung der Informationsverarbeitung mit Schwerpunkt auf Handlungsorientierung wünschenswert.

2.4.6 Bezugsnorm bei Rückmeldungen beachten

Dass Rückmeldungen seitens der Lehrperson eine wichtige Rolle für Lernende spielen, ist in den vorangegangenen Punkten an unterschiedlichen Stellen bereits deutlich geworden.¹⁶ In diesem Kapitel soll besonders die Rückmeldung zu persönlichen Kompetenzen der Schüler im Mittelpunkt stehen. Es ist hilfreich, wenn man sich als Lehrkraft über die Bezugsnorm der Rückmeldungen Gedanken macht.

Bezugsnorm bedeutet: In meiner Rückmeldung an eine andere lernende Person nehme ich als Bezug auf einen Wert, der dem Lernenden direkt bekannt ist. Die Ausprägung dieses Wertes nimmt meine Rückmeldung als Richtschnur, eben als Norm. Es gibt drei Bezugsnormen für die (Lehrer-) Rückmeldung an Schülerinnen und Schüler (Abbildung 2.9)¹⁷.

Bei der *individuellen Bezugsnorm* nehme ich in meiner Rückmeldung Bezug nur auf das, was der Lernende selbst bisher gezeigt oder getan hat. Das, was er gemacht hat, ist mein Rückmeldebezug:

¹⁶s. Kapitel 2.4.2 Prozessbeteiligung stärken, Kapitel 2.4.4 Arbeitsmethoden als nutzbar zurückmelden und Kapitel 2.4.5 Personentypische Informationsverarbeitung – Umschaltfähigkeit fördern

¹⁷Zum Konzept der Bezugsnormen ein Artikel von Falko Rheinberg: <http://www.psych.uni-potsdam.de/people/rheinberg/files/MotivFoerdMotivatKompetenz.pdf>.



Video: Rückmeldungen geben (6621)

„Gerade eben, das war sehr schön antizipiert. Du hast hinter den Zeichen viel schneller die Formel erkannt als noch vorhin!“

Bei der *sachbezogenen Bezugsnorm* hebe ich das als Bezug hervor, was die Ausführung hinsichtlich der Aufgabenstellung, z. B. Reihenfolge von Berechnungen, u. a. betrifft: „Noch mal, wie bist du gerade vorgegangen, du hast benannt, welche Teilschritte erforderlich sind.“

Bei der *sozialen Bezugsnorm* wähle ich als Bezug andere Personen, die im gleichen Aufgabenfeld arbeiten: „Sieh mal zur Petra, sie hat die Schritte untereinander angeordnet und kann dadurch schrittweise prüfen, wo sich der Fehler eingeschlichen hat.“

Für die individuelle Bezugsnorm gilt: Formen dieser Rückmeldung sollte man immer möglichst dann benutzen, wenn Lernende das, was sie ausführen sollen oder wollen, noch nicht so stabil gelernt haben, dass sie es zumindest in der Grobform in einfachen Situationen wiederholen können. Für den Schüler/die Schülerin wird sein/ihr persönlicher Lernzuwachs sichtbar gemacht, ohne permanent mit der Gruppe verglichen zu werden. Diese Form der Rückmeldung kann dadurch die Motivation von schwächeren bzw. unmotivierten Schüler fördern. Im Unterrichtsalltag ist mit dieser individuellen Rückmeldung für die Lehrkraft zunächst eine Mehrarbeit verbunden, die sich im Verlauf des Lernprozesses aber für beide Seiten lohnen kann. Wichtig ist auch, dass Lernschwächen, die über einen längeren Zeitraum bestehen, durch diese Art der Rückmeldung nicht ausgeblendet werden.

Individuelle und sachbezogene Bezugsnorm kombiniert man meistens unter der gleichen Bedingung wie oben beschrieben. Durch den sachbezogenen Rückmeldeanteil wird die Aufmerksamkeit zwar auf das Individuum, dort aber auf den Lern- oder Übungsgegenstand gelenkt. Die Schülerin/der Schüler bekommt eine direkte Rückmeldung zu ihren/seinen inhaltlichen Kompetenzen, also die Art ihres/seines bisherigen Umgangs (Kompetenz) mit ihnen (Sache, Gegenstand).

Sobald Ausführungen mindestens in der Grobform stabil reproduziert werden können, ist es dem Lernenden möglich, die eigene Könnensstufe/-ausprägung mit (sinnvoll) vergleichbaren Ausführungen anderer Schüler zu vergleichen (einordnen, (be)werten, in Relation stellen) oder sogar im Sinne von konkurrierender Anregung zu nutzen (Wettbewerb; besser sein/werden). Dies ist die Stunde der sozialen Bezugsnorm-Rückmeldung.

Es gilt also als Lehrkraft darauf zu achten, mit welcher Bezugsnorm welcher Schülerin/welcher Schüler angesprochen wird, um den Erhalt bzw. eine mögliche Steigerung ihrer/seiner Motivation zu erreichen. Neben der Beachtung der zweckmäßigen Bezugsnorm ist es für die Schülerinnen und Schüler wichtig, Rückmeldungen über den Wirkungszusammenhang zwischen ihrem Verhalten und dem Ergebnis ihrer Arbeit zu bekommen.

Im normalen Unterricht wird dabei der negative Wirkungszusammenhang viel häufiger hervorgehoben (z. B.: „Ohne Fleiß keinen Preis!“). Will man den Schüler ernst nehmen, dann muss man sein Arbeitsverhalten trainieren.

Dem Schüler werden dazu Selbstwirksamkeitserfahrungen auf der Sach- und Verhaltensebene ermöglicht: „Wie lernst du? Wie gehst du mit dir um?“; „Merkst du, dass das Ergebnis mit deiner Art zu lernen, ...deiner Anstrengung, ...deiner Zeitplanung etc. ... zusammenhängt!?“; „Was und wie

2 Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht

du's machst, das bringt das ... hervor!" Bei älteren Schülern kann hier auch eine Selbstbeobachtung eingefordert werden, z. B. auf die für eine Prüfung investierte Zeit.

Selbstwirksamkeitserfahrung hebt das Selbstwertgefühl und fördert Selbstvertrauen. Wir machen diese Erfahrung, wenn wir eine Aufgabe lösen wollen/sollen, dies unter Einsatz unserer Ressourcen und verfügbaren Kompetenzen (in der Mehrzahl solcher Anforderungssituationen) dann auch erreichen: „ICH kann das!“ Dass diese Wirksamkeitserfahrung entsteht (s. o. emotionaler Interessespekt), dafür bedarf es der Passung von Anforderung und Kompetenz des Schülers durch die Lehrperson. Solche Passungen erfolgen in den beschriebenen Lerngruppierungen der Schüler häufiger ‚automatisch‘.

Lehrerinnen und Lehrer können Lernenden zuhören, wie sie Handlungsergebnisse oder Verhalten erklären, um abzuschätzen, ob sie sich für selbstwirksam (also kompetent, zuversichtlich motiviert) ansehen. Wo liegt die Ursache oder liegen die Ursachenfaktoren hauptsächlich, weshalb etwas gut oder schlecht gelaufen ist? Liegen sie in der Person des Schülers (intern) und wenn ja, sind es relativ stabile Ursachenfaktoren oder eher leicht veränderliche, variable Faktoren? Oder werden (schnell; immer wieder) Faktoren genannt, die außerhalb der Person des Schülers zu liegen scheinen? Die Tabelle in Abbildung 2.10 veranschaulicht vereinfacht diese Erklärungsfaktoren¹⁸ noch einmal.

	[relativ] stabil	variabel
intern	Fähigkeit, Begabung, Talent, hoher Lernstand	Anstrengung, Stimmung, Konzentration, Spaß
extern	Aufgabenschwierigkeit; gegebene Umstände, z.B. Beleuchtung der Klasse	Glück, Zufall, Pech, vorgegebenes Tempo, vorm Fenster der Baggerlärm

Abbildung 2.10: Attributierung von HandlungsergebnissenQuelle s. Fußnote 18

Fehler, Missgeschicke, schlechte Noten werden von leistungsängstlicheren (geringes Selbstwertgefühl in der Sache oder gesamt) Schülern tendenziell häufiger und schneller mit internen/stabilen Faktoren erklärt (Beispiel: „Ich kann so was nicht“; „Ich bin ein schlechter Mathe-Schüler“).

Erfolge, gute Darstellung oder (überraschende, auch kleinere) Fortschritte werden dagegen [dummerweise, weil ja selbstwert mindernd] mit externen Ursachen erklärt (z. B. „Ein blindes Huhn findet

¹⁸Das Modell der Ursachenzuschreibung von Handlungsergebnissen (Attribuierung) stammt in der hier genutzten Form von B. Weiner und geht auf Emotionstheorien von Heider zurück. Grundlegendes und Anschauliches legt eine Präsentation der Universität Gießen dar: <http://www.allpsych.uni-giessen.de/knut/2006-ss06-seminar-emotion/Praesentationen/Weiner.pdf>. Ein Buchauszug mit Mathematikbezug zeigt eine Anwendung der Theorie: http://www.hogrefe.de/programm/media/catalog/Book/978-3-8017-2014-8_lese.pdf.

auch mal ein Korn“; „Na, da hab ich ja endlich auch mal Glück gehabt“; „... der hat uns wieder nur verschachtelte Textaufgaben gegeben...“). Erfolge werden als zufälliges Glück gewertet.

Grundsätzlich brauchen Schülerinnen und Schüler eine Rückmeldung über ihre Kompetenzen. Deshalb ist es besser, wenn während des Arbeitsprozesses nach Mängeln, Fehlern eher variable Faktoren gewählt werden und sachgerecht aber dosiert Wechselwirkungen zu stabilen Faktoren. Bei Erfolgen, auch überraschenden sollten ebenfalls Wechselwirkungen zwischen internen Faktoren bevorzugt genutzt werden (auch in der Lehrerrückmeldung, um Wirksamkeitserfahrungen zu betonen: z. B. „Ne, ne nicht einfach Glück! Da steckt doch auch drin, dass du dich offensichtlich konzentriert hast und das, was du gelernt hast, richtig herausgeholt hast. Du hast das geschafft, merkst du das?...“). Selbstwirksamkeit lernen und dadurch den Selbstwert erhöhen, ist das Beste für die Motivation der Schülerinnen und Schüler.

2.4.7 Orientierungslosigkeit auflösen und Eigenverantwortlichkeit stärken

Die Funktionalität der Unterrichtsinhalte ist oft für Schülerinnen und Schüler nicht greifbar. Dies führt bei vielen zu Orientierungslosigkeit insbesondere bei fehlender Berufsperspektive. Schülerinnen und Schüler brauchen Ziele.



Abbildung 2.11: Vier Ebenen der Zielformulierung

Bei diesen Zielen unterscheidet man vier Ebenen (vgl. Abbildung 2.11). Dabei ist die Motivation, die durch die Zielsetzung erreicht wird, sehr unterschiedlich: Die stärkste Motivation geht von einem „will“-Ziel aus, die schwächste von „muss“-Zielen.

Schülerinnen und Schüler sollen sich also möglichst für eigene Ziele bewusst entscheiden. Dies kann man z. B. in Form von schriftlichen Zielvereinbarungen mit Unterschrift erreichen.

Wenn ein Schüler z. B. die Mitarbeit verweigert, führen Sie eine Entscheidungssituation herbei. Fordern Sie den Schüler z. B. auf, seine eigene Arbeitshaltung dieser Stunde vor der Klasse zu verbalisieren. Schülerinnen und Schülern, die weiterhin die Mitarbeit verweigern, könnte man die Möglichkeit geben, sich bis zur nächsten Stunde darüber Gedanken zu machen, ob sie eine gemeinsam formulierte „Zielvereinbarung“ unterschreiben möchten. Sie müssen sich dadurch überlegen, ob sie sich und ihre Entscheidungen selber ernst nehmen. Die Verantwortung für das eigene Handeln und die daraus erwachsenden Konsequenzen (evtl. auch Sanktionen) wird also an die Schülerin/den Schüler gegeben. Dieses Vorgehen wird für den Kurs öffentlich durchgeführt, so dass das Vorgehen Wirkung auf die anderen Schülerinnen und Schüler hat. Der Lernende formuliert durch die Unterschrift ein eigenes Ziel für die kommenden Stunden. Beide Seiten sollten über die Vereinbarung gemeinsam

2 Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht

ins Gespräch kommen¹⁹. Die Erfahrung der Projektgruppe zeigte, dass Schülerinnen und Schüler in der kommenden Stunde sich häufig anders besannen.

Hilfreich für die Auflösung der Orientierungslosigkeit von Schülern kann auch ein Schülersprechtag sein, wie er bereits an einigen Schulen praktiziert wird, der von allen Lehrkräften der Schule getragen wird. Dabei werden für jeden Schüler einer Jahrgangsstufe individuelle Ziele vereinbart. Zur Motivationsförderung sind dabei kleine, möglichst vom Schüler (mit)formulierte Ziele wichtig, so dass ein Erfolgserlebnis erreicht wird, wenn und wie diese Ziele erreicht werden (Selbstkontrolle).

Im Vordergrund bei der Zielformulierung steht die Umverteilung der Verantwortlichkeit zwischen der Lehrkraft (der hilft, sich zu motivieren) und dem Lernenden (der motiviert sich). Da in der Regel Eigenverantwortlichkeit bei Schülern unterschiedlich stark ausgeprägt ist (nicht / nicht mehr / noch nicht oder zu gering), muss man diese Eigenverantwortlichkeit bewusst machen und fördern. Wie kann das gelingen?

Ein Schritt ist der Aufbau von Kontrollfähigkeit. Wer die Kontrolle verliert über sich und das, was er machen soll oder will (Kontrollverlust), der wird unsicher bis gelähmt oder leistet Widerstand. Er will die Kontrolle über sich und das Geschehen wiedererlangen. Dies ist also ein sehr starkes Motiv!

Beispiele:

- „Alle, die heute aktiv mitmachen wollen, setzen sich nach *innen*, die, die nur zuhören wollen, sitzen außen, *dürfen* aber auch nichts sagen!“
- „Was willst du jetzt machen? Möchtest du [...]?“ (Die Initiative zum Planen und Handeln den Schülerinnen und Schülern zurückgeben.)
- Schülerinnen und Schüler fangen oft zu spät an, für Klausuren oder das Abitur zu arbeiten. Bewusstmachen des Zeitbedarfs und der eigenen Lernschwierigkeiten in einem frühen Stadium. Einen Einzelnen kann man herausfordernd vor die Entscheidung stellen: „Schaffst du das alleine? Bis wann kannst du das? Sollen wir Kontrollabschnitte verabreden?“ o.Ä.

Bei allen diesen Überlegungen ist die Persönlichkeitsentwicklung der Schlüssel zur Motivationsentwicklung. Dazu gehört auch, dass die Schülerin/der Schüler lernt, dass ihre/seine zum jetzigen Zeitpunkt investierten Mittel (Zeit, Anstrengung) vielleicht erst viel später sichtbare Ergebnisse bringen (Belohnungsaufschub).

2.5 Fazit

Die didaktische und psychologische Seite dieses Themas gemeinsam zu betrachten war für das SINUS-Set eine spannende und lohnende Sache. Dabei konnte das Konzept der interessendichten Situatio-

¹⁹Zum Thema schwierige Schüler und zum Punkt Externale Ursachenerklärung: Damm 2010 und <http://www.marcus-damm.de/intern/pdf/11.pdf>

nen bei der Planung von Unterrichtsszenarien helfen, die tatsächlich für die Schülerinnen und Schüler in den einzelnen Kursen zu situationalem Interesse führte. In beiden Szenarien stellte sich in allen Schülergruppen, die wir zur Erprobung des Materials gewinnen konnten, eine ausgesprochen gute Lernatmosphäre ein. Insbesondere die Möglichkeit, mathematische Zusammenhänge eigenständig und in einem angstfreien Raum zu entwickeln, führte bei einigen Schülerinnen und Schülern, gerade auch bei schwächeren, zu einem anderen Blick auf das Fach Mathematik. Diese Erfahrungen wirkten sich positiv auf die folgenden Stunden aus. In einer Schülergruppe gab es sogar spontanen Applaus am Ende der Stunde. Das hat man selten.

Um solche Unterrichtsszenarien zu entwickeln, war es für uns grundlegend neben der sozialen Interaktion und der mathematischen Wertigkeit, sich bei der Planung vor allen Dingen auf die drei Handlungen des Erkenntnisprozesses zu fokussieren: Sammeln-Verknüpfen-Struktursehen. Mit Hilfe dieses Modells für Erkenntnisprozesse sollte es gelingen auch für andere Unterrichtsgegenstände in der Oberstufe ähnliche Unterrichtsszenarien zu entwickeln.

Aus der psychologischen Perspektive ging es vor allen Dingen darum die Persönlichkeit der Schülerin/des Schülers weiterzuentwickeln um ihre/seine Motivation zu verbessern. Grundlage dafür sind hauptsächlich sinnvolle und wertschätzende Rückmeldungen an die jeweilige Schülerin/den jeweiligen Schüler. Nur so wird es gelingen schwächere und unentworfene Lernende aus ihrem Teufelskreis des Misserfolgs zu befreien. Hier wird man Zeit investieren müssen, wenn man diese Menschen fördern will.

2.6 Literaturliste

- Achtziger, Anja und Peter M. Gollwitzer (2009). „Rubikonmodell der Handlungsphasen“. In: *Handbuch der Allgemeinen Psychologie – Motivation und Emotion*. Hrsg. von Veronika Brandstätter und Jürgen H. Otto. 11. Göttingen: Hogrefe, S. 150–156.
- Bikner-Ahsbahr, Angelika (2005). *Mathematikinteresse zwischen Subjekt und Situation. Theorie interessendichter Situationen – Baustein für eine mathematikdidaktische Interessentheorie 43*. Hildesheim und Berlin: Franzbecker.
- Damm, Marcus (2010). *Schemapädagogik im Klassenzimmer – Ein neues Konzept zur Förderung verhaltensauffälliger Schüler*. 1. Aufl. Stuttgart: Ibidem-Verlag.
- Deci, Edward (1998). „The Relation of Interest to Motivation and Human Needs. The Self-Determination Theory Viewpoint“. In: *Interest and Learning*. Hrsg. von Lore Hoffmann u. a. Kiel: IPN, S. 146–164.
- Deci, Edward und Richard Ryan (1993). „Die Selbstbestimmung der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik“. In: *Zeitschrift für Pädagogik*. 39. Ser. 39.2, S. 223–238.
- Hidi, Suzanne und Ann Renninger (2006). „The Four-Phase Model of Interest Development“. In: *Educational Psychologist* (41(2)), S. 111–127.
- Köller, Olaf (2005). „Bezugsnormorientierung von Lehrkräften: Konzeptuelle Grundlagen, empirische Befunde und Ratschläge für praktisches Handeln“. In: *Motivationspsychologie und ihre Anwendung*. Hrsg. von Regina Vollmeyer u. a. Stuttgart: Kohlhammer, S. 189–202.

2 Steigerung der Motivation im Mathematikunterricht

- Krapp, Andreas (1992). „Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung“. In: *Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung*. Hrsg. von Andreas Krapp und Manfred Prenzel. Arbeiten zur sozialwissenschaftlichen Psychologie. 26. Münster: Aschendorff, S. 9–52.
- Krapp, Andreas (1998a). „Die Bedeutung der Lernmotivation für die Optimierung des schulischen Bildungssystems“. In: *Politische Studien*. 54. Ser. (Sonderheft 3/2003), S. 91–105.
- Krapp, Andreas (1998b). „Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. Psychologie in Erziehung und Unterricht“. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 45.3, S. 185–201.
- Kubesch, Sabine (2008). *Körperliche Aktivität und exekutive Funktionen*. 2. Auflage. Schorndorf: Hofmann GmbH & Company KG.
- Kuhl, J. und M. Kazén (2003). „Diagnostik von Selbstkonzept und Motivation“. In: Hrsg. von J. Stiensmeier-Pelster und F. Rheinberg. Göttingen: Hogrefe. Kap. Handlungs- und Lageorientierung: Wie lernt man, seine Gefühle zu steuern?, S. 201–219. URL: <http://www.femmessies.de/MessieSyndrom/messieinfo/HOLO-uni.pdf>.
- Lehwald, Gerhard. *özbF-Handreichungen zur Differenzierung von Lern-, Trainings- und Motivierungsprozessen. Beiträge zur Kompetenzerhöhung von Lehrpersonen. Die Checkliste zur Selbsterfassung von Bewertungstendenzen CSBT*. Hrsg. von Österreichisches Zentrum für Begabtenförderung und Begabungsforschung (özbF). URL: http://www.begabtenzentrum.at/wcms/picture/upload/File/Handreichungen/lehwald_Heft1_17.09_web.pdf.
- Quirin, Markus und Julius Kuhl (2009). „Handlungskontrolltheorie“. In: *Handbuch der allgemeinen Psychologie - Motivation und Emotion*. Hrsg. von Veronika Brandstätter und Jürgen H. Otto. 1. Aufl. Göttingen: Hogrefe, S. 157–162.
- Semmler-Ludwig, Regina (2001). „Beeinflussen Handlungs- bzw. Lageorientierung das Entscheidungsverhalten?“ In: *TUContact - Die Hochschulzeitschrift*. Bd. 9. Ausgabe. Der Rektor der Technischen Universität Clausthal, S. 18–21. URL: <http://www.tu-clausthal.de/presse/tucontact/2001/Dezember/tuc1/11a.pdf> (besucht am 13. 11. 2013).
- Spitzer, Manfred (2002). *Lernen – Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. Heidelberg und Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Stangl, Werner (2003). „Von der Unmöglichkeit zur Motivation in der Schule“. In: *Schulmagazin 5–10. Impulse für kreativen Unterricht*. 71. Ser. 1, S. 9–12.
- Stiensmeier-Pelster, Joachim u. a. (1991). „Umfang der Informationsverarbeitung bei Entscheidungen: Der Einfluss von Handlungsorientierung bei unterschiedlich dringlichen und wichtigen Entscheidungen“. In: *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie* 38.1, S. 94–112.