

Forschendes Lernen – Ein Ansatz im teutolab-mathematik für heterogene Lehr-Lern-Gruppen

Das Lehr-Lern-Labor *teutolab-mathematik* der Universität Bielefeld lädt ganze Schulklassen einer Jahrgangsstufe zum „Forschenden Lernen“ ein. Dabei ist die Lernumgebung so angelegt, dass experimentelle Erkundungen für Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen ermöglicht werden. Durch differenzierende Aufgabenstellungen und gezielten Materialeinsatz können mathematische Zusammenhänge auf unterschiedlichem Niveau erforscht und eigene Entdeckungen in eine gemeinsame Diskussion eingebracht werden. Das „Forschende Lernen“ ist darüber hinaus ein Ansatz der Universität Bielefeld für die fächerübergreifende Lehramtsausbildung mit denen Studierende Lernprozesse heterogener Schülergruppen gestalten, begleiten und reflektieren. Im Folgenden soll dieser Ansatz „Forschenden Lernens“ an Beispielen illustriert werden. Das besondere Augenmerk liegt auf der Gestaltung des experimentellen Settings.

1. Ziele und Inhalte

Das *teutolab-mathematik* wendet sich vorrangig an Schülerinnen und Schüler der 4.-6. Jahrgangsstufe. An einem Vormittag haben alle Kinder einer Schulklasse die Möglichkeit durch eigenständiges Experimentieren und Forschen, selbst mathematische Zusammenhänge aufzudecken (vgl. Scherer & Wellensiek 2011, 88). Die Lernenden entdecken wie viel Mathematik in Zahlen, Mustern und geometrischen Formen stecken kann und sollen sich so von der Mathematik begeistern und verblüffen lassen. Das derzeitige Stationen-Angebot, ist den übergeordneten Themen „Faszination der Zahlen“, „Der Raum, in dem wir leben“ und „Verborgene Mathematik, die verblüfft“ zuordnet. Konzeptionelle Neuorientierungen streben zukünftig die Behandlung inhaltlich zusammenhängender Stationen in Form von Thementagen wie beispielweise „Rekorde der Tiere“, „Zufall und Wahrscheinlichkeit“ oder „Würfelbauwerke“ an. Immer sprechen die verschiedenen Experimentierstationen zentrale mathematische Inhalte des Curriculums an und können im Unterricht leicht von der Lehrkraft aufgegriffen und vertieft werden (vgl. ebd.).

2. Organisatorischer Rahmen

Sowohl das regelmäßige wöchentliche Angebot für Schulklassen, wie auch die Beteiligung an verschiedenen Aktionstagen (z. B. Wissenschaftsveranstaltungen wie die GENIALE 2017 in Bielefeld, Aktion des WDR „Türen

auf für die Maus“) sind fester Bestandteil der Laborarbeit. Im regulären Betrieb werden die Schulklassen morgens nach ihrer Ankunft von einem Mitglied des *teutolab*-Teams in einem Hörsaal begrüßt. Danach werden drei Gruppen mit bis zu zehn Schülerinnen und Schülern gebildet, die dann den Vormittag über gemeinsam an den jeweiligen Experimentierstationen arbeiten. Angeleitet von studentischen Hilfskräften aus dem Fachbereich Mathematik sollen die Lernenden weitestgehend selbstständig und selbsttätig verschiedenen Forschungsfragen nachgehen. Sie haben Gelegenheit ihre Entdeckungen zu notieren, zu beschreiben, zu begründen, miteinander austauschen und zu prüfen. Nach Durchlaufen einer Station von ca. 40 Minuten unterbricht eine Frühstückspause mit anschließender Besichtigung der Universität das Experimentierprogramm. Anschließend erkunden die Kleingruppen bis zum Mittag zwei weitere Stationen.

3. Umgang mit der Heterogenität der Besucher am Beispiel der „Geparden-Station“

Die Heterogenität der Besucher ergibt sich zwangsläufig aus der angesprochenen Zielgruppe der Jahrgänge 4-6 mit allen Kindern jeder Schulart. So besuchen das *teutolab* beispielsweise ebenso Grundschüler zu Beginn der 4. Jahrgangsstufe mit inklusiven Klassen als auch Sechstklässler von Gymnasien mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt. Das Lernangebot soll in der Regel für alle gleich sein, gelegentlich wird ein Thema mit den Lehrkräften abgesprochen bzw. empfohlen, wenn eine gezielte unterrichtliche Weiterführung geplant ist.

Die Arbeit an den Themen-Stationen fußt konzeptionell auf erstellten, regelmäßig evaluierten und überarbeiteten Verlaufsplänen, bewusst zusammengestellten Arbeitsaufträgen und Materialien sowie den oben vorgestellten zeitlichen und räumlichen Rahmenbedingungen. Begegnet wird der Heterogenität der Schülerschaft insbesondere durch die Arbeit in Kleingruppen sowie den experimentellen Erkundungen und der selbsttätig forschenden Lernhaltung. Zentrales Ziel sind eigene Handlungen, Erfahrungen, und Entdeckungen, nicht das Erreichen gleicher Lernergebnisse. So kommen die Schülergruppen bei der Bearbeitung der einzelnen Inhalte auch unterschiedlich weit bzw. tief in ihrer Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Gegenstand. Die Aufgabenstellungen selbst bieten hierzu viel Differenzierungspotenzial ebenso wie die gezielt zusammengestellten Materialien. Die Angebote sind so strukturiert, dass bestimmte Unterrichtsinhalte nicht vorausgesetzt werden müssen. Die Besucher mit ihren ganz unterschiedlichen Voraussetzungen und Vorkenntnissen werden so angeleitet, dass immer alle mitmachen können.

Im Folgenden sollen diese Grundsätze am Beispiel der „Geparden-Station“ aufgezeigt werden. Am Thementag „Rekorde im Tierreich“ werden verschiedene „Tierrekorde“ mit den Möglichkeiten, Besonderheiten und Leistungen des Menschen verglichen. Um eine höhere Identifikation zu erreichen, kann jeder Teilnehmende seine eigenen Eigenschaften schätzen, testen und mit der des Tieres vergleichen.

In *Phase 1* werden zunächst Begrifflichkeiten erarbeitet, d. h. in Bezug auf den Geparden der Begriff „Geschwindigkeit“ am Beispiel 120 km/h Höchstgeschwindigkeit. Vorrangig werden dazu gedankliche Vergleiche zur Geschwindigkeit eines Autos, Sprinters, Langstreckenläufers etc. angeregt und ggf. die Größen „Strecke“ und „Zeit“ zunächst getrennt voneinander betrachtet. *Phase 2* ist geprägt von Schätzaufgaben, um das bereits erworbene Stützpunktwissen der Teilnehmenden zu erfragen: „Wie schnell bin ich?“, „Wie lang ist die Strecke von 100m?“, „Wie viele Sekunden benötige ich für 100m?“. Um ein beliebiges Raten zu vermeiden, bietet die Länge der Bielefelder Unihalle (250-300m) hilfreiche Stützpunkte. Die Schätzergebnisse werden im Forscherheft zunächst notiert und im Anschluss innerhalb der Kleingruppe verglichen und diskutiert. Zentral ist dann die *3. Phase*, in der die eigene Geschwindigkeit gemessen wird. Hierzu gehört zunächst das genaue Abmessen der Strecke von 100m mit Hilfe selbst ausgewählter Messwerkzeuge wie Schrittlänge, 20m-Maßband, 50m-Maßband oder ein Messrad und das Vergleichen der Messergebnisse in Bezug auf ihre Genauigkeit. Im Anschluss wird die Strecke erlaufen und die Zeit mit einer Stoppuhr gestoppt, um die eigene Geschwindigkeit zu „erfahren“ und zu „erheben“. Auch diese Ergebnisse werden festgehalten. Zur Auswertung und Deutung der Ergebnisse, werden in *Phase 4* bewusst Zusammenhänge hergestellt und erneut Vergleiche angeregt. In diesem Prozess werden die Schülerinnen und Schüler aufgrund des zeitlichen Rahmens gezielt angeleitet. Die eigene Geschwindigkeit wird mit der des Geparden verglichen, in dem bewusst auf Teilergebnisse fokussiert wird und die Größeneinheiten km/h und m/s teilschrittig umgerechnet werden. So geht beim direkten Vergleich der Ergebnisse („2km pro Minute“ und „300m pro Minute“ oder „100m in 3 Sekunden“ und „100m in 20 Sekunden“) am Ende der Durchführung in der Regel einen Raunen durch die Reihen begleitet von Äußerungen wie „so schnell“ oder „so weit“, obwohl von Anfang an die Geschwindigkeit des Geparden bekannt war.

4. Umgang mit der Heterogenität der Studierenden am Beispiel der „Besondere Würfel-Station“

Die Heterogenität der Studierenden ergibt sich einerseits aus verschiedenen Phasen, in denen sie sich im Studium befinden, andererseits aus dem Fo-

kus, mit denen sie im *teutolab-mathematik* eingebunden sind. Studierende arbeiten als Versuchsleiter von Novizen bis zu erfahrenen Studierenden. Im Rahmen von Studienpraktika erproben Studierende die Experimentierstationen als Lernumgebungen mit Schülerinnen und Schülern, sie besuchen innerhalb von Seminaren das Schülerlabor oder untersuchen spezifische Fragestellungen im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit. Dabei haben die Studierenden sowohl unterschiedliche Zugänge zur Thematik der Station, als auch zu den Schülerinnen und Schülern in den verschiedenen Altersstufen.

Prototypisch für studentisches Arbeiten soll die Station „Besondere Würfel“ vorgestellt werden. Bei dieser Station gibt es vier intransitive Würfel, das bedeutet es gibt zu jedem Würfel einen anderen Würfel, gegen den er auf Dauer verliert. Als besondere Form werden die „Efron-Würfel“ eingesetzt, für die es zu jedem Würfel einen anderen gibt, der diesen mit einer Wahrscheinlichkeit von $\frac{2}{3}$ besiegt. Die Besucher spielen paarweise zusammen, dabei darf sich der erste Spieler einen Würfel aus dem Würfelsatz aussuchen, danach der zweite Spieler aus dem restlichen Satz. Nun wird wiederholt gegeneinander gespielt. Sieger einer Runde ist der Spieler, der bei 20 Durchgängen am häufigsten gewonnen hat. Die Heterogenität der Studierenden zeigt sich in der Vorbereitung auf eine Station in den verschiedenen sachanalytischen Zugängen, mit denen sie sich die fachlichen Grundlagen erschließen (z.B. qualitative Argumentation, rechnerische Lösungen über Baumdiagramme, Matrizen). Diese Unterschiede zeigen sich dann auch im Umgang mit den Schülerinnen und Schülern, wenn es um das Aufgreifen und Einordnen von Argumentationen geht (George, 2015).

Die Station läuft in 2 Phasen ab: In der *1. Phase* lernen die Schülerinnen und Schüler die Spielidee kennen, sie suchen sich die Würfel abwechselnd aus und führen das Spiel mit je 20 Durchgängen drei Mal durch. Die Studierenden untersuchen die Argumentationen der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der Auswahl des Würfels, ihren selbst abgeschätzten Gewinnchancen und dem tatsächlichen Ausgang des Spiels. In der *2. Phase* wird das Spiel dann analytisch betrachtet. Aus Sichtweise der Gewinnchancen des zweiten Spielers werden einzeln die Gewinnchancen für die Wahl des zweiten Würfels untersucht. Die Studierenden lenken dabei die Argumentationslinien.

Literatur

- Scherer, P. & Wellensiek, N. (2011). Verborgene Mathematik – Rechenricks verstehen und begründen. MNU Primar, 3/3, 88-95.
- George, A. (2015). Wer die höhere Zahl hat gewinnt. Praxis der Mathematik in der Schule, 57, 10-14.