

# **Sprachförderung im Mathematikunterricht in der Oberstufe, Verbesserung der Zweitsprachenkenntnisse in weiterführenden Schulen**

HILDE KLETZL (HTBLUVA SALZBURG, PH SALZBURG)

Die Einleitung betrachtet Konzepte des modernen Fremdsprachenunterrichts und vergleicht diese mit dem Zweitsprachenerwerb. Anschließend geht der Text der Frage nach, wie Konzepte aus dem Fremdsprachenunterricht bzw. Zweitsprachenerwerb im Mathematikunterricht der Oberstufe umgesetzt werden können und welche dieser Konzepte in der Mathematik Sinn machen.

## **1 Unterscheidung von vier Fertigkeiten im Spracherwerb**

Sprachkompetenz lässt sich in vier Fertigkeiten, zwei passive – Lesen und Hören und zwei aktive – Sprechen und Schreiben unterteilen. In Analogie zu dieser Einteilung geht auch der moderne Fremdsprachenunterricht vor.<sup>1</sup> Im Englischen spricht man vom four-skills training und auch bei der österreichischen teilstandardisierten Reifeprüfung für Fremdsprachen wird im schriftlichen Teil die Sprachkompetenz entsprechend dieser Einteilung der Sprachfertigkeiten überprüft – die beiden passiven Kompetenzen Lesen und Hören und eine aktive – das Schreiben. Die vierte, aktive Dimension – das Sprechen – ist klarerweise Teil der mündlichen Prüfung. Zieht man noch das Lesen und Verstehen der Aufgabenstellung und die dialogische Komponente mit in Betracht, haben auch Hören und Lesen bei der mündlichen Prüfung ihren Anteil.

Die Einteilung in diese vier Fertigkeiten ist beim Sprachtraining sinnvoll, weil eine Fokussierung auf einen Teilaspekt möglich ist und der Lernfortschritt in einem Teilbereich leichter sichtbar wird, sowohl für die Lehrkraft als auch für den Lernenden. In der Gesamtbetrachtung wäre der Lernfortschritt in der Sprache schwerer nachzuvollziehen. Die Beobachtung des Lernfortschritts ist zentral, da damit mehr Transparenz und auch Feedback zum Lernerfolg möglich wird. Lehr- und Lernmaterialien mit einer Unterteilung in diese vier Fertigkeiten sind im modernen Fremdsprachenunterricht ein Standard und die Trennung in die Teilbereiche ist üblicherweise nicht nur für geschulte Pädagogen erkennbar, sondern auch für die Lernenden selbst, die die meiste Zeit mit den Lernmaterialien arbeiten. Die Stärkung der jeweiligen Fertigkeit in der Sprachbeherrschung braucht unterschiedliche Zugänge im Training und der Kompetenzerweiterung.

## **2 Analogien und Unterschiede im Fremd- und Zweitsprachenerwerb**

Der Vergleich zwischen Fremd- und Zweitsprachenerwerb ist sinnvoll, da nur wenige Lehrkräfte persönlich Erfahrung mit dem Zweitsprachenerwerb haben, aber alle haben eine Fremdsprache gelernt. Bringt eine Lehrkraft die eigene Fremdspracherfahrung ein, lässt sich für diese besser abschätzen, wie ein Zweitsprachenerwerb bei SchülerInnen verläuft.

Fremdsprachenerwerb und Zweitsprachenerwerb nähern sich auf einem fortgeschrittenen Niveau (höher als B1 im europäischen Referenzrahmen<sup>2</sup>) an (Cf. Dieter Wolf, 10.Sept. 2018). Insbesondere

---

<sup>1</sup> Cf. [http://www.oesz.at/download/publikationen/Broschuere\\_interaktiv.pdf](http://www.oesz.at/download/publikationen/Broschuere_interaktiv.pdf) aufgerufen am 25. August 2018.

<sup>2</sup> Cf. <https://europass.cedefop.europa.eu/de/resources/european-language-levels-cefr> aufgerufen am 4. September 2018.

bietet sich im österreichischen Schulsystem hier der Vergleich zwischen Zweitsprachenerwerb mit der Fremdsprache Englisch an, das im Rahmen der Reifeprüfung auf dem fortgeschrittenen Niveau B2+ angeboten wird. (Die zweite Fremdsprache Französisch, Spanisch etc. wird im Rahmen der vierjährigen Ausbildung an der Oberstufe nur bis Niveau B1 geführt.) Beim Zweitsprachenerwerb beleuchtet dieser Text hier den Erwerb von Deutsch als Zweitsprache für im deutschen Sprachraum eingebundene Personen.

Der Fremdsprachenunterricht bewegt sich ab dem Niveau B1 zunehmend weg von einer Aktivität einer gesamten Schulklasse mit kontrolliertem Input und gleichen Informationen und Voraussetzungen für alle. Dieter Wolf nennt in seinem Beitrag für die Qualitäts- und Unterstützungsagentur (Landesinstitut für Schule NRW) diese Form des Spracherwerbs die „institutionalisierte“ Form des Spracherwerbs. Er teilt die verschiedenen Formen des Spracherwerbs auch in Hinblick auf die Zeit, die der Lernende mit der Sprache verbringt - der exposure time - ein. (Dieter Wolf, 10. September 2018) Besonders beim Wechsel von der Unter- zur Oberstufe bricht der kontrollierte und durchorganisierte Fremdsprachenunterricht auf, da eine Durchmischung der Schülergruppen, insbesondere in der BHS der Normalfall ist. Die Lernenden haben mit unterschiedlichen Materialien gearbeitet und kein homogenes Vorwissen, sondern vielmehr gibt es Schnittmengen im Wissensstand. Niveau B1 bedeutet aber auch, dass eine Hinwendung zu Unterrichtsmaterialien und Texten stattfindet, die nicht ausschließlich für Unterrichtszwecke konzipiert wurden, sondern aus Zeitungen, Radiobeiträgen, Podcasts etc. entnommen werden. Es findet ein Wechsel von der geschützten Sprachumgebung hin zur echten Anwendung statt. Lernende einer Zweitsprache sind diesem Umfeld zumeist unvermittelt ausgesetzt und der Spracherwerb verläuft daher weniger kontrolliert. Bildlich gesprochen - der Wissensstand eines Lernenden lässt sich nicht sofort an der Lektion und dem Band des Fremdsprachenlehrwerks, das verwendet wird, festmachen, was ja in der Unterstufe für Englisch (Niveau A1, A2 bis B1) durchaus funktioniert.

Gerade das Englische auf Niveau B1+ hat im Fremdsprachenerwerb eine Veränderung erfahren, die es dem Zweitsprachenerwerb in vielen Punkten näher bringt. Aufgrund der ständig verfügbaren englischsprachigen Quellen in den neuen Medien lässt sich insbesondere für die passiven Fertigkeiten Lesen und Hören bzw. Bildinformationen eine Lernumgebung schaffen, die sich vom klassischen Zweitsprachenerwerb kaum mehr unterscheidet. Lernende von heute können sich per neue Medien den englischsprachigen Sprach- und Kulturraum zu sich nach Hause holen und auch in der Freizeit pflegen. Das Englische hat eine gewaltige Auswahl an Texten, Hör- und Bildmedien in digitaler Form, die das ermöglichen. Selbst Endgeräte lassen es heute standardmäßig zu, die Bedienungsführung in Englisch anzuwählen (auch Taschenrechner!). Dieses Angebot gilt natürlich auch für andere große bzw. dominante Sprachgruppen<sup>3</sup>.

In der aktiven Sprachverwendung, der Produktion von Texten und noch viel stärker in der Handlungsdimension „Sprechen“ bestehen aber weiterhin große Unterschiede zwischen Fremdsprachen- und Zweitsprachenerwerb. Der Fremdsprachengebrauch ist hier bei SchülerInnen auf den Fremdsprachenunterricht beschränkt, wenn man von blogs, messenger-Diensten, e-mails mit fremdsprachigen Bekannten einmal absieht. Der Zweitsprachenerwerb findet für die Mehrheit der Personen im Sprachraum der Zweitsprache statt und schließt damit viel mehr Lebensbereiche mit aktiver Sprachproduktion ein.

---

<sup>3</sup>Bei der Verfügbarkeit von Produkten in einer Sprache ist nicht unbedingt die Größe der Sprachgruppe entsprechend ihrer Anzahl an Sprechern ausschlaggebend, sondern inwieweit eine Käuferschicht gegeben ist. Wirtschaftlich starke Regionen dominieren auch im Sprachbereich.

### **3 Die passive Sprachverwendung – Verstehen von Texten, Hör- und Videobeispielen**

Die Bedeutung von Texten im Sprachunterricht ist zentral. Sie sind eine Quelle von neuen Sprachbausteinen, Phrasen, Strukturen und Begriffen, die über die Alltagssprache im Niveau hinausgehen. Sie sind also eine Möglichkeit, gezielt Sprachschatzerweiterung im Unterricht zu betreiben. Ähnliches gilt für Video- und Hörmaterial, sofern seine Ausrichtung auf Informationsweitergabe und Erklärung von Sachzusammenhängen gegeben ist. Dieses dokumentarische bzw. informative Material unterscheidet sich von der Alltagssprache in seinen Strukturen und der Dichte an dargebotenen Informationen. Das Verstehen und den Umgang mit solchen Materialien gilt es, in der Oberstufe zu trainieren und führt Lernende hin zu einem Sprachniveau, das sich von der vertrauten Alltagssprache abhebt. Ziel ist hier Sprache für verschiedenste Anwendungssituationen im Beruf und der Weiterbildung zu erlernen. Die Bedeutung von Textmaterial als „Sprachquelle“ gilt für Deutsch als Muttersprache, wie auch als Zweitsprache. Zum Vergleich, beim Fremdsprachenerwerb drehen sich an dieser Stelle die Kompetenzniveaus Fachsprache und Alltagssprache um: oft haben Lernende einer Fremdsprache viel höhere Kompetenzen im Bereich der Fachsprache als der Alltagssprache. Zum Beispiel fällt es Lernenden einer Fremdsprache viel leichter, eine renommierte Zeitung mit komplexen Sprachstrukturen zu verstehen, als den Kontext eines Boulevardblatts, weil dieses nicht ihrer Spracherfahrung aus dem Unterricht entspricht.

### **4 Die aktive mündliche Sprachanwendung**

Noch viel weitgreifender ist der Unterschied zwischen Fremd- und Zweitsprachenerwerb in der Sprechsituation. Der Lernende einer Fremdsprache ist zumeist einer „überpräzisen“ mündlichen Sprache mit vollständigen Sätzen und einer Wortwahl fern der Umgangssprache ausgesetzt. Lernende einer Fremdsprache, wie zum Beispiel dem Englischen, haben somit weniger Probleme die Ansprache eines britischen Politikers zu verstehen, als die Konversation zwischen Kunde und Verkäufer in einer kleinen englischen Landbäckerei. Die letztere Erfahrung machen Lernende einer Fremdsprache zumeist das erste Mal im Zuge eines Sprachaufenthalts im Ausland. Beim Zweitsprachenerwerb sind Alltagsgespräche ein Teil der Spracherfahrung, wobei auch hier Einschränkungen aufgrund des familiären und schulischen Umfelds gelten. Es kommt meist zu einer Aufteilung der Themen und Sprechsituationen, die in der Erst- bzw. in der Zweitsprache stattfinden. Die Trennung wird zumeist von den Betroffenen nicht wahrgenommen und auch nicht aktiv beeinflusst. Die Zweitsprache kommt aber im familiären Umfeld bereits zu einem höheren Anteil vor, sobald bereits zwei oder drei Generationen einer Familie im Land der Zweitsprache leben. (Bernt Ahrenholz, Diana Maak, 2013. 38-45)

### **5 Die Bedeutung von Textarbeit im Mathematikunterricht**

SchülerInnen mit Zweitsprache Deutsch in der Oberstufe sind zumeist fest verankert in der Alltagssprache aber die Fachsprache sowie deren komplexe Satzstrukturen und Begriffsbildungen sind eine Herausforderung für sie. Dieser Herausforderung kann verstärkt mit Textarbeit begegnet werden, da das eine Möglichkeit ist, Sprache mit einer höheren Dichte an Informationen, somit geringerer Redundanz, in den Unterricht zu bringen. Mathematik und seine Texte reizen hier die Grenzen zu möglichst hoher Informationsdichte auf kleinem Raum aus. Insofern kommt der Mathematik eine besondere Bedeutung, wie auch Aufgabe zu. Die hohe Informationsdichte der Texte findet sich im Alltag auch in Bedienungsanleitungen, Beipackzetteln von Medikamenten und ähnlichem. Mathematik muss also auch aktive Sprachförderung treiben und die Kultusministerkonferenz in Deutschland stellt in ihrer Abhandlung *Das Bildungswesen in der*

Bundesrepublik Deutschland 2013/2014 fest, dass Sprachförderung „Aufgabe aller Lehrkräfte und aller Fächer [...] ist. Sprachunterstützende Maßnahmen sollen in allen Schulformen und auf allen Schulstufen durchgeführt werden, wenn entsprechender Bedarf besteht“ (KMK 2015.251). Zieht man Fachsprache in Betracht, besteht der Bedarf an sprachfördernden Maßnahmen immer, unabhängig, ob Deutsch Zweit- oder Muttersprache ist. Diesem Anspruch werden auch zunehmend Lehrwerke für Mathematik gerecht. Ein Blick in das erste Kapitel *Mathematik verstehen 1* macht klar, dass es hier um mehr als um die Arbeit mit Zahlen geht. Bilder finden Einsatz zur Verdeutlichung von Begriffen (Bernhard Salzger et al. 2014. 7). Es bedarf wenig Anstrengung, um in anderen Lehrwerken ebenfalls fündig zu werden. *Genial! Mathematik 4* für 14-jährige enthält zum Beispiel längere Geschichten und Texte (Rudolf Beer et al. 6. Aufl. 2016. 136-140, 200-204).

### Das bin ich – mein Steckbrief

**3** Mein Name ist \_\_\_\_\_  
 Mein Geburtstag ist am \_\_\_\_\_  
 Diese Farbe gefällt mir am besten: \_\_\_\_\_  
 Am liebsten esse ich \_\_\_\_\_  
 Ich spreche folgende Sprachen: \_\_\_\_\_  
 Das ist mein Lieblingstier: \_\_\_\_\_  
 Dieses Lied gefällt mir am besten: \_\_\_\_\_  
 Das ist mein liebstes Buch: \_\_\_\_\_  
 Dieser Film hat mich begeistert: \_\_\_\_\_

**4** Hier sind einige Merkmale aufgelistet. Streiche durch, was nicht zutrifft!  
 ☺ Meine Augen sind blau/braun/grau/grün  
 ☺ Ich trage eine/keine Brille oder Kontaktlinsen  
 ☺ Meine Haarfarbe ist braun/blond/brünett/rot/schwarz  
 ☺ Ich trage eine/keine Zahnsperre  
 ☺ Ich habe/habe keine Löcher für Ohrringe

**5** Was machst du gern in deiner Freizeit? Wähle drei Lieblingsbeschäftigungen aus!  
 Lesen       Musik hören       Fußball spielen       Fernsehen  
 Chatten       am PC spielen       Radfahren       Bummeln  
 Spazieren       Musik machen       Wandern       Chillen  
 \_\_\_\_\_       \_\_\_\_\_       \_\_\_\_\_       \_\_\_\_\_

**6** Suche einen Mitschüler oder eine Mitschülerin aus und messt euch gegenseitig ab!  
 Trage die ermittelten Maßzahlen ein!  
 Ich bin \_\_\_\_\_ cm groß und \_\_\_\_\_ kg schwer.  
 Meine Spannweite beträgt \_\_\_\_\_ cm.      Meine Elle ist \_\_\_\_\_ cm lang.  
        
 Mein Fuß ist \_\_\_\_\_ cm lang.      Meine Schrittlänge beträgt \_\_\_\_\_  
      

Abb. 1: Sprache und Zahlen sowie Bilder und Zahlen im Einklang (Bernhard Salzger et al. 2014. 7)

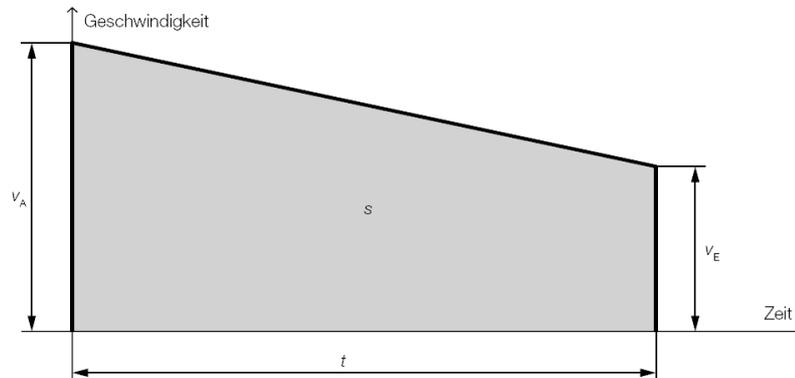
Insbesondere bei in Österreich aufgewachsenen SchülerInnen mit Zweitsprache Deutsch wird die Mathematik direkt mit der Zweitsprache assoziiert. Die Fachsprache zum Betreiben der Mathematik fehlt meist gänzlich in der Erst- bzw. Muttersprache aufgrund der Sozialisierung im österreichischen Schulsystem. Es gibt kaum einen Bezug zwischen der Mathematik und der Erstsprache.

Nicht unähnlich dem Fremdsprachenunterricht auf fortgeschrittenem Niveau, ist es auch in Mathematik notwendig, bei der Arbeit mit herausfordernden Texten das Vertrauen der Lernenden in ihre eigenen Fähigkeiten zu stärken. Im Fremdsprachenunterricht und in der Prüfungssituation sind Textverständnisaufgaben Standard. Zum Lösen dieser Aufgaben ist zentral, dass Lernende mit unbekanntem Begriffen und Textbausteinen umgehen lernen und trotzdem die Aufgaben lösen, obwohl für sie kein absolutes Textverständnis gegeben ist. Zumeist lässt sich Unbekanntes aus dem Text erschließen, Voraussetzung ist jedoch genügend Vertrauen in die eigenen Kompetenzen und selbstverständlich dürfen die unbekanntem Anteile ein gewisses Maß nicht übersteigen. In diesem Zusammenhang steht auch das Ergebnis einer Studie, das zeigt, dass KandidatInnen mit höheren Selbstvertrauenswerten besser in der Testsituation abschneiden, als jene mit niedrigeren Selbstvertrauenswerten (Eva Sattlberger, Jan Steinfeld, 2018). KandidatInnen mit hohem Selbstvertrauen lassen sich weniger leicht abschrecken und versuchen Aufgaben zu lösen, oftmals unter Annahme von Sachzusammenhängen über deren Richtigkeit sie nicht ganz sicher sind.

Die zuvor abgebildete Seite aus *Mathematik Verstehen 1* von Bernhard Salzger zeigt aber, dass Lehrbücher in ihrem Anspruch Wissen zu transportieren, einen Weg gehen, der so bei Prüfungsaufgaben nicht gegeben ist – im Lehrbuch wird sofort die Erklärung von komplexen Begriffen mitgeliefert, hier in Form von Bildern. Spätestens in der Oberstufe braucht es beides, Aufgaben die den Wortschatz und die Kenntnis von Fachbegriffen ausbauen und Aufgaben, die den Lernenden zwingen, sich mit einem Text länger zu befassen und sich daraus Begriffe zu erschließen oder auch dazu zwingen das Formelheft mit seinen Informationen als Hilfsmittel heranzuziehen. Vor allem braucht es aber auch bei den KandidatInnen in der Prüfungssituation den Mut, Unbekanntes zu ignorieren und den Fokus auf für die Lösung relevante Textteile zu legen. Im Fremdsprachenunterricht akzeptieren SchülerInnen wie LehrerInnen, dass in der Unterrichtsarbeit und in der Prüfungssituation mit Texten gearbeitet wird, die unbekanntes Wortmaterial enthalten. Sei man noch so gut vorbereitet auf eine Leseverständnisprüfung, die Texte werden mit großer Wahrscheinlichkeit Unbekanntes enthalten. Lernende wie auch Lehrende können niemals den Wortschatz einer Sprache vollständig beherrschen. Sie können aber Strategien entwickeln, Texte zu verstehen und mit diesen zu arbeiten, obwohl sie über ihrem abgesicherten Sprachniveau liegen. Diesen Zugang braucht es auch im Mathematikunterricht. SchülerInnen müssen lernen sich nicht nur auf vertrauten Pfaden zu bewegen.

Ein Beispiel aus der Reifeprüfung für Angewandte Mathematik 2015/16 zeigt, dass Ausblenden von Unbekanntem eine erfolgreiche Strategie sein kann (BMBWF Hrsg., 2018).

- c) Ein Fahrzeug fährt durch einen Bereich, der durch eine Section-Control überwacht wird. Seine Geschwindigkeit nimmt auf diesem Streckenabschnitt linear ab.



Die Endgeschwindigkeit  $v_E$ , die Fahrzeit  $t$  und der zurückgelegte Weg  $s$  sind bekannt.

- Erstellen Sie eine Formel zur Berechnung der Anfangsgeschwindigkeit  $v_A$  des Fahrzeugs:

$v_A =$  \_\_\_\_\_ [1 Punkt]

Abb. 2: aus ÖMG 50: 2017. 37, Graphik: BMBWF, 2018.

KandidatInnen konnten hier durchaus erfolgreich sein, auch wenn sie mit dem Begriff Section-Control nicht vertraut waren. Zentrale Informationen enthalten eigentlich nur die Grafik und die Textzeilen darunter. Wer sich „traute“ Unbekanntes beiseite zu schieben und Parallelen zu Vertrautem, wie etwa einem Trapez zu ziehen, war eher erfolgreich. Dieter Hebenstreit und Martin Hofer haben dieses Beispiel ausführlich untersucht. Die Lösungsquote in der Prüfungssituation mit 32,4% war niedrig (ÖMG 50: 2017. 37, Graphik: BMBWF, 2018). Training im Umgang mit unbekanntem Begriffen ist sicher nicht immer der Weg zum Erfolg, aber ein kleiner Beitrag KandidatInnen zu motivieren, ein Beispiel doch zu probieren. Genau diese Strategien brauchen AbsolventInnen dann auch in der Arbeitswelt, denn auch dort wird nicht alles vertraut sein.

Das Lehrbuch *Ingenieurmathematik 1* greift das Beispiel auf und verwendet es um den Unterschied zwischen arithmetischen und harmonischen Mittel herauszuarbeiten (Wolfgang Timischl et Gerald Kaiser, 2017. 221). Diese theoretische Aufarbeitung des Beispiels wird seinem Anspruch zur Einführung und Vermittlung neuer mathematischer Zusammenhänge gerecht. In der Prüfungssituation haben die KandidatInnen jedoch die Strategie des „Ausprobierens“ gewählt. Sie haben die aufgewendete Zeit für die erste Hälfte und dann für die zweite Hälfte der befahrenen Strecke berechnet und addiert. Diese Summe haben sie dann mit der aufzuwendenden Zeit für die Gesamtstrecke bei gleichbleibender Geschwindigkeit verglichen. Die Argumentation mit dem harmonischen Mittel war für die Kandidaten in der Prüfungssituation nicht die erste Wahl, „Probieren“ und Vergleichen hingegen schon.

### Beispiel 4.100: Harmonisches Mittel

A B D

**Section Control:** Ein Autofahrer fährt durch einen Tunnel von 8 km Länge. Im Tunnel besteht eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 100 km/h. Dies wird nur durch Messung der Durchschnittsgeschwindigkeit im Tunnel überwacht. Dabei wird die Zeit gemessen, die ein Fahrzeug für das Durchfahren des Tunnels braucht. Aus dieser Zeit und der Tunnellänge wird die Durchschnittsgeschwindigkeit errechnet, die höchstens 100 km/h sein darf. Der Autofahrer war nachlässig und fuhr auf der ersten Hälfte der Tunnelstrecke mit 120 km/h. Um dies auszugleichen, verringert er auf der zweiten Hälfte seine Geschwindigkeit auf 80 km/h. Prüfe, ob dies ausreicht.

#### Lösung

Die Fahrzeit ist für eine bestimmte Wegstrecke indirekt proportional zur Fahrgeschwindigkeit:  $t = \frac{s}{v}$ .

Der PKW-Fahrer benötigt  $\frac{4 \text{ km}}{120 \text{ km/h}} = \frac{4}{120} \text{ h}$  für die erste Tunnelhälfte und  $\frac{4 \text{ km}}{80 \text{ km/h}} = \frac{4}{80} \text{ h}$  für die zweite Tunnelhälfte, insgesamt somit die Zeit  $\frac{4}{120} \text{ h} + \frac{4}{80} \text{ h}$ . Dies ergibt wegen  $v = \frac{s}{t}$  eine mittlere oder durchschnittliche Geschwindigkeit auf der Tunnelstrecke von 8 km:

$$\frac{8}{\frac{4}{120} + \frac{4}{80}} = \frac{8}{4 \cdot \left(\frac{1}{120} + \frac{1}{80}\right)} = \frac{2}{\frac{1}{120} + \frac{1}{80}} = 96 \text{ km/h.}$$

Damit gibt es kein Strafmandat für den Autofahrer. Wir haben also 2 (= Anzahl der Teilstrecken) durch die Summe der Kehrwerte der beiden Geschwindigkeiten dividiert.

Wesentlich ist, dass die beiden Teilstrecken, auf die sich die Geschwindigkeiten beziehen, *gleich lang* sind. Man spricht hier vom **harmonischen Mittel** der beiden Geschwindigkeiten 120 km/h und 80 km/h.

Nicht richtig ist es, hier für die Durchschnittsgeschwindigkeit das arithmetische Mittel der beiden Geschwindigkeiten zu wählen:

$$\bar{x} = \frac{1}{2} \cdot (120 + 80) = 100 \text{ km/h.}$$

Abb. 3: Section Control – Zusammenhänge werden ausführlich erläutert (Wolfgang Timischl et Gerald Kaiser, 2017. 221)

## 6 Hörbeispiele und Videos im Mathematikunterricht? Macht das Sinn?

Hörbeispiele und Videos sind kein zentrales Thema für den Mathematikunterricht. Auch sind sie weniger beachtet im Zweitspracherwerb, da die Lernenden unterschiedliche Gesprächspartner in der Zweitsprache im Alltag erleben. Beim Fremdspracherwerb ist der Personenkreis der „Sprecher“ extrem eingeschränkt oder ist überhaupt nur an einen einzelnen SprachlehrerIn gekoppelt. Hier machen viele verschiedene Audio- und Videoquellen mit unterschiedlichsten Sprechern und Dialektinflüssen Sinn. Trotzdem, verdienen Hör- und Videoquellen deutlich mehr Beachtung, als sie das heute im Mathematikunterricht bekommen. Die Methode des flipped-classroom zeigt einen Weg auf, um diese Quellen in den Unterricht zu holen.<sup>4</sup> SchülerInnen nutzen in großem Umfang neue Medien und was einmal die Bedienungsanleitung war, ist heute das YouTube Video. SchülerInnen holen sich Hilfe und Erklärungen über das Internet und gut gemachte Videos haben eine niedrigere Einstiegsschwelle durch die Bildunterstützung als Texte. Diese Vorteile von Videos gegenüber Texten lassen sich durchaus im Mathematikunterricht nutzen. Im Internet ist eine Reihe von Lernmaterialien verfügbar, die ausgezeichnetes Bildmaterial mit präzise eingesetzter Fachsprache vereinen. Gerade beim Ansatz des flipped-classroom kommt das Video mit der Zweitsprache (Deutsch) im Handy des Schülers mit nach Hause ins Umfeld der Erstsprache. Die Zeit in der die Zweitsprache in Verwendung ist, wird damit erhöht und ein neuer Zugang eröffnet. Die Beherrschung einer Sprache hängt direkt davon ab, in welchem Umfang sie regelmäßig verwendet wird und auch wie vielseitig die Anwendungssituationen für die Sprache sind. Videos helfen diese Vielseitigkeit in

<sup>4</sup> Cf. <https://ctl.yale.edu/FlippedClassroom> aufgerufen am 16. September 2018.

der Sprachanwendung zu erweitern. Insbesondere die Kompetenzen bei den aktiven Fertigkeiten, Sprechen und Schreiben, nehmen rapide ab, wenn eine Sprache nicht oder in geringem Umfang verwendet wird und das gilt sowohl für die Erst- wie auch die Zweitsprache und natürlich auch für erlernte Fremdsprachen.

## 7 Aktive Sprachproduktion – Sprechen und Schreiben

Selbst wenn die Vorbereitung auf schriftliche Prüfungen oftmals das Hauptthema im Mathematikunterricht ist, so muss auch das Sprechen trainiert werden. Sprechen hilft als Vorübung für die Verschriftlichung von Argumenten. Das Formulieren von Argumentationslinien braucht in der Schulsituation weniger Unterrichtszeit in mündlicher als schriftlicher Form. Sprechen kann also auch helfen, Unterrichtszeit für weitere Übungen zu gewinnen. Inwieweit eine mündliche Formulierung auch beim Schreiben hilft, hängt vom Lerntyp ab. Personen, die stark auditiv veranlagt sind, „sprechen“ im Kopf beim Schreiben und Lesen mit. Für diese Lerner sind die mündliche Übung und das Sprechen besonders wichtig.

In den MINT Fächern bieten sich Experimente zum Beschreiben von Zusammenhängen an. Dazu ein Textbeispiel aus einem Mathematikbuch, das einen Anstoß zum Experimentieren liefert:

In großer Entfernung sieht man die beiden Scheinwerfer eines PKW als einen einzigen Lichtfleck. Erst wenn die vom Auge eines Beobachters zu den beiden Scheinwerfern gezogenen Strahlen einen Winkel von etwa einer Bogenminute ( $1/60^\circ$ ) einschließen, erkennt dieser zwei Scheinwerfer. Ermittle, in welcher Entfernung dies eintritt, wenn die Scheinwerfer eines PKW einen Abstand von 1,50 m haben. (Wolfgang Timischl et Gerald Kaiser, 2017. 150. Bsp. 3.89)

Ein Experiment mit wenig Aufwand, wäre SchülerInnen aufzufordern, selbst Beobachtungen anzustellen, aufzuschreiben und dann im Unterricht nachzurechnen. Das Magazin *Science in School* bietet zum Beispiel ein Experiment zum Berechnen der Auflösung des menschlichen Auges an (Günther KH Zupanc 37: 2016. 29-33). Das Experiment passt zum Thema Winkelfunktionen und findet sich auch in ähnlicher Aufgabenstellung in der obigen Textaufgabe wieder. Im Sinne des Sprachtrainings muss nach der Durchführung des Experiments eine Phase der Sprachproduktion einsetzen. Das kann mündlich sein, indem SchülerInnen in Partnerarbeit noch einmal das Experiment und dessen Ablauf in Worte fassen oder auch schriftlich als Individualarbeit. Bei der mündlichen Version bietet sich auch das Handy als Coach an und SchülerInnen können von sich oder ihrem Partner Tonaufnahmen machen und diese gegebenenfalls noch einmal verbessern (Hilde Kletzl, 2017. 41-46). SchülerInnen erkennen rasch Verbesserungsmöglichkeiten, wenn sie die Tonaufnahme zu ihrem Statement noch einmal abspielen. Eine zweite verbesserte Version kann dann der ersten Tonaufnahme schnell nachfolgen.

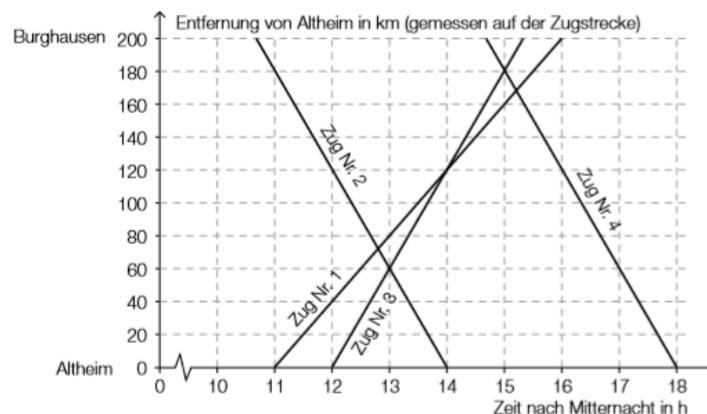
Bei schriftlichen Prüfungen in der Mathematik ist die Handlungsdimension Argumentieren eine besondere Herausforderung für Prüflinge. Diese Dimension setzt dort an, wo der klassische ergebnisorientierte Mathematikunterricht aufhört. Die Argumentation setzt die Kenntnis von Fachsprache und auch die im Kontext eines Beispiels verwendete Sprache voraus. Im Vergleich zur passiven Sprachdimension greift die aktive Verwendung von Sprache viel tiefer und setzt eine weitreichendere Kenntnis voraus, die erst eine aktive Anwendung ermöglicht. Wieder hilft hier der Vergleich zum Fremdsprachenerwerb – das Verstehen einer Phrase oder eines Wortes in einem Text ist der erste Schritt, er bedeutet aber nicht, dass der Lernende die richtige Konnotation, Kollokation etc. eines Wortes oder Phrase kennt. Bei der aktiven Verwendung kommen aber diese Aspekte ins Spiel. Die Kollokation betrifft die „Platzwahl“ von Worten, das heißt Worte kommen mit bestimmten Nachbarn in Zusammensetzung häufiger vor und mit anderen gehen sie keine Verbindung ein. Es gibt hier viele Freiheiten in der Sprache, aber auch Einschränkungen und bei einer Deplatzierung kommt es zu Irritationen beim Lesen bis hin zum kompletten Unverständnis. Im Deutschen sind zum Beispiel

die Vorsilben maßgeblich für die Bedeutung eines Wortes – Umsicht, Vorsicht, Nachsicht, Weitsicht, Hinsicht, Durchsicht etc.<sup>5</sup> Bei der Kollokation funktioniert bei diesen Beispielen mit „Sicht“ jene mit dem Adjektiv „groß“ nur für die ersten vier. „Große Hinsicht“ und „große Durchsicht“ sind ungewöhnliche Kollokationen. Worte werden auch oft in stehenden Phrasen und standardmäßigen Kollokationen verwendet – nach Durchsicht der Unterlagen, in Hinsicht auf ... Leser und Zuhörer haben eine Erwartungshaltung in Hinblick auf die Verwendung von Worten und ihren „Nachbarn“. Das erklärt auch, wieso Wortfetzten, die wir von einem Gespräch mitbekommen ausreichen können, um auf den gesamten Inhalt zu schließen. Dieser Bereich der Sprachkompetenz wird in der aktiven Sprachproduktion spürbar, muss aber über das passive Lesen und Hören antrainiert werden. Die vier Fertigkeiten greifen also beim Spracherwerb ineinander und die passiven Fertigkeiten Textverständnis und dem Verstehen gesprochener Sprache folgen die aktiven Kompetenzen. Argumentationsstarke SchülerInnen müssen die verwendeten Sprachwerkzeuge zuvor bei der Textarbeit erlernt haben.

Interpretieren von graphischen Darstellungen ist in der Mathematik ein weiteres zentrales Thema. Die Interpretation kann sich zweierlei darstellen: Es kann einerseits ein direktes Ausdrücken der in der Graphik dargestellten Zusammenhänge mit Formeln oder Ablesen von Daten gefordert sein. Im letzteren Fall tritt die sprachliche Komponente zurück und es wird direkt in der „Sprache der Mathematik“ gearbeitet. Es kann aber auch eine sprachliche Ausformulierung der in der Graphik dargestellten Zusammenhänge gefordert sein. Hier eignet sich im Unterricht ein mündliches Formulieren.

### Eisenbahn

In der nachstehenden Abbildung ist ein sogenannter Bildfahrplan für Züge zwischen Altheim und Burghausen dargestellt. Die Züge fahren dabei – vereinfacht betrachtet – mit konstanter Geschwindigkeit.



- a) Zug Nr. 3 fährt um 12:00 Uhr in Alheim ab.  
 Zug Nr. 4 fährt um 14:40 Uhr in Burghausen ab.  
 Auf der Fahrt zu ihren Zielbahnhöfen begegnen die beiden Züge einander. [1 Punkt]
- 1) Lesen Sie aus dem obigen Bildfahrplan ab, wann und wie weit von Burghausen entfernt die beiden Züge einander begegnen. [1 Punkt]
- b) 1) Argumentieren Sie, dass die Züge Nr. 2 und Nr. 4 mit der gleichen Geschwindigkeit fahren. [1 Punkt]

Abb. 4: Bildfahrplan (BMBWF 2017/18)

<sup>5</sup> Die Wortfamilie von „Sicht“ haben auch schon Hoffmann & Hoffmann zur Grundlage ihres Liedtextes gemacht. Cf. Germany Eurovision 1983 Hoffmann & Hoffmann, Rücksicht

Interpretieren von Graphiken ist eine Fähigkeit, die auch außerhalb der Mathematik gefordert wird und somit anwendungsorientiert ist. Hier sind die Grenzen zwischen konstruierten und anwendungsorientierten Beispielen aber fließend. Die im folgenden Beispiel gewählte Darstellungsform kann keine komplexen Sachverhalte abbilden, die in der echten Anwendung bei logistischen Verkehrsplanungen üblicherweise auftreten. Die Darstellung ist bereits bei mehr als vier Verkehrsteilnehmern überfrachtet und moderne verkehrsplanerische Anwendungen finden sicher nicht das Auslangen mit nur vier Komponenten.

Vor allem die entgegengesetzt fahrenden Züge in einer Abbildung vereint, fördern beim Interpretieren Verwechslungen und damit ist dieses Diagramm in der realen Anwendung zu fehleranfällig. Dieser Bildfahrplan wird daher auch nicht für Fahrgäste verwendet.

Auch sprachliche Feinheiten machen Verwechslungen leicht möglich, wie das folgende Beispiel zeigt.

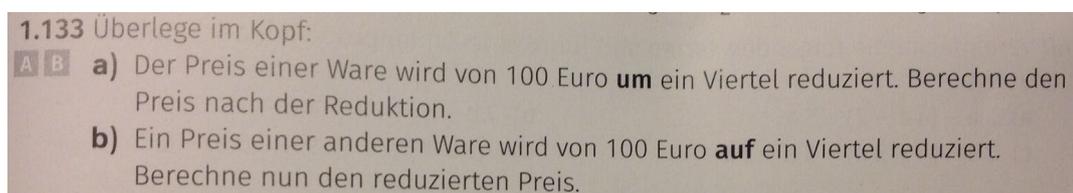


Abb. 5: **um** und **auf** machen den Unterschied (Wolfgang Timischl et Gerald Kaiser, 2017. 51)

Als Übungsbeispiel mit fettem Druck durchaus sinnvoll, bietet es einen guten Anstoß für Diskussionen. In der Prüfungssituation wird dem Kandidaten hingegen extrem präzises Lesen und Textverstehen abverlangt. Fair, weil es Verwechslungen ausschließt, wäre in der Prüfungssituation folgende Fragestellung: 100 € mal 0,75 - interpretiere, inwiefern sich der ursprüngliche Preis von 100 € verändert hat. – Die Aufgabenstellung ist offen in Hinblick auf die Beantwortung und der Prüfling kann selbst seine Argumentationslinie festlegen, würde aber von einer Vorübung wie oben profitieren. Die an den Prüfling gestellten Anforderungen sind aber auch komplexer.

## 8 Resümee

Das Niveau der Sprachbeherrschung hängt vom Zeitumfang in der eine Sprache Verwendung findet und von der Vielseitigkeit der Anwendungssituationen ab. Im Zweitsprachenerwerb kommt der Verwendung im schulischen Kontext besondere Bedeutung zu, da im außerschulischen Kontext auch Zeit auf weitere Sprachen entfällt. Es handelt sich hier um eine Art Wettbewerb in der Aufteilung an Zeit und Verwendung. Ein Mehr an Zeit in der eine Sprache aktiv verwendet wird, bedingt aber nicht alleine eine Steigerung im Sprachniveau. Sprache muss Verwendung in verschiedensten Kontexten finden und diese können im schulischen Kontext in allen Unterrichtsfächern angeboten werden. Die einzelnen Fächer können oftmals für ihre Zwecke spezielle sprachliche Anwendungen anbieten. Die Aufgabe einer aktiven Sprachförderung kommt daher allen Unterrichtsfächern und selbstverständlich auch der Mathematik zu.

## Literatur

- Ahrenholz, Bernt, Diana Maak. (2013) Zur Situation von SchülerInnen nicht - deutscher Herkunftssprache in Thüringen unter besonderer Berücksichtigung von Seiteneinsteigern Abschlussbericht zum Projekt „Mehrsprachigkeit an Thüringer Schulen (MaTS)“, durchgeführt im Auftrage des TMBWK. Band1. 2. Aufl. [www.daz-portal.de](http://www.daz-portal.de). Aufgerufen am 14. September 2018.
- Beer, Rudolf, Astrid Chelly, Petra Ilias, Susanna Jilka, Christina Steffan, Gordan Varelija. 6. Aufl. (2016) *Genial! Mathematik 4: Lehr- und Arbeitsbuch für die 4. Klasse*. Wien, Lemberger.
- BMBWF Ed. Haupttermin 2015/16 – Teil A Angewandte Mathematik BHS Cluster 2. [www.srdp.at/schriftliche-pruefungen](http://www.srdp.at/schriftliche-pruefungen) aufgerufen am 20. August 2018.
- BMBWF Ed. Haupttermin 2017/18 – Teil A Angewandte Mathematik HTL 2. [www.srdp.at/schriftliche-pruefungen](http://www.srdp.at/schriftliche-pruefungen) aufgerufen am 20. August 2018.
- Hebenstreit, Dieter, Martin Hofer. Heft 50. (2017) Standardisierte kompetenzorientierte schriftliche Reifeprüfung in Angewandter Mathematik an BHS – Analysen und Erkenntnisse aus dem ersten Haupttermin 2015/16. *Schriftreihe zur Didaktik der Mathematik der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft (ÖMG)*. Wien: ÖMG. 29-42.
- Kletzl, Hilde. (2016) 1:1 Pedagogy – Smartphones und Tablets auch im Unterricht? *Ph.script 10*. 41-46.
- Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland Ed. (2015) *Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland 2013/2014: Darstellung der Kompetenzen, Strukturen und bildungspolitischen Entwicklungen für den Informationsaustausch in Europa*. Bonn, KMK.
- Salzger, Bernhard, Judith Bachmann, Andrea Germ, Barbara Riedler, Klaudia Singer, Andreas Ulovec. (2014) *Mathematik verstehen 1*. Wien, ÖBV.
- Sattlberger, Eva, Jan Steinfeld. (Vortrag am 6. April 2018) Geschlechtsspezifische Unterschiede in Mathematikleistungen: Welchen Einfluss haben Persönlichkeitseigenschaften auf die Lösungswahrscheinlichkeit von Matura-Aufgaben. *Lehrer/innen/fortbildungstagung 2018*. Wien, Fakultät für Mathematik der Universität Wien.
- Timischl, Wolfgang, Gerald Kaiser. (2017) *Ingenieurmathematik 1*. Wien, Dorner.
- Wolff, Dieter. <https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/angebote/egs/spracherwerbsforschung/> aufgerufen am 10. September 2018.
- Zupanc, KH Günther. Sharp eyes: how well can we really see? – Exploring visual acuity requires not only biological experiments, but also some understanding of the underlying physics. *Science in School: The European journal for science teachers*. Heidelberg: EIROforum.