Die Rolle der Fachsprache bei zentralen Prüfungen

ANITA DORFMAYR, TULLN

Zentrale Prüfungen wie die standardisierte schriftliche Reifeprüfung oder die Betreuung einer vorwissenschaftlichen Arbeit aus Mathematik stellen SchülerInnen und LehrerInnen vor vielfältige Herausforderungen. Neben der fachlichen darf dabei die (fach-)sprachliche Komponente nicht vergessen werden: Ein schlichtes "Begründen Sie!" kann plötzlich zur großen Herausforderung werden, wenn SchülerInnen sich nicht mehr auf (unausgesprochene) Vereinbarungen mit der Lehrperson verlassen können.

Im Folgenden soll exemplarisch gezeigt werden, welche fachsprachlichen Elemente für ausgewählte Aufgaben benötigt werden. Darüber hinaus sollen methodische Vorschläge für den Unterricht aufzeigen, wie die fachsprachliche Kompetenz von SchülerInnen schon frühzeitig (ab der 1. Klasse AHS) gefördert werden kann.

1. Fachsprachliche Elemente

„Mathematik ist überall" titelt die Zeit online im Jahr der Mathematik. Hier heißt es:

> „Mathematik ist eine exakte Wissenschaft. Mit ihren abstrakten Modellen können die besten Lösungen für Probleme gefunden werden."

Wie um zu betonen, dass diese exakte Wissenschaft auch einer exakten (Formel-)Sprache bedarf, wird dies durch das in Abb. 1 gezeigte Foto eines Tafelbildes unterstützt.

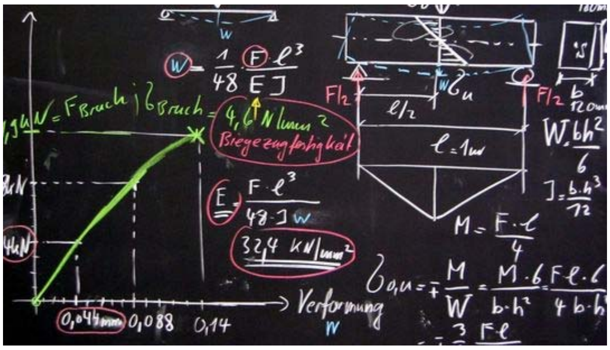

Abb. 1: Tafelbild aus Zeit online.

Im Mathematikunterricht und bei (zentralen) Prüfungen spielen für kommunikative Prozesse aber nicht nur die in diesem Tafelbild vorhandenen, vorwiegend symbolischen Abkürzungen eine Rolle. Eine Fülle an Fachbegriffen wird etwa bei der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung als Grundwissen vorausgesetzt. Abb. 2 zeigt den Versuch einer Auflistung der für den Inhaltsbereich „Algebra und Geometrie" relevanten Termini (Brand et. al., 2012b).

Für eine funktionierende Kommunikation über Mathematik im Unterricht und bei zentralen Prüfungen reicht jedoch auch dieses Wissen nicht aus. Vielmehr setzt sich die (schul-)mathematische Fachsprache jedenfalls aus folgenden Elementen zusammen:

- Fachbegriffe, z.B. Gleichung, Funktion, Vektor, Differenzenquotient
- Phraseologie und typische Formulierungen, wie z.B. „Sei x eine nicht negative reelle Zahl.", „Ohne Beschränkung der Allgemeinheit nehmen wir an, dass …"
- Symbolische Elemente, wie Terme, Formeln, Gleichungen oder Quantoren
- Tabellen und grafische Darstellungen, z.B. Wertetabellen, Diagramme aus der Statistik
- Arbeitsanweisungen, wie z.B. „Untersuchen Sie …", „Begründen Sie …"

Fachsprache – Wiederhole die folgenden wichtigen Fachbegriffe!

Äquivalenz(umformung)	lineare (Un)Gleichung	Schnittpunkt
Addition	lineares Gleichungssystem	Sinus
algebraisch	Logarithmus	Skalar
allgemeines Dreieck	Multiplikation mit einem Skalar	skalares Produkt
Ankathete	Natürliche Zahlen $\mathbb{N}$	Skalarmultiplikation
Cosinus	Normalvektor	Summand
Differenz	Operation	Summe
Dreieck auflösen	Parameter	Tangens
Faktor	parameterfrei	Teilmenge(nbeziehung)
Formel	Parametergleichung	Term
Ganze Zahlen $\mathbb{Z}$	Pfeil	Trigonometrie
Gegenkathete	Potenz	Ungleichung
geometrisch	Produkt	Variable
Gerade(ngleichung)	Punkt	Vektor
Gleichung(ssystem)	quadratische Gleichung	Volumen
Hypotenuse	Quotient	Winkel
Komplexe Zahlen $\mathbb{C}$	$\mathbb{R}^2$	Wurzel
Komponenten	$\mathbb{R}^3$	Zahl
Konstante	Rationale Zahlen $\mathbb{Q}$	Zahlenmenge
Koordinaten(system)	Rechenoperation	Zahlenpaar
Lösbarkeit	rechtwinkliges Dreieck	Zahlentripel
Lösung(sfälle)	Reelle Zahlen $\mathbb{R}$	Zahlentupel
Lagebeziehung		

Abb. 2: Fachbegriffe für den Inhaltsbereich „Algebra und Geometrie“ aus

2 Vergleich: Lernen von Mathematik und Sprache

Fremdsprachenkenntnisse werden im Zuge der neuen Reifeprüfung ebenso kompetenzorientiert überprüft wie es für das Fach Mathematik vorgesehen ist.

Der Gemeinsame Europäische Referenzrahmen für Sprachen (Trim et. al. 2001), kurz GERS, ist ein Dokument des Europarates. Er dient europaweit als Grundlage für standardisierte Prüfungen im Bereich der Fremdsprachen. Unterschieden werden dabei sechs Sprachniveaus, von A1 (Anfänger) bis C2 (Muttersprachler), und vier Kompetenzen: Hören, Lesen, Sprechen und Schreiben.

Jede dieser vier Kompetenzen kann auf einem anderen Niveau vorhanden sein. Im GERS wird das Niveau B1 (selbstständige Sprachverwendung) im Bereich Hören und Sprechen etwa wie folgt festgelegt (wikipedia 2012):

> „Kann die Hauptpunkte verstehen, wenn klare Standardsprache verwendet wird und wenn es um vertraute Dinge aus Arbeit, Schule, Freizeit usw. geht. Kann die meisten Situationen bewältigen, denen man auf Reisen im Sprachgebiet begegnet. Kann sich einfach und zusammenhängend über vertraute Themen und persönliche Interessengebiete äußern. Kann über Erfahrungen und Ereignisse berichten, Träume, Hoffnungen und Ziele beschreiben und zu Plänen und Ansichten kurze Begründungen oder Erklärungen geben.“

Im Gegensatz zu den Fremdsprachen gibt es für die Mathematik (noch) keinen gemeinsamen europäischen Referenzrahmen. Das Projekt standardisierte schriftliche Reifeprüfung (Aue et. al. 2012) versucht hier durch die Auflistung von Grundkompetenzen (detaillierter als der Lehrplan) zumindest österreichweit einen gemeinsamen Rahmen zu schaffen.

Auch beim Lernprozess und in der Prüfungssituation bestehen grundlegende Unterschiede zwischen Sprachen und Mathematik:

Im Sprachen-Unterricht werden bei jedem Gespräch und bei der Arbeit mit Texten sowohl das Grundvokabular als auch die Grundgrammatik kontinuierlich wiederholt – ganz ohne das Einbauen entsprechender Wiederholungs- und Übungsphasen. Die Mathematik orientiert sich hier viel mehr an Inhalten. Einmal Gelerntes wird nur dann wiederholt, wenn es für den weiteren Wissenserwerb unbedingt notwendige Voraussetzung ist. Oft geben LehrerInnen und SchülerInnen sich damit zufrieden, einen Begriff zu kennen, sich daran zu erinnern.

Als Beispiel sei hier der Funktionsbegriff genannt. Er wird in der 5. Klasse definiert. In der 7. Klasse werden SchülerInnen im Zusammenhang mit der Differentialrechnung wieder mit Funktionen konfrontiert, werden selbst auch davon sprechen, dass sie „Funktionen ableiten“ oder „Ableitungsfunktionen bestimmen“. Sie wissen also, dass es diesen Begriff gibt, und verwenden ihn auch im richtigen Zusammenhang. Aufgaben, die sich auf die Definition des Funktionsbegriffs beziehen (z.B. Unterscheiden von Graphen einer Funktion und einer Kurve), sind für viele SchülerInnen in der 7. Klasse allerdings fast unlösbar.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen dem Lernen von Sprachen und Mathematik besteht in den behandelten Themen. Diese orientieren sich vor allem im Fremdsprachenunterricht deutlich an der Lebenswelt der SchülerInnen. Es geht um Sport, Musik, Filme, Abgrenzung von Eltern, Berufswünsche, Drogen, etc. Auch die Mathematik wird in vielen Bereichen anwendungsorientiert vermittelt. Die Frage nach dem „Wozu braucht man das?“ kommt trotzdem sehr oft, da die Anwendungen der Mathematik entweder nicht nah genug an der Lebenswelt der SchülerInnen sind oder nicht ihren Interessen entsprechen.

Aus Sicht der Autorin unterscheiden sich das Lernen von Mathematik und Fremdsprachen am stärksten durch die Motivation der SchülerInnen: Das klare Ziel jedes Sprachenunterrichtes ist die Kommunikation. Das Ziel des Mathematikunterrichtes besteht für viele nur darin, die Matura zu bestehen.

Im Zuge einer optimalen Vorbereitung auf zentrale Prüfungen gilt es trotz all der genannten Schwierigkeiten, im Mathematikunterricht (fach-)sprachliche Kompetenzen zu entwickeln.

3 Fachsprachliche Herausforderungen

In diesem Abschnitt werden exemplarisch fachsprachliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung und der vorwissenschaftlichen Arbeit beschrieben.

3.1 Standardisierte schriftliche Reifeprüfung

Arbeitsanweisungen

Folgende Aufgabe „Männer und Frauen II“ wurde beim 1. Pilottest des Projektes standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik (Dangl et. al. 2010) gestellt:

> „Es sei M die Anzahl der Männer und F die Anzahl der Frauen in einem bestimmten Raum. Zwei Behauptungen werden gemacht:
>
> (1) Es sind 11 Männer mehr im Raum als Frauen.
>
> (2) $F=2\cdot M$
>
> *Aufgabenstellung:*
>
> Ist es möglich, dass die in (1) und (2) genannten Behauptungen beide zugleich wahr sind?
>
> Falls *ja*: Wie viele Personen befinden sich im Raum?
>
> Falls *nein*: Begründen Sie, warum das nicht möglich ist!“

Es ist recht schnell klar, dass beide Behauptungen nicht zugleich zutreffen können. Eine Herausforderung stellt allerdings die Anweisung „Begründen Sie, …!“ dar. In den Korrekturanleitungen (Dangl et. al. 2010) werden drei korrekte Lösungen der Aufgabe angeführt (siehe Tab. 1). Für SchülerInnen sollte es im Laufe ihrer mathematischen Ausbildung selbstverständlich werden, dass Begründungen auch rein verbal, ohne Verwendung von Variablen und Gleichungen, geführt werden können.

Tab. 1: Lösungen zur Aufgabe „Männer und Frauen II“ (Dangl et. al. 2010)

1. Lösung	2. Lösung	3. Lösung
Es kann nicht sein, dass - laut (1) - die Anzahl der Männer größer ist als die der Frauen und zugleich - laut (2) - die Anzahl der Frauen größer als die der Männer.	$M = F + 11 \Rightarrow M > F$ $F = 2 \cdot M \Rightarrow F > M$ Widerspruch!	$M = F + 11$ $F = 2 \cdot M$ $\Rightarrow M = 2 \cdot M + 11$ $\Rightarrow M = -11, F = -22$ Die Anzahl der Männer und / oder Frauen in einem Raum kann nicht negativ sein.

Abb. 3 zeigt die Teil-1-Aufgabe „Potenzfunktion“ aus Phase 2 des Projektes zur standardisierten schriftlichen Reifeprüfung (Aue et. al. 2012).

Die Aufgabenstellung „Kreuzen Sie die beiden zutreffenden Aussagen an!“ sollte hier nicht für Schwierigkeiten sorgen, sondern kann die KandidatInnen beim Lösen der Aufgabe wesentlich unterstützen: Es ist nicht notwendig, für jede der angeführten Aussagen zu entscheiden, ob sie zutrifft oder nicht. Vielmehr gilt es, die deutlich einfachere Aufgabe zu lösen, zwei zutreffende Aussagen auszuwählen.

Potenzfunktion (Teil-1-Aufgabe)

Gegeben ist eine Potenzfunktion f: $\mathbb{R} \to \mathbb{R}$ mit $f(x) = a \cdot x^2 + b$, mit $a, b \in \mathbb{R}$ und $a \neq 0$.

Aufgabenstellung:

Kreuzen Sie die beiden zutreffenden Aussagen an:

	zutreffend
Wenn $b = 0$, dann verläuft der Graph von f durch den Ursprung des Koordinatensystems.	☐
Wenn $a < 0$ und $b > 0$, dann ist der Graph von f im Intervall $(-\infty;0]$ monoton fallend und im Intervall $[0;\infty)$ monoton steigend.	☐
Wenn $f(0) < 0$, dann ist $b = 0$.	☐
Wenn $a < 0$ und $b > 0$, dann sind die Funktionswerte für alle Werte des Definitionsbereichs negativ.	☐
Wenn $f(0) > 0$, dann ist $b > 0$.	☐

Abb. 3: Teil-1-Aufgabe Potenzfunktion (Aue et. al. 2012)

Arbeitsanweisungen, die bei der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung in unterschiedlichen Inhaltsbereichen und Kontexten vorkommen, sollten den SchülerInnen spätestens am Ende der 8. Klasse vertraut sein. Dazu zählen unter anderem:

- Begründen Sie …!
- Berechnen Sie …!
- Bestimmen Sie …!
- Deuten Sie das Ergebnis im Zusammenhang mit …!
- Ermitteln Sie …!
- Geben Sie ein … Modell an!
- Interpretieren Sie …!
- Ordnen Sie … zu!
- Stellen Sie … dar!
- Zeichnen Sie …!

Fachvokabular

Die Notwendigkeit eines umfangreichen Fachvokabulars für die Prüfungssituation ist einleuchtend. Im Unterricht muss somit großer Wert auf die korrekte Verwendung mathematischer Begriffe gelegt werden. Bekanntermaßen sollte hierbei auf Synonyme geachtet werden, zum Beispiel:

- arithmetisches Mittel = arithmetischer Mittelwert
- Linkskrümmung = positive Krümmung und Rechtskrümmung = negative Krümmung
- vektorielles Produkt = Kreuzprodukt

Weiter ist im Unterricht zu beachten, dass nicht alle Fachbegriffe eindeutig definiert sind. Als Beispiel sei hier der Begriff der Potenzfunktion genannt:

- Aue et. al. (2012) sprechen von einer „Potenzfunktion mit $f(x) = a \cdot x^z + b, z \in Z$ oder mit $f(x) = a \cdot x^{\frac{1}{2}} + b$"
- Malle et. al. (2005) unterscheiden zwischen einer „Potenzfunktion mit natürlichem Exponenten $f(x) = c \cdot x^n, n \in N^*, c \neq 0$" und einer „Potenzfunktion mit reellem Exponenten $f(x) = x^r, r \in R$"
- wikipedia und Brand et. al. (2012a) definieren die Potenzfunktion durch $f(x) = c \cdot x^r, c, r \in R$.

3.2 Vorwissenschaftliche Arbeit

„Je nach Fachrichtung und abhängig von der Fragestellung kann die Arbeit eine reine Literaturarbeit sein […]" schreibt das bm:ukk in einer Handreichung 2012. Die Arbeit mit mathematischer Fachliteratur stellt die SchülerInnen vor bedeutende Herausforderungen, auch wenn als erste Informationsquelle oftmals das Internet verwendet werden wird.

SchülerInnen, die sich etwa mit dem Thema Schwingungen beschäftigen, stoßen rasch auf den entsprechenden Artikel in wikipedia (vgl. Abb. 4). Die fachsprachlichen Herausforderungen im Bereich des Leseverständnisses sind hier schon recht hoch. Interessierte SchülerInnen, die sich für eine vorwissenschaftliche Arbeit mit einem mathematischen Thema interessieren, sollten daher schon möglichst früh (im besten Fall ab der 5. Klasse) immer wieder Recherche-Aufgaben lösen.

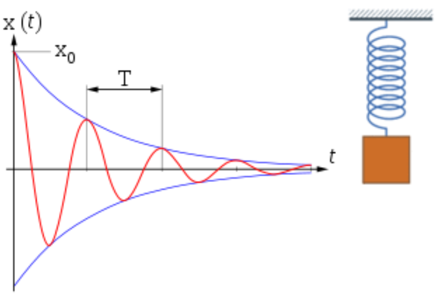

Abb. 4a: Darstellung einer gedämpften Schwindung (wikipedia 2012).

Stellt man das Kräftegleichgewicht eines linearen, geschwindigkeitsproportional gedämpften 1-Massen-Schwi
Bewegungsgleichung:

$$m\ddot{x} + d\dot{x} + cx = 0$$

m: Masse
d: Dämpfungskonstante
c: Federkonstante (Rückstellmoment)
(Für Drehschwingungen ist m durch J (Trägheitsmoment) und x durch φ (Auslenkungswinkel) zu ersetzen

Mit Hilfe des komplexen Lösungsansatzes:

$$x(t) = x_0 e^{i\alpha t}$$

erhält man die allgemeine Lösung der Differentialgleichung:

$$x(t) = x_0 \cdot e^{-\frac{d}{2m}t} \cdot e^{\mp i\left(\sqrt{\frac{c}{m} - \frac{d^2}{4m^2}}\right) \cdot t}$$

Überträgt man diese komplexe Lösung mit Hilfe der Eulerschen Formel in die reelle Ebene und setzt man δ :

$$x(t) = x_0\, e^{-\delta t} \sin(\omega_d\, t + \varphi_0)$$

Abb. 4b: Beschreibung einer gedämpften Schwingung (wikipedia 2012).

Die vorwissenschaftliche Arbeit fordert allerdings auch im Bereich des Schreibens hohe fachsprachliche Kompetenz. Bei der Präsentation und Diskussion schließlich sind auch noch die verbleibenden beiden sprachlichen Kompetenzen Hören und Sprechen gefordert, die im Mathematikunterricht daher auch nicht zu kurz kommen sollten.

4. Behinderung und Förderung von Fachsprache

In diesem Abschnitt soll dargestellt werden, die Fachsprache im Mathematikunterricht beginnend mit der ersten Klasse AHS gefördert bzw. behindert werden kann.

4.1 Behinderung der Sprachentwicklung

Die Kommunikation zwischen LehrerIn und SchülerInnen bedient sich häufig einer eigenen „LehrerIn-SchülerInnen-Sprache“. Obwohl dabei manches ungesagt bleibt, wird es trotzdem (scheinbar) verstanden. Ein Beispiel dafür nennen Maier und Schweiger (2008, S.

> „Ein Lehrer erklärt seinen Schülern die Regel "Zahlen werden mit 10, 100 oder 1000 multipliziert, indem man an ihre Darstellung ein, zwei oder drei Nullen anhängt." Ein Schüler, der sie dann in der 6. Klasse auf die Dezimalbrüche anwendet und $3{,}5 \cdot 10 = 3{,}50$ rechnet, stellt erstaunt fest, dass er einen Fehler gemacht haben soll. Zur Zeit der Erarbeitung und Verwendung des Merksatzes kannten eben die Schüler ("offiziell") noch gar keine Dezimalbrüche. So hielt es der Lehrer nicht für nötig, die Einschränkung auf natürliche Zahlen in seinem Merksatz zu explizieren. Sie verstand sich aus dem Kontext der vermuteten unterrichtlichen Situation von selbst und wäre von den Schülern wohl auch schwerlich verstanden worden.“

Die Entwicklung der Fachsprache kann in vielfältiger Weise behindert werden:

- lückenhafte Informationen, z.B. n ist immer eine natürliche Zahl
- keine Verwendung von Synonymen
- Verwendung von Abkürzungen an Stelle von Fachbegriffen, z.B. bin(n,k) für Binomialverteilung mit Parametern n und k
- LehrerIn führt ungewolltes Sprechverhalten vor, z.B. „Kürze oben und unten durch 3!“
- Fragen, die nur ein Wort als Antwort zulassen, z.B. „Womit lösen wir Gleichungen? Mit …“ – „Äquivalenzumformungen.“

4.2 Förderung der Sprachentwicklung

Fachsprache sollte als eigenständiges Ziel ernst genommen werden – im Unterricht und bei schriftlichen und mündlichen Prüfungen. Die Möglichkeiten, die Sprachentwicklung im Mathematikunterricht zu fördern, sind vielfältig:

- SchülerInnen müssen wiederholt angehalten werden, selbstständig Vermutungen, Begründungen, Interpretationen o.ä. zu formulieren (schriftlich und mündlich). Dazu bedarf es genauer Arbeitsanweisungen mit konkreten Beobachtungs- und Sprech- bzw. Schreibaufträgen. Damit kann schon in der Unterstufe begonnen werden, wie das folgende Schularbeitsbeispiel einer 2. Klasse zeigt:

  > „Paul und Sandra sind gute Freunde, allerdings wohnen sie weit voneinander entfernt: Paul wohnt in Tulln, Sandra in Linz. Das nächste Mal wollen sie sich an einem Ort treffen, der von ihren beiden Wohnorten gleich weit entfernt ist.
  >
  > Beschreibe in Worten (mit Hilfe einer geeigneten Skizze), wie die beiden einen geeigneten Treffpunkt finden können! Wie viele mögliche Treffpunkt gibt es und wo liegen diese?“

- Offene Fragestellungen, bei denen genaue schriftliche Dokumentationen eingefordert (und danach kontrolliert) werden, sind zielführend. Ein Beispiel aus der 6. Klasse:

  > „Vergleicht Funktionen und Folgen (Zusammenhänge, Unterschiede) – Dokumentation: 2 A4-Seiten“

- Regelmäßig können mündliche Vokabelwiederholungen durchgeführt werden – am besten am Ende eines Kapitels oder längeren Abschnitts, bei dem viele neue Fachbegriffe eingeführt wurden. Es ist ratsam, dabei alle SchülerInnen der Klasse aufzurufen.

- Formulierungsfehler kann die Lehrperson sofort korrigieren. Im Zusammenhang mit der Sprachentwicklung ist es zielführender, diese aufzugreifen und mit den SchülerInnen zu diskutieren. Idealerweise können die SchülerInnen Fehler bzw. Ungenauigkeiten korrigieren, wenn etwa in der 2. Klasse folgende Aussage gemacht wird:

  „Zwei Dreiecke sind kongruent, wenn sie gleich groß sind.“

Sprachliche Kompetenzen können nur gefördert werden, wenn Sprache von den SchülerInnen selbst aktiv verwendet wird. Dies ist im Frontalunterricht nicht möglich. Förderung der Sprachentwicklung bedeutet daher automatisch, dass die SchülerInnen möglichst oft selbstständig arbeiten sollen. Dazu eignen sich Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit. Jedenfalls sollen die SchülerInnen

- konkrete Anweisungen bearbeiten, z.B. Recherche-Aufträge im Schulbuch und (später) Internet
- die Aufgabenstellungen selbstständig lesen (auch und vor allem bei Textaufgaben)
- ihre Ergebnisse, Gedanken, Vermutungen etc. diskutieren und schriftlich dokumentieren
- Ergebnisse präsentieren

Materialien zum selbstständigen Arbeiten finden sich in jedem gängigen Schulbuch, aber auch im Internet.

Referate

Die mündlichen Kompetenzen können unter anderem gut mit Hilfe von Referaten gefördert werden. Diese können spätestens ab der 2. Klasse fixer Bestandteil des Mathematikunterrichts sein. Die Themen werden von der Lehrperson vorgegeben oder von den SchülerInnen selbst gewählt. Vereinbarungen über Dauer eines Referats, Gestaltung von Poster und / oder Handout sollten in Absprache mit dem Deutschlehrer / der Deutschlehrerin der Klasse getroffen werden. Abb. 5 zeigt zwei Mädchen bei ihrem Vortrag über „Achill und die Schildkröte“. Weitere Themen, die sich für die Unterstufe eignen:

- Primzahlen
- Navigation am Meer
- Prozente beim Einkaufen
- Besondere Punkte am Dreieck
- Parkettierungen
- Strichcode, etc.

Abb. 5: Referat in der 2. Klasse

Rätsel und Humor

Es darf geraten und gelacht werden! Denksportaufgaben, Rätsel, Eselsbrücken, Karikaturen oder Witze können den Mathematikunterricht bereichern und sogar die Entwicklung von Fachsprache fördern. Hier sollen einige Beispiele genannt werden:

- Der verschwundene Quadratzentimeter (Abb. 6): Wo ist der Fehler?
- Was ist an der Karikatur von Uli Stein (2003) in Abb. 7 lustig?
- Wer kann über folgenden Witz lachen?

  „Warum sind Mathematiker konvergent?“ – „Weil sie monoton und beschränkt sind.“

- Mathematiker haben oft einen seltsamen Humor. Siehe dazu Abb. 8.

Auch Eselsbrücken wie in Abb. 9 können SchülerInnen helfen, sich Fachbegriffe einzuprägen.

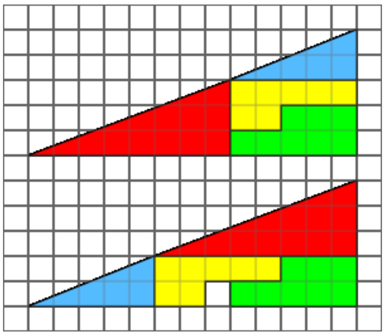

Abb. 6: Der verschwundene Quadratzentimeter.

Abb. 7: Karikatur von Uli Stein (2003).

338 Mathematiker haben oft einen seltsamen Humor. Was ist an dieser Geschichte witzig?

Die konstante Funktion und ihre Freundin gehen spazieren, da kommt ihnen auf der anderen Straßenseite die erste Ableitung entgegen. Die konstante Funktion gerät in Panik: „Ogottogott, wenn mich die Ableitung sieht, macht sie mich zur Null!“ und versteckt sich hinter einem Baum. Ihre Freundin aber ist übermütig, läuft über die Straße, zeigt der Ableitung die Zunge und ruft: „Juhu! Ich bin e^x*!“ „Freut mich sehr,“ sagt die Ableitung, „ich bin nämlich* $\frac{d}{dt}$*!“*

Abb. 8: Mathematiker haben oft einen seltsamen Humor (Brand et. al. 2011).

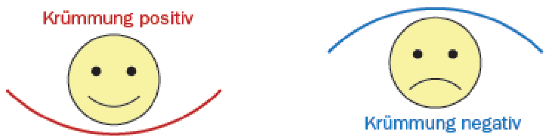

Abb. 9: Eselsbrücke zur Krümmung (Brand et. al. 2011).

Vorbereitung auf Prüfungen

In der Vorbereitungszeit vor einer (zentralen) Prüfung sollte auf die Fülle der notwendigen Fachbegriffe hingewiesen werden. Es ist ratsam, noch einmal vor allem für die neuen Vokabel zu besprechen:

- Bedeutung
- Darstellungsmöglichkeiten
- Vernetzung mit anderen Begriffen und / oder Inhaltsbereichen
- Synonyme

Noch vor dem (möglichst selbstständigen) Bearbeiten von Aufgaben sollten die Lernziele bzw. Grundkompetenzen erarbeitet werden. Dazu kann eine Checkliste wie die folgende verwendet werden:

- Was bedeutet das Lernziel / die Grundkompetenz?
- Wie sehen mögliche Fragestellungen aus?
- Welche fachsprachlichen Elemente sind zur Beantwortung entsprechender Aufgaben notwendig (aktiv und passiv)?
- Könnten Skizzen, Terme, Gleichungen, etc. bei der Bearbeitung entsprechender Aufgabenstellungen helfen?

4.3 Förderung der Fachsprache bei begabten SchülerInnen

Die fachlichen und fachsprachlichen Kompetenzen von SchülerInnen, die eine vorwissenschaftliche Arbeit mit einem mathematischen Thema verfassen wollen, müssen ein möglichst hohes Niveau erreichen. Eine gezielte Begabtenförderung im Fach Mathematik mit dem Fokus VWA sollte daher ab Beginn der Oberstufe durchgeführt werden.

Das Drehtürmodell ist eine Methode, diese Begabtenförderung zu organisieren. Dabei wird ein Lernvertrag abgeschlossen, in dem die Pflichten der SchülerInnen genau angeführt werden. Die betroffenen SchülerInnen nehmen ein bis zwei Stunden pro Woche nicht am regulären Mathematikunterricht teil, sondern beschäftigen sich in dieser Zeit mit einem selbstgewählten mathematischen Thema. Ihr Lernfortschritt wird mit der betreuenden Lehrperson in regelmäßigen Abständen besprochen. Ein Schüler einer 6. Klasse des BG/BRG Tulln hat sich im vergangenen Schuljahr im Rahmen des Drehtürmodells mit dem Thema „Such- und Sortieralgorithmen" beschäftigt. Seine Aufgaben waren:

- Darstellung von mindestens 5 Algorithmen
- Vergleich der Algorithmen
- Programmierung in Java
- Präsentation am Tag der offenen Tür, Abschlusspräsentation am Ende des
- Kurzer Bericht im Jahresbericht
- Schriftliche Dokumentation der Arbeit (inkl. Quellenangaben, Umfang: 20 Seiten)

5. Zusammenfassung

Die mathematische Fachsprache nimmt beim Erarbeiten mathematischer Inhalte, aber auch bei zentralen Prüfungen eine entscheidende Rolle ein. Neben mathematischen Fachbegriffen darf dabei – insbesondere im Zusammenhang mit der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung – nicht auf die für SchülerInnen vielleicht ungewohnte Formulierung von Arbeitsanweisungen vergessen werden.

Es gibt vielfältige Möglichkeiten, den Spracherwerb im Unterricht zu fördern. Dabei sollte individuell auf die Bedürfnisse der SchülerInnen eingegangen werden: Begabte SchülerInnen, die eine vorwissenschaftliche Arbeit mit mathematischem Kontext verfassen wollen, benötigen wesentlich höhere fachliche und fachsprachliche Kompetenzen als SchülerInnen, die nur die standardisierte schriftliche Reifeprüfung aus Mathematik ablegen wollen.

Literatur

Aue, V. et. al. (2011): Ausgewählte Aufgabenstellungen Mathematik. Online: https://www.bifie.at/system/files/dl/srp_ma_exemplarische_aufgabenstellungen_2011-12-05.pdf (Zugriff: 15.5.2012).

Aue, V. et. al. (2012): Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik – Inhaltliche und organisatorische Grundlagen zur Sicherung mathematischer Grundkompetenzen. Online: https://www.bifie.at/system/files/dl/srdp_ma_konzept_2012-05-03_0.pdf (Zugriff: 15.5.2012).

bm:ukk (2012): Vorwissenschaftliche Arbeit. Eine Handreichung. Online: http://www.bmukk.gv.at/medienpool/22700/reifepruefung_ahs_lfvwa.pdf (Zugriff: 15.12.2012).

Brand, C. et. al. (2012a): *Thema Mathematik 6*. 2. Auflage Linz: Veritas.

Brand, C. et. al. (2011): *Thema Mathematik 7*. 1. Auflage Linz: Veritas.

Brand, C. et. al. (2012b): *Thema Mathematik 8*. 1. Auflage Linz: Veritas.

Dangl, M. et. al (2010): Testheft A1. Projekt: Standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik. Online: http://www.uni-klu.ac.at/idm/downloads/Testheft_A1.pdf (Zugriff: 12.4.2012).

Dangl, M. et. al (2010): Korrekturanleitungen zum Testheft A1. Projekt: Standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik. Online: http://www.uni-klu.ac.at/idm/downloads/Pilottest1_KorrAnleitungen_TestheftA1.pdf (Zugriff: 12.4.2012).

Maier, H.; Schweiger, F. (2008): *Mathematik und Sprache. Zum Verstehen und Verwenden von Fachsprache im Mathematikunterricht*. Online: http://www.uni-salzburg.at/pls/portal/docs/1/561428.PDF (Zugriff: 12.4.2012).

Malle, G. et. al. (2005): *Mathematik verstehen*. 1. Auflage Wien: öbv.

Stein, U. (2003): *Pisa-Alarm*. Oldenbourg: Lappan-Verlag.

Trim, J. et. al. (2001): *Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen: lernen, lehren, beurteilen*. Hg. v. Europarat, Übersetzung v. J. Quetz, R. Schiess, U. Skoeries, G. Schneider (Skalen). Berlin: Langenscheidt. ISBN 3-468-49469-6.

Wikipedia (2012): *Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen*. Online: http://de.wikipedia.org/wiki/Gemeinsamer_Europäischer_Referenzrahmen (Zugriff: 12.4.2012).

Wikipedia (2012): Schwingung. Online: http://de.wikipedia.org/wiki/Schwingung (Zugriff: 12.4.2012).

Zeit online, DFG (2009): Mathematik ist überall. In: *Zeit online* -. Online: http://www.zeit.de/wissen/2009-11/mathematik-dfg/komplettansicht (Zugriff: 12.4.2012).

Verfasser

Anita Dorfmayr
BG/BRG Tulln
Donaulände 72
3430 Tulln

anita@dorfmayr.org