



**Language for
Mathematics in
Vocational
Contexts**

Sprachbildung für das Mathematiklernen in beruflichen Kontexten: Eine Handreichung für die Dissemination

**Lena Wessel, Susanne Prediger, Andrea Stein,
Monica Wijers und Vincent Jonker**







Dortmund / Arnsberg / Utrecht 2020

www.lamavoc.nrw.de

sima.dzlm.de/bk

Impressum



Projekt-herkunft	 <p>Language for Mathematics in Vocational Contexts</p>	Diese Handreichung wurde entwickelt im Projekt LaMaVoC – Language for Mathematics in Vocational Contexts
Nutzungsrechte		Das Material kann unter der Creative Commons Lizenz BY-SA : Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz weiterverwendet werden. Es basiert auf Forschung und Entwicklung aus dem Projekt LaMaVoC. Alle Bilder sind lizenzfrei.
Finanzierung des Projekts	 <p>Kofinanziert durch das Programm Erasmus+ der Europäischen Union</p>	Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.
Projekt-koordination		Bezirksregierung Arnsberg Projektkoordination durch EU-Geschäftsstelle für Wirtschaft und Berufsbildung des Dezernats 45, Berufskolleg
Beteiligte Institutionen	 	DZLM - Deutsches Zentrum für Lehrerbildung Mathematik Standorte Dortmund, Freiburg, Paderborn Prof. Dr. Susanne Prediger & Prof. Dr. Lena Wessel Utrecht University – Freudenthal Institute Standort Utrecht
23 weitere Institutionen	Aufgeführt unter	https://www.bezreg-arnsberg.nrw.de/themen/l/LaMaVoC_de/projektpartner/index.php
Zitierbar als	Wessel, Lena, Prediger, Susanne, Stein, Andrea, Wijers, Monica & Jonker, Vincent (2020). Sprachbildung für das Mathematiklernen in beruflichen Kontexten: Eine Handreichung für die Dissemination. Dortmund / Arnsberg: DZLM. Verfügbar unter sima-dzlm.de/bk	

Inhaltsverzeichnis der Handreichung

1. Sprachbildung im Mathematikunterricht von Berufskollegs: Warum und was?	3
2. Sprachbildend und berufsbezogen Mathematik lehren – aber wie? Didaktische Prinzipien	11
3. Lehr-Lern-Arrangements zur Umsetzung der LaMaVoC-Ansätze	18
4. Fortbildungen zum Sprachbildenden Mathematikunterricht	34
5. Steuerung von Implementationsprozessen zum Sprachbildenden Fachunterricht	40



1. Sprachbildung im Mathematikunterricht von Berufskollegs: Warum und was ist wichtig?

Susanne Prediger & Lena Wessel

1.1 Ausgangspunkt: Fachliche und sprachliche Heterogenität in Berufsfachschul-Klassen

In den Berufsfachschulklassen B1 und B2 erhalten Jugendliche eine zweite Chance, deren Schulbiographie erst geringen Schulerfolg zu verzeichnen hat: Es sind Jugendliche mit Hauptschulabschluss nach Klasse 9 oder Hauptschulabschluss nach Klasse 10, die keinen Ausbildungsplatz gefunden haben. Trotz dieser Zuordnung nach Schulabschlüssen sind die Klassen durch große Heterogenität geprägt (für einen allgemeinen Überblick zu Heterogenitätsaspekten siehe Leuders & Prediger 2016; speziell für beruflichen Bildung siehe Bojanowski & Ratschinski 2010), nicht nur in ihren fachlichen Leistungen, sondern auch in fachbezogenen und berufsbezogenen Selbstkonzepten, in Familienhintergründen (sozio-ökonomischer Status, Migrationshintergrund, Ausbildung der Eltern u.v.m.), der Sprachkompetenz im Deutschen und ggf. eigener Migrationserfahrung als Neuzugewanderte (Riedl & Simml 2019).

Tabelle 1 zeigt die heterogene Zusammensetzung der Berufsfachschulklassen, die am Projekt LaMaVoC beteiligt waren. Die demographische Heterogenität zeigt sich sowohl in der Alterszusammensetzung (höheres Alter weist auf unterbrochene Schulbiographien hin) als auch bzgl. Migrationshintergrund: 23 % sind selbst zugewandert, 46 % haben zugewanderte Eltern. Die Einsprachigen sind mit 10 % deutlich unterrepräsentiert, die Mehrsprachigen überrepräsentiert. Fast 90 % der Jugendlichen haben mehrsprachige Ressourcen, 50 % sind dreisprachig, wobei Türkisch mit 32 % die am häufigsten gesprochene weitere Sprache darstellt (siehe Tabelle 1.1).

Tabelle 1.1: Heterogenität der Lernenden in den Berufsfachschulklassen des Projekts LaMaVoC

Merkmal	Gruppenbildung		Verteilung
Gesamt (N = 410)	4 Berufskollegs (22 Klassen)		/
Berufsfachschule Typ (n = 403)	Berufsfachschule Typ 1		150 (37,13 %)
	Berufsfachschule Typ 2		253 (62,87 %)
Alter (n = 396)	15 bis 16 Jahre		65 (16,41 %)
	17 bis 18 Jahre		266 (67,17 %)
	19 bis 21 Jahre oder älter		65 (16,41 %)
Migrationshintergrund (n = 384)	Erste Generation (Selbst immigriert)		88 (22,9 2%)
	Zweite Generation (Eltern immigriert)		176 (45,83 %)
	Keine / ab 3. Generation		120 (31,25 %)
Familiensprachen (n = 394)	Anzahl (mit Doppel- nennungen)	Anteil an Ge- samtstichprobe	Anteil an Mehrsprachigen
Einsprachig nur Deutsch	41	10,41 %	/
Mehrsprachig	353	89,6 %	/
davon zweisprachig	159	40,36 %	45,04 %
davon dreisprachig	194	49,24 %	54,96 %
Häufigste Sprachen			
Türkisch	125	31,73 %	35,41 %
Arabisch	56	14,21 %	15,86 %
Kurdisch	37	9,39 %	10,48 %
Polnisch	24	6,09 %	6,79 %
Russisch	14	3,55 %	3,97 %



Tabelle 1.2: Sprachliche und fachliche Heterogenität in 22 Berufsfachschulklassen des Projekts LaMaVoC

Test	Gesamtstich- probe (N = 399) m (SD) der Test-Scores	Sprachlich starke Hälfte (n = 202) m (SD) der Test-Scores	Sprachlich schwache Hälfte (n = 197) m (SD) der Test-Scores
C-Test zur Sprachkompetenz (max. 100 Punkte) (N = 399 Lernende)	71,0 (21,8)	86,41 (5,8)	54,77 (18,8)
Mathematik-Test zur Propor- tionalität (max. 29 Punkte) (n = 179 Lernende)	10,7 (6,7)	13,5 (11,6)	7,92 (9,2)
Mathematik-Test zu Prozenten (max. 30 Punkte) (n = 215 Lernende)	10,8 (10,9)	16,14 (11,4)	11,4 (6,6)

Untersuchungen zur Rolle dieser Faktoren beim Mittleren Schulabschluss in Klasse 10 in Nordrhein-Westfalen haben gezeigt, dass sich die Mehrsprachigkeit und der Migrationshintergrund der Lernenden auf die Mathematikleistung vor allem über ein anderes Merkmal auswirkt, nämlich die Sprachkompetenz im Deutschen mit 14% Varianzaufklärung (Prediger et al. 2015). Konkret bedeutet das: Das sprachlich schwache Drittel der Lernenden schnitt in den Zentralen Prüfungen 10 im Durchschnitt einhalb Noten schlechter ab als das sprachlich starke Drittel (Prediger et al. 2015). Es bedeutet auch, dass nicht nur Neuzugewanderte weiteren Sprachlernbedarf haben, um erfolgreich Mathematik lernen zu können, sondern auch viele Bildungsinländerinnen und -inländer, und zwar sowohl mehrsprachige als auch einsprachige.

Diese fachliche und sprachliche Heterogenität sowie die sprachbedingten Leistungsunterschiede lassen sich auch in den LaMaVoC-Klassen der Berufsfachschule nachweisen: Durchgeführt wurden zwei mathematische Tests und sowie ein C-Test zur Erhebung der bildungssprachlichen Kompetenz. Tabelle 1.2 zeigt, dass der Sprachtest eine enorme Streuung aufweist mit Standardabweichung 21,8 von 100 erreichbaren Punkten. In den zwei mathematischen Tests zur Proportionalität und zur Prozentrechnung, deren Anspruchsniveau über Klasse 7 nicht hinausgeht, erreichten die Lernenden durchschnittlich unter der Hälfte der erreichbaren Punkte. Dies zeigt den enormen Bedarf, weitere mathematische Lerngelegenheiten zu schaffen. Auch hier ist die Streuung immens. Der Vergleich der Mathematikleistungen der sprachlich schwachen und starken Hälfte zeigt jeweils erhebliche Unterschiede. Die sprachbedingten Leistungsunterschiede zeigen sich also auch in diesen nach Schulabschlüssen homogenisierten, aber keineswegs leistungshomogenen Lerngruppen. Nur bei den Neuzugewanderten sind die Zusammenhänge zwischen Mathematikleistung und Sprachkompetenz nicht so stark korreliert, weil einige trotz noch elementarer Sprachkenntnisse sehr hohe mathematische Kompetenzen haben.

Zusammenfassung:

- Lernende in Berufsfachschulklassen bringen sehr heterogene Voraussetzungen mit, sowohl fachlich als auch sprachlich.
- Die Sprachkompetenz korreliert stark mit der Mathematikleistung (außer bei Neuzugewanderten).

Konsequenz:

- Daher lohnt es sich, Sprachbildung in den Mathematikunterricht zu integrieren, um die fachlichen Leistungen zu steigern.



1.2 Sprache als Lernmedium und Lerngegenstand für das Mathematiklernen

Warum hat Sprachkompetenz **als ungleich verteilte Lernvoraussetzung** eigentlich so einen engen Zusammenhang mit der Mathematikleistung? Liegt es vielleicht nur am Lesen der Aufgabentexte? Diese Vermutung wurde sowohl in der MuM-ZP Studie zu den Zentralen Prüfungen 10 widerlegt (Prediger et al. 2015) als auch für die Berufsfachschulklassen: Die Leistungsunterschiede zwischen sprachlich schwachen und sprachlich starken Lernenden sind für Aufgaben mit hohen Lese-Anforderungen nicht größer als für andere Aufgaben. Am größten sind sie immer dann, wenn nicht nur Rechenfertigkeiten erwartet werden, sondern inhaltliches Verständnis für mathematische Konzepte erforderlich sind. Dies deutet darauf hin, dass geringe Sprachkompetenzen im Deutschen den Zugang zum *Mathematiklernen* verstellen, nicht nur dabei, die Leistungen zu zeigen.

Dies lässt sich darauf zurückführen, dass Sprache ein wichtiges **Lernmedium** ist. Gerade in einem so abstrakten Fach wie Mathematik ist die Kommunikation für das Lernen extrem wichtig, ebenso die Sprache als Denkwerkzeug, selbst wenn sie nur mental genutzt wird (Pimm 1987). Die kommunikative und kognitive Funktion von Sprache wird in Abb. 1.3 gegenübergestellt.

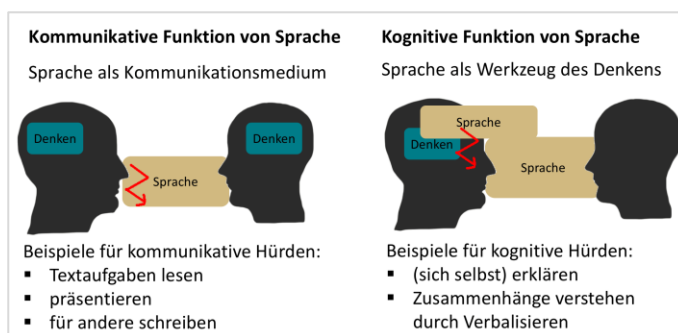


Abb. 1.3: Kommunikative und kognitive Funktionen von Sprache

Wenn Sprache aber ein wichtiges Lernmedium ist, über das nicht alle Lernenden verfügen, dann muss sie auch zum **Lerngegenstand** werden, d.h. alle Jugendlichen sollen die Gelegenheit bekommen, ihre Sprache weiter zu entwickeln. Dies ist keineswegs selbstverständlich, denn oft versuchen Lehrkräfte in bester pädagogischer Absicht, Diskrepanzen zwischen sprachlichen Anforderungen und Sprachkompetenzen der Lernenden zu entschärfen, indem sie die sprachlichen Anforderungen (z. B. in Aufgabentexten oder Schreib-Erwartungen) senken. Tatsächlich müssen die Anforderungen auch stets an die Sprachkompetenzen angepasst werden, um Lernende nicht vollkommen zu überfordern. Jedoch bietet ein rein **defensiver Ansatz** (vgl. Abb. 1.4) keine Lerngelegenheit zur Weiterentwicklung. Im **offensiven Ansatz** dagegen werden die sprachlichen Anforderungen jeweils in der Zone der nächsten Entwicklung gestellt, d.h. nicht zu hoch, aber so, dass eine Weiterentwicklung angeregt wird.

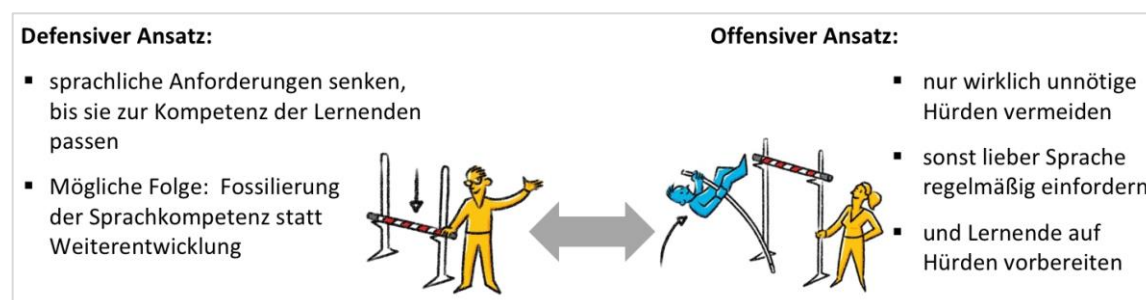


Abb. 1.4: Defensiver und offensiver Ansatz in Bild-Metapher (Prediger 2020)



Sprache wird also dann zum Lerngegenstand, wenn sie immer wieder eingefordert wird (beim Lesen, Schreiben, Sprechen und Zuhören). Je mehr die Lernenden sprechen und schreiben müssen, desto mehr Gelegenheiten haben sie, ihre Sprache zu erproben, Rückmeldungen zu bekommen und zu trainieren. Daher ist erhöhter Sprach-Output *eine* (nicht die einzige) Gelingensbedingung für Sprachlernprozesse. Oft reicht allerdings das **Einfordern** nicht aus, sondern muss mit **Unterstützen** und **sukzessivem Aufbauen** flankiert werden (Prediger 2020). Das bedeutet etwa, wenn Lernende aufgefordert werden, eine Erklärung zu verschriftlichen, können Schreibkonferenzen oder Formulierungshilfen unterstützend wirken.

Das Gebot, Sprache zum Lerngegenstand zu machen, ist offensichtlich für Neuzugewanderte, gilt jedoch auch für Bildungsinländerinnen und -inländer, deren **Alltagssprache** fehlerfrei und fließend ist. Es betrifft dann nicht nur die mathematische **Fachsprache** im engeren Sinne, sondern auch die sogenannte **Bildungssprache**, die zwischen Alltags- und Fachsprache vermitteln kann, wenn sie entsprechend ausgebaut ist (Feilke 2012). Mit Bildungssprache werden die Lernenden sowohl in Texten (Schulbüchern, Tageszeitungen, ...) als auch durch die Sprache der Lehrkraft konfrontiert. Um abstraktere Gedanken formulieren zu können, müssen die Schülerinnen und Schüler Bildungssprache auch selbst sprechen lernen. Während Alltagssprache im unmittelbaren Gespräch viele Auslassungen ermöglicht durch Gesten oder vage Ausdrücke, drückt Bildungssprache vieles **expliziter, verdichteter** und **präziser** aus. Was genau die Bildungssprache ausmacht, wird in der Linguistik noch immer beforscht (Redder & Weinert 2013) und muss im nächsten Kapitel auch für Mathematik in beruflichen Kontexten genauer analysiert werden.

Zusammenfassung:

- Sprache ist wichtiges Lernmedium, gerade beim Aufbau von konzeptuellem Verständnis;
- dazu reicht nicht die Alltagssprache, stattdessen ist eine explizitere, verdichtete, präzisere Bildungssprache notwendig.

Konsequenz:

- bildungssprachliche Kompetenz sollte daher Lerngegenstand im Fachunterricht sein;
- dazu muss mit offensivem Ansatz stets die Zone der nächsten Entwicklung angestrebt werden;
- Sprache soll häufig eingefordert, aber auch unterstützt und sukzessive aufgebaut werden.



1.3 Welche sprachlichen Anforderungen sind relevant?

Sprachmittel und -handlungen für fachliche Lernziele

Weil (Bildungs-)Sprache ein wichtiges Lernmedium in kommunikativer und kognitiver Funktion bildet, ist es wichtig, sie zum Lerngegenstand zu machen. Doch welche sprachlichen Anforderungen genau sind es, die das Mathematiklernen besonders stärken können gerade für den Aufbau von inhaltlichem Verständnis?

Nehmen wir das Beispiel Umrechnen von Einheiten: Das Umrechnen von z. B. Dezimeter in Millimeter ist eine wichtige Rechenfertigkeit für viele Berufe, die auch in der Berufsfachschule noch einmal gesichert werden muss. Die Umrechnungsregel lautet:

Um Dezimeter in Millimeter umzurechnen, muss man mit dem Faktor 100 multiplizieren.

Lernende würden vielleicht eher formulieren:

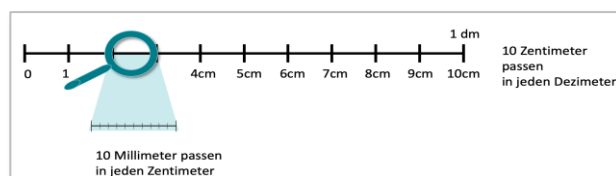
Wenn ich Dezimeter in Millimeter umrechnen will, dann nehme ich mal 100.

Eine Spracharbeit daran, dass alle Lernenden die Vokabeln Faktor und multiplizieren in den aktiven Wortschatz aufnehmen und damit das *Erläutern des Rechenwegs* auch formalbezogen ausdrücken, ist möglich, wird aber zum fehlerlosen Rechnen wenig beitragen.

Anders verhält es sich, wenn nicht nur *Rechenfertigkeiten*, sondern auch *inhaltliches Verständnis* erarbeitet werden soll, denn nur wenn auch dieses fachliche Teilziel erreicht wird, können sich die Lernenden die Umrechnungsregeln nachhaltig und ohne Fehler merken.

Denn um den Umrechnungsfaktor zu verstehen, müssen sich die Lernenden die Beziehungen der Einheiten klarmachen. Dazu ist (wie für den Aufbau inhaltlichen Verständnisses immer) die Sprachhandlung *Erklären von Bedeutungen* zentral. Die dafür notwendigen Sprachmittel sind nicht aus dem formalbezogenen Sprachschatz, der klassisch als Fachsprache betrachtet wird, sondern gehören zu den sogenannten bedeutungsbezogenen Sprachmitteln (Wessel 2015; Pöhler & Prediger 2015), die sich für den Aufbau von inhaltlichem Verständnis als besonders wichtig herausgestellt haben:

In 1 Dezimeter passen 10 Zentimeter,
in 1 Zentimeter passen 10 Millimeter,
pro Dezimeter brauche ich also 100 mm.
Bei 3 dm brauche ich also $3 \cdot 100$ mm.



Die Satzbausteine „pro ... brauche ich“ und „in ... passen“ tragen die mathematisch bedeutsame

Vorstellung des Ausmessens und müssen den meisten Lernenden explizit angeboten werden, bevor sie sie aktiv selbst nutzen können. Denn sie gehören oft eher zur Bildungs- als zur Alltagssprache und sind daher nicht allen Lernenden geläufig. Ihre Bedeutung wird durch die Anknüpfung an die graphische Darstellung des Zahlenstrahls etabliert. Auch diese graphische Darstellung gehört daher zu den wichtigen bedeutungsbezogenen Sprachmitteln.

Abb. 1.5 zeigt eine Planungstabelle, mit der man ähnlich wie in diesem Beispiel stets diejenigen sprachlichen Anforderungen identifizieren kann, die fachlich für das jeweilige Lernziel relevant sind. Für die Auswahl dessen, was im sprachbildenden Unterricht thematisiert werden sollte, sind daher immer drei Fragen wichtig:

- Welche fachlichen Lernziele sollen in der Stunde verfolgt werden?
- Welche Sprachhandlungen müssen die Lernenden dazu ausführen?
- Welche Sprachmittel brauchen sie für diese Sprachhandlungen?

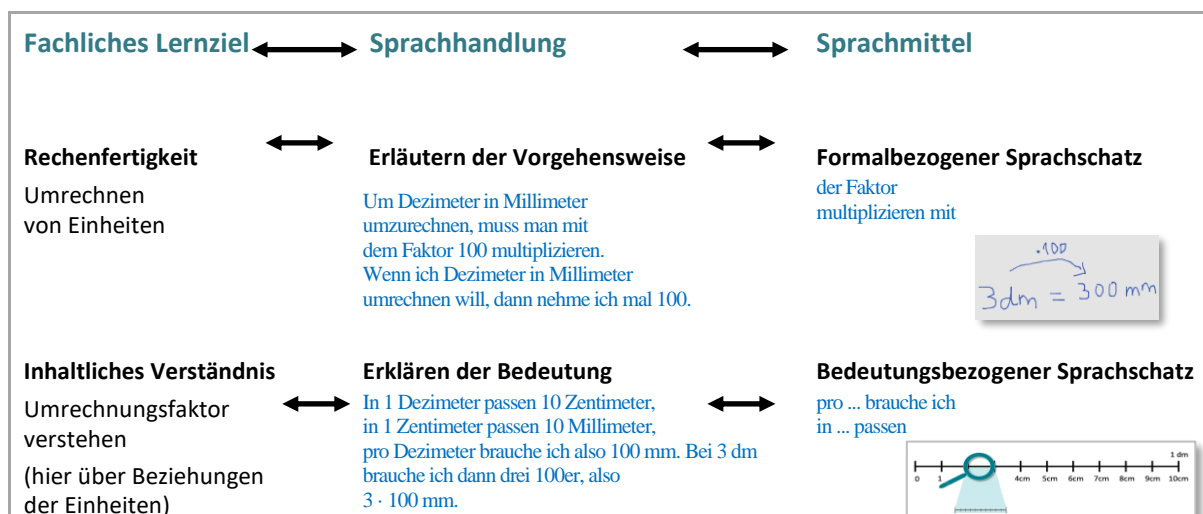


Abb. 1.5: Fachlich relevante sprachliche Anforderungen identifizieren:
Zusammenhänge zwischen fachlichem Lernziel, Sprachhandlung und Sprachmittel beachten

Wer diese Fragen in die Unterrichtsplanung einbezieht, läuft weniger Gefahr, nutzlose Vokabeln zu fokussieren, die das fachliche Lernen nur begrenzt unterstützen. Einzunehmen ist stattdessen eine **funktionale Perspektive auf Sprache**, d.h. die Sprachhandlungen werden Dreh- und Angelpunkt zum Identifizieren der sprachlichen Anforderungen, die Sprachmittel sind ihnen nur als Mittel zur Bewältigung der Sprachhandlungen untergeordnet. Abb. 1.6 zeigt Beispiele für die wichtigsten Sprachhandlungen im Mathematikunterricht, grob sortiert nach aufsteigender Schwierigkeit.

Tabelle 1.6: Übersicht zu den wichtigsten mathematischen Sprachhandlungen im Unterricht

Mathematische Sprachhandlung	Erläuterung
Nennen	<ul style="list-style-type: none"> Zahlen / Ergebnisse angeben, Wörter nennen Einzelne Wörter / Angaben / Elemente zuordnen ohne Erläutern
Erzählen	<ul style="list-style-type: none"> Wenig verdichtete Erlebniserechnungen, meist nur sequenzierend organisiert und ohne Herausarbeiten mathematischer Strukturen
Berichten / Erläutern von Vorgehensweisen	<ul style="list-style-type: none"> Berichten: einzelne ausgeführten Vorgehensweise schildern (z. B. letzter Lösungsweg, etc.) Erläutern: allgemeine Vorgehensweise verallgemeinert schildern
Erklären von Bedeutungen	<ul style="list-style-type: none"> Interpretieren eines Konzepts / formalen Elements in Bildern, Sachzusammenhängen o.ä.
Begründen	Rechtfertigen eines Zusammenhangs durch Zurückführen auf etwas Für-Wahr-Gehaltene, z. B. <ul style="list-style-type: none"> Begründen eines Zusammenhangs durch Bezug auf Regeln Begründen der Passung von Darstellungen durch Bezug auf Strukturelemente Begründen der Auswahl einer Operation durch Verweis auf Bedeutung Widerlegen eines Zusammenhangs durch Gegenargumente
Beschreiben allgemeiner Zusammenhänge	<ul style="list-style-type: none"> Beispielgebundenes (generisches) Versprachlichen von Zusammenhängen oder Sachverhalten Allgemeines Versprachlichen von Zusammenhängen oder Sachverhalten (z. B. mit Wortvariablen oder Variablen)
Beurteilen	<ul style="list-style-type: none"> Zu Sachverhalten ein selbständiges Urteil mithilfe von Fachwissen formulieren / begründen Stellung nehmen



In beruflichen Kontexten kommen weitere Sprachhandlungen hinzu, diese sollen im Sinne des Prinzips der vollständigen Handlung in einem berufsvorbereitenden Mathematikunterricht ebenfalls eingebunden und mit den mathematischen Sprachhandlungen verbunden werden.

Tabelle 1.7: Übersicht berufsbezogener Sprachhandlungen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Berufliche Sprachhandlung	Erläuterung
Informationen einholen	<ul style="list-style-type: none">• Über Produkte / Dienstleistungen Informationen einholen, z. B. um Bestellungen zu planen• Produktbeschreibungen verstehen, Produkteigenschaften kategorisieren, Kriterien zu ihrem Vergleich formulieren (analog für Güter und Dienstleistungen)
Ermitteln, klären	<ul style="list-style-type: none">• Aus verschiedenen Angeboten nach verschiedenen Kriterien das passendste ermitteln (Kosten, Langlebigkeit, Nachhaltigkeit, Kundenfreundlichkeit etc.)• Missverständnisse und Fragen unter Kolleginnen und Kollegen oder mit Kundinnen und Kunden klären
Absprechen, nachfragen	<ul style="list-style-type: none">• Sich über Abläufe im Betrieb informieren• Abläufe neu strukturieren, optimieren und• Mit Kolleginnen und Kollegen absprechen, sich gegenseitig erklären
Effizient kommunizieren	<ul style="list-style-type: none">• Einen Zwischenstand im Arbeitsprozess an einen Kollegen oder eine Kollegin übergeben• Teilschritte von Abläufen am Arbeitsplatz übernehmen oder erklären, z. B. Auszahlungen in die Wege leiten, Wareneingang dokumentieren, Reklamationsbriefe schreiben, Telefonate mit der Servicehotline führen, E-Mails oder Telefonate mit Auftrag gebenden Firmen führen
Abwägen, diskutieren, begründen	<ul style="list-style-type: none">• Entscheidungen abwägen, z. B. für neue Waren im Sortiment, Wechsel der herstellenden Firma, Abläufe und Konzepte am Arbeitsplatz etc.• Getroffene Entscheidungen begründen• Vor- und Nachteile aufzeigen und abwägen
Empfehlen	<ul style="list-style-type: none">• Ein Angebot oder einen Kostenvoranschlag entsprechend der Wünsche eines Kunden / einer Kundin erstellen• Neues Werbematerial (Flyer, Radiowerbung, Marktdurchsagen) entwickeln• nach Recherche zur Vorbereitung einer Entscheidung berichten oder Entscheidungsempfehlung geben
Präsentieren, erläutern, erklären	<ul style="list-style-type: none">• Einen Sachverhalt, (z. B. Kostenermittlung, Angebotsberechnung, Fördermöglichkeiten, Zusammenhänge) präsentieren• Prozessschritte, Arbeitsabläufe, Faustregeln / Rechenmethoden, Modellierungen erläutern
Beraten	<ul style="list-style-type: none">• Kundinnen und Kunden ehrlich beraten, z. B. vom Kauf unvorteilhaft wirkender Kleidungsstücke abraten, bei verschiedenen Optionen die Varianten aufzeigen und Vor- und Nachteile erklären (insbesondere bei Vertragsabschlüssen)• Sich authentisch äußern, dazu auch durch Wortwahl Freundlichkeit, Höflichkeit und Verständnis vermitteln• Kundinnen und Kunden individuell und adressatengerecht ansprechen,• Sich durch fachsprachliche Ausdrücke und Warenkenntnis als Expertin/Experten ausweisen



Insgesamt ergibt sich daher für das Identifizieren von sprachlichen Anforderungen in einem berufsbezogenen Mathematikunterricht das in Abb. 1.8 abgedruckte Planungsraster. Für junge Lehrkräfte kann dies die schriftliche Planung der Unterrichtsziele unterstützen (Eisen et al. 2017). Erfahrene Lehrkräfte nutzen zwar selten schriftliche Unterrichtsplanungen in Planungsrastern, doch als ergänzte Denkfigur helfen sie allen, auch denjenigen, die aufgrund langjähriger Erfahrung die erste Spalte des Planungsrasters bereits im Kopf ausfüllen.

Tabelle 1.8: Planungstabelle zum Identifizieren der sprachlichen Anforderungen (aus Eisen et al. 2017)

Fachliches Teil-Lernziel	Mathematische oder berufsbezogene Sprachhandlung	Dazu notwendige Sprachmittel	Beispieltext

Zusammenfassung:

- Sprachliche Anforderungen bestehen aus denjenigen Sprachhandlungen und Sprachmitteln, die für die Erreichung fachlicher Lernziele oder beruflicher Anwendungen notwendig sind;
- für den Aufbau von konzeptuellem Verständnis ist die Sprachhandlung Erklären von Bedeutung zentral, und mit ihr die bedeutungsbezogenen Sprachmittel;
- der berufliche Kontext bringt noch weitere Sprachmittel mit sich, die ebenfalls an die bedeutungsbezogenen Sprachmittel angebunden werden müssen.

Konsequenz:

- die Planungstabelle hilft, die fachlich und beruflich relevanten Sprachhandlungen und Sprachmittel für ein Themengebiet zu identifizieren, um diese bei den Lernenden einzufordern, zu diagnostizieren, ggf. zu unterstützen und sukzessive aufzubauen.



2. Sprachbildend und berufsbezogen Mathematik lehren – aber wie? Vier didaktische Prinzipien

Lena Wessel, Susanne Prediger, Andrea Stein, Monica Wijers & Vincent Jonker

Kapitel 1 hat die Hintergründe erläutert, **WARUM** Sprachbildung im berufsbezogenen Mathematikunterricht wichtig ist und **WAS** genau dabei gelernt werden soll, d.h. welche sprachlichen Anforderungen tatsächlich relevant sind. In diesem zweiten Kapitel geht es nun darum, **WIE** Sprachbildung umgesetzt werden kann. Für Lehrkräfte ergeben sich aus den genannten Hintergründen fünf Aufgaben des sprachbildenden Fachunterrichts (Prediger 2020):

- **Sprache einfordern**, d.h. möglichst reichhaltige sprachliche Äußerungen der Lernenden in den fachlichen Lernprozessen sowie die Sprachvernetzung schriftlich und mündlich elizitieren und reflektieren;
- **Sprache diagnostizieren**, d.h. die Lernendenäußerungen und -produkte im Hinblick auf die bereits aktivierbaren Sprachhandlungen und Sprachmittel analysieren;
- **Sprache unterstützen**, d.h. die Sprachhandlungen der Lernenden durch Bereitstellung der dafür notwendigen Sprachmittel zu kanalisieren;
- **Sprache sukzessive aufbauen**, d.h. den mittelfristigen Ausbau der Sprachhandlungen und Sprachmittel und ihre zunehmend präzisere und treffsicherere Aktivierung und Vernetzung durch gestufte Lerngelegenheiten zu fördern;
- **Fachlich relevante sprachliche Anforderungen identifizieren**, d.h. die Auswahl der Sprachhandlungen und Sprachmittel für das Einfordern, Diagnostizieren, Unterstützen und sukzessive Aufbauen jeweils an ihrer Funktion für die fachlichen Lernziele zu orientieren.

In diesem Kapitel werden nun die Gestaltungsprinzipien vorgestellt, mit denen diese Aufgaben umgesetzt werden können. Die Jobs sind zunächst allgemein formuliert, gelten also für jedes Fach und jede Schulform. Zentrales Ergebnis des Projekts LaMaVoC ist, wie bereits ausformulierte und vielfach für allgemeinbildende Schulen erprobte Prinzipien eines sprachbildenden Mathematikunterrichts (vgl. Wessel 2015; Prediger 2020; Erath, Ingram, Moschkovich & Prediger 2021) speziell in der Berufsfachschule realisiert werden können. Dazu wurden auch didaktisch-methodische Prinzipien der Berufsbildung herangezogen und in vier Prinzipien zusammengefasst (vgl. Abb. 2.1).

Im Folgenden werden die vier Prinzipien des LaMaVoC-Unterrichtskonzepts erläutert und zueinander in Beziehung gesetzt (Kapitel 2.1-2.4), bevor sie in den themenspezifischen Kapiteln konkretisiert werden durch verschiedene Lehr-Lern-Arrangements (Kapitel 3).

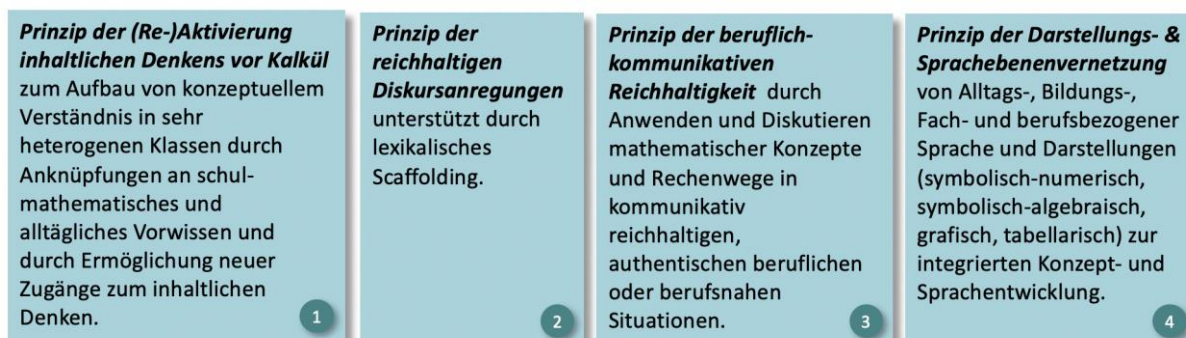


Abb. 2.1: Vier didaktische Prinzipien im LaMaVoC-Unterrichtskonzept



2.1 Prinzip der (Re-)Aktivierung inhaltlichen Denkens vor Kalkül

Die in Kapitel 1.1 beschriebene fachliche und sprachliche Heterogenität in Berufsfachschulklassen kann leicht dazu verleiten, die mathematischen Inhalte zu verflachen: „Hauptsache, die können hinterher das Wichtigste rechnen, auf Verstehen hoffe ich lieber erst gar nicht“.

Doch das Gegenteil ist richtig: Gerade Lernende, die bereits schulische Misserfolge hatten, ggf. ein geringes mathematisches Selbstkonzept oder Mathematikangst haben oder vielleicht aus anregungsarmen Familien kommen, brauchen einen *anregungsreichen Unterricht*, der über Rechenrezepte hinausgeht (Boaler 2002). Rechenfertigkeiten („Kalkül“) sind wichtig, sollten aber durch inhaltliches Verständnis flankiert werden, weil sie sonst wenig nachhaltig sind und fehleranfällig bleiben (Prediger 2009).

In den Berufsfachschulklassen finden sich allerdings viele Jugendliche, die in der Mittelstufe einen anregungsarmen Unterricht mit wenig Verstehensgelegenheiten hatten, das Resultat sind oft nur Bruchstücke von Verstehen und ein Festklammern an Kalkülen.

Es scheint somit für den Berufsfachschulunterricht besonders notwendig, an individuellen Verständnissen und Rechenstrategien anzuknüpfen und gleichzeitig neue Zugänge zu bereits kennengelernten Konzepten anzubieten. Die heterogenen Lernvoraussetzungen können besonders gut einbezogen werden, indem schulmathematisches und alltägliches Vorwissen reaktiviert, aufgegriffen und durch neue verstehensorientierte, darstellungsreiche Zugänge erweitert werden. Dabei kann Verstehensorientierung durch berufliche oder berufsnahe Zugänge erreicht und unterstützt werden (Bedingungen dafür sind bereits berufspädagogisch erprobt, siehe Kaiser 2019 und drittes Prinzip in Kapitel 2.3).

Das Aktivieren von individuellen Verständnissen und Rechenstrategien ermöglicht nicht nur Differenzierung im Sinne des Ausgleichens von Unterschieden, sondern auch Vielfalt anzuregen und mathematisch und sprachlich zu nutzen (Leuders & Prediger 2016), so wie es der Bildungsplan (MSW NRW, S. 11) fordert. Aus sprachdidaktischer Sicht bilden vielfältige individuelle Wege Potentiale für reichhaltige Diskursanregungen im Sinne des zweiten Prinzips:

2.2 Prinzip der reichhaltigen Diskursanregungen unterstützt durch lexikalisches Scaffolding

Gemäß der Output-Hypothese von Swain (1985) ist es für den Spracherwerb erforderlich, immer wieder Sprachproduktionen der Lernenden einzufordern, sie also zum Schreiben und Sprechen zu bringen. Dabei kommt es jedoch nicht nur auf die Quantität der sprachlichen Äußerungen an, sondern auch auf die *diskursive Qualität*. Lernförderlich beim Aufbau konzeptuellen Verständnisses sind diskursiv reichhaltige Sprachhandlungen: Insbesondere für sprachlich schwache Lernende ist es auf diskursiver Ebene zentral, dass sie regelmäßig zu eigenen Verbalisierungen und Erklärungen von Bedeutungen, Beziehungen und Mathematisierungen aufgefordert und dabei situativ unterstützt werden (Erath et al. 2018).

Die Abbildung 1.5 und die Tabelle 1.6 haben dazu die typischen mathematischen und berufsbezogenen Sprachhandlungen aufgeführt, bereits sortiert nach tendenziell aufsteigender Schwierigkeit (auch wenn die Schwierigkeitsstufung stets von den konkreten Inhalten abhängt).

Für Jugendliche in der Berufsfachschule sind diskursiv anspruchsvolle Sprachhandlungen *Erklären von Bedeutungen, Begründen* (unterschiedlicher Aspekte), *Beschreiben allgemeiner Zusammenhänge* und *Beurteilen*. Sie erfordern nämlich, dass verschiedene Satzglieder oder Teilsätze nicht nur zeitlich verknüpft („und dann“, „außerdem“), sondern durch „weil“, „um zu“ und „aufgrund“ in argumentative Zusammenhänge gebracht werden.



Sprachspeicher: Proportionale Zusammenhänge erklären

Die Tabelle zeigt den proportionalen Zusammenhang zwischen zwei Größen, hier zwischen den Währungen Euro und Kuna.

So kann man über den proportionalen Zusammenhang in der Tabelle sprechen:

1. Größe Geld In Euro	2. Größe Geld In kroatischen Kuna
1	7,5
4	30
20	150
60	450
100	750

„Pro Portion der 1. Größe kommen immer 7,5 hinzu“ bei der 2. Größe“

„von Zeile zu Zeile“

So kann man über den proportionalen Zusammenhang in der Tabelle sprechen:

„In jedem Schritt kommen 7,5 hinzu und es wird gleichmäßig mehr“

So kann man erklären, wann ein Zusammenhang zwischen zwei Größen proportional heißt:

Wenn die 1. Größe und die 2. Größe gleichmäßig mehr werden.

Wenn die 1. Größe verdoppelt (verdreifacht usw.) wird, so wird auch die 2. Größe verdoppelt (verdreifacht usw.).

Abb. 2.2: Sprache unterstützen mit einem Sprachspeicherplakat

Diese Sprachhandlungen sind für den Aufbau von konzeptuellem Verständnis wichtig (vgl. Kapitel 1.3), aber werden im Unterricht deutlich seltener zum Lerngegenstand: Unterrichtsanalysen haben gezeigt, dass es fast bei allen Lehrkräften sehr gute Lerngelegenheiten für das Berichten und Erläutern von Vorgehensweisen gibt. Beim Vergleich von Aufgaben wird nicht nur über das Ergebnis, sondern auch über die Lösungswege meist gründlich gesprochen (Erath et al. 2018).

Die reichhaltigeren Sprachhandlungen tauchen zwar häufig als Lernmedium auf (wenn Lehrkräfte von den wenigen Lernenden, die das schon können, kollektiv im Unterrichtsgespräch neue Inhalte erklären oder Zusammenhänge begründen lassen). Doch gibt es für diejenigen, die noch nicht erklären und begründen können, oft zu wenig Lerngelegenheiten.

Neben der reichhaltigen diskursiven Anregung durch das Einfordern von Bedeutungserklärungen mathematischer Konzepte oder eigener Begründungen haben vor allem auch berufsbezogene Sprachhandlungen besonderes Potential, das Prinzip der reichhaltigen Diskursanregung umzusetzen (siehe auch drittes Prinzip in Kapitel 2.3 und Tabelle 1.6). Sie tauchen in berufliche Kommunikationssituationen auf und werden mit berufsspezifischen Sprachmitteln bewältigt, die sukzessive aufgebaut werden müssen.

Damit Lernende die reichhaltigen innermathematischen oder berufsbezogenen Diskursanregungen auch bewältigen können, wird die Sprache (ggf. differenziert) unterstützt: mündliche Sprachvorbilder und Formulierungshilfen unterstützen im Unterrichtsgespräch, schriftliche Formulierungshilfen bei Schreibaufträgen. Die Sprachunterstützung bezieht sich auf alle für berufsbezogenen Mathematikunterricht relevanten Sprachebenen (siehe viertes Prinzip in Kapitel 2.4).

Die gemeinsame Entwicklung von themenspezifischen Sprachspeichern bietet eine sprachlich reichhaltige Unterrichtsaktivität und dient den Jugendlichen mit dem Produkt des Sprachspeichers im gesamten Lehr-Lern-Arrangement als Unterstützung (siehe Abb. 2.2 als Beispiel eines Sprachspeicherplakats zu „Proportionalität verstehen“).



2.3 Prinzip der beruflich-kommunikativen Reichhaltigkeit

Das Prinzip der beruflich-kommunikativen Reichhaltigkeit wird erreicht durch Anwenden und Diskutieren mathematischer Konzepte und Rechenwege in authentischen beruflichen oder berufsnahen Situationen und spielt am Berufskolleg eine entscheidende Rolle, denn in beruflichen und berufsvorbereitenden Bildungsgängen sind die Lernziele anders akzentuiert als in allgemeinbildenden Schulen: Fachliche Kompetenzerwartungen werden stärker mit beruflichen Perspektiven und der Anwendung fachlicher Kompetenzen in beruflichen Anforderungssituationen verzahnt, dieses Leitziel ist für alle Bildungsgänge des Berufskollegs für Nordrhein-Westfalen festgelegt:

„Das Berufskolleg vermittelt den Schülerinnen und Schülern eine umfassende berufliche, gesellschaftliche und personale Handlungskompetenz und bereitet sie auf ein lebenslanges Lernen vor. Es qualifiziert die Schülerinnen und Schüler, an (...) Entwicklungen in Gesellschaft und Wirtschaft teilzunehmen und diese aktiv mitzugestalten. Um dieses pädagogische Leitziel zu erreichen, muss eine umfassende Handlungskompetenz systematisch entwickelt werden. Die Unterrichtsvorhaben im Bildungsplan umfassen Anforderungssituationen und kompetenzorientierte Zielformulierungen.“ (MSW NRW, S. 7).

Neben der normativen Perspektive des Bildungsplans wird dieses Prinzip gestützt durch das didaktisch-methodische Prinzip der vollständigen Handlung (Riedl & Schelten 2010; Nickolaus 2000): Anforderungssituationen des Berufsfachschulmathematikunterrichts sollten abgeleitet werden aus den relevanten Handlungsfeldern der Arbeits- und Geschäftsprozesse. Sie umfassen insbesondere folgende Phasen der beruflichen Handlung: (1) Orientierung und Information, (2) Planung, (3) Durchführung und (4) Ergebniskontrolle und Qualitätssicherung

Beruflich reichhaltig sind demnach Lehr-Lern-Arrangements, die mathematische Anforderungen in diesen vier Phasen der vollständigen Handlung situieren. So können die mathematischen Kompetenzerwartungen mit möglichst authentischen, berufsnahen Situationen und Handlungsfeldern des Berufs verzahnt und eine mathemathikhaltige berufsbezogene Handlungskompetenz angebahnt werden.

Damit die Situierung des Mathematiklernens in reichhaltigen, beruflichen Kontexten tatsächlich ihr Potential zur Anregung gelingender Lehr-Lern-Prozesse entfalten kann, müssen die Kontexte weitere Bedingungen erfüllen:

- Bedeutsamkeit der Kontexte für die Jugendlichen, im Idealfall bereits in der Berufspraxis oder Praktikum selbst erlebte Situationen (Kaiser 2019; Strässer 2002) (in berufsvorbereitenden Bildungsgängen nur in Ansätzen realisierbar, im dualen System gut zu realisieren);
- Hinreichende Offenheit der Kontexte und damit nicht zu eng und spezifisch gefasste Berufsbezogenheit (Strässer 2002);
- Monitoring durch die Lehrkraft sowie Unterstützungsstrukturen und Monitoring im Lehr-Lern-Arrangement, da eine zu große freie Bearbeitung, die ein hohes Maß an Selbststeuerung erfordern würde, Jugendliche häufig noch überfordert (Nickolaus 2000).

Als Konsequenz müssen bei der Planung fachlicher und sprachlicher Lernpfade berufsbezogene Kontexte berücksichtigt und bewusst bzgl. ihrer Potentiale und möglicher Schwierigkeiten ausgewählt werden (vgl. Kapitel 1.3): Kontexte zum Erarbeiten der Mathematik sind oft die Alltagskontexte, die Anforderungen an vollständige Handlungen lassen sich eher in einer späteren Phase erfüllen.



2.4 Prinzip der Darstellungs- und Sprachebenenvernetzung

Der berufsbezogene Mathematikunterricht ist geprägt davon, dass verschiedene Darstellungen und Sprachebenen genutzt werden: die Alltagssprache, Bildungssprache, Fachsprache und Berufssprache sowie die symbolisch-numerische, symbolisch-algebraische, gegenständliche und bildliche Darstellungen. Das Prinzip besagt, dass es verstehens- und sprachförderlich ist, die Darstellungen und Sprachebenen immer wieder explizit miteinander zu verknüpfen und dabei auch zu erklären, wie sie zueinander passen (Prediger & Wessel 2011). Dabei geht es nicht allein um wörtliche Übersetzungen, denn in den Sprachebenen können unterschiedliche Aspekte gut ausgedrückt werden, insbesondere können abstraktere Zusammenhänge vor allem in Bildungssprache und Fachsprache ausgedrückt werden, die Berufssprache ist für die jeweiligen spezifischen beruflichen Zusammenhänge optimiert. Bei der Verknüpfung der Sprachebenen lohnt es sich daher mit den Lernenden zu diskutieren, inwiefern nicht nur auf allen Ebenen dasselbe gesagt wird, sondern sich durch auf den Sprachebenen unterschiedliche Aspekte gut ausdrücken lassen.

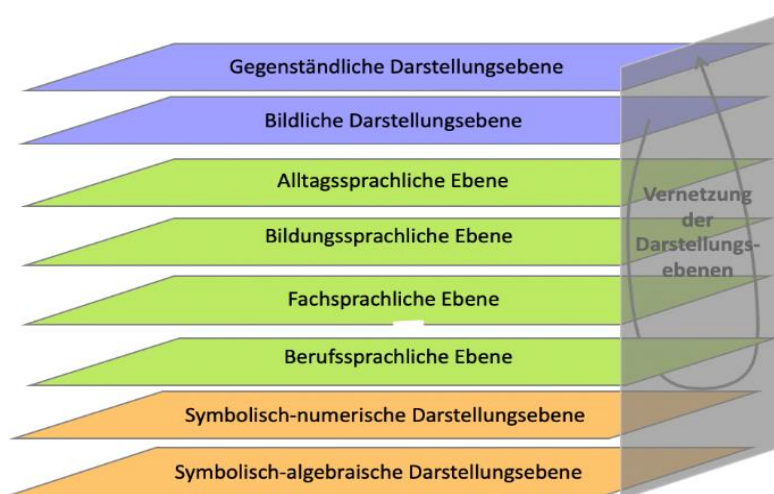


Abb. 2.3: Prinzip der Darstellungs- und Sprachebenenvernetzung (erweitert nach Prediger & Wessel 2011)

Für das Berufskolleg wurde das Prinzip erweitert um die Ebene der (je nach Berufsfeld spezifischen) Berufssprache. Die *Berufssprache* umfasst jene Sprachhandlungen und Sprachmittel, die eingesetzt werden, um den spezifischen kommunikativen Aufgaben und Gesprächspartnerinnen und -partnern im Berufsalltag gerecht zu werden. Zu Letzteren gehören neben Vertreterinnen und Vertretern des Ausbildungsberufs in den jeweiligen hierarchischen Positionen (Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Kolleginnen und Kollegen, Vorgesetzte) auch jene aus benachbarten Berufen sowie die Kundinnen und Kunden von Dienstleistungen und Produkten. Dies ergibt Möglichkeiten zu sinnstiftender und authentischer Diskursanregung, bei der die Sprachanlässe eingebettet in verschiedene Szenarien verschiedene Funktionen bedienen (siehe Kapitel 3.4 zu authentischen Kommunikationssituationen mit Berufsbezug).



Abb. 2.4: Berufsbezogene Aufgabe zur Vernetzung von Sprachebenen – Kundengespräch vom Fachjargon in bedeutungsbezogene Sprache übertragen

Das Beispiel in Abbildung 2.4 zeigt, wie Übersetzungsaktivitäten zwischen den verschiedenen Sprachebenen mathematisch reichhaltige Prozesse anregen können, er nutzt zwei Formen des Fachjargons: zum Teil Berufssprachen, zum Teil mathematische Fachsprache, beides ist im Kundengespräch ungeeignet. Weitere Beispiele für Aktivitäten mit und zur Darstellungsvernetzung sind in Abschnitt 3.2 zur Unterrichtsreihe „Proportionalität verstehen für den Beruf“ zu finden.

2.7 Kundengespräch im Fachhandel für Arbeitskleidung

1 Hallo, kann ich Ihnen weiterhelfen oder möchten Sie sich erst einmal umschauen?

2 Hallo! Ja, vielleicht können Sie mir helfen. Ich bin heute extra in Ihr Geschäft gekommen, weil ich Ihre Anzeige in der Zeitung gelesen habe. Sie bieten heute eine Rabattaktion an?

3 Wir bieten heute den Kauf von Arbeitskleidung mit Rabatt an, d.h. wir vermindern den Prozentsatz. Wenn Sie z.B. mehr als eine Arbeitsjacke kaufen, senken wir sogar den Prozentsatz noch weiter ab. Was genau interessiert Sie denn?

4 Ich interessiere mich speziell für günstige und gute Arbeitsjacken. Wie groß ist die Verminderung des Prozentsatzes für eine Arbeitsjacke? Sie haben Glück, dass ich Ihre Fachsprache überhaupt verstehe. Ich komme selbst aus dem Einkauf.

5 Für den Kauf einer Arbeitsjacke haben wir heute den Prozentsatz auf 80% vermindert. Wenn Sie drei Arbeitsjacken oder sogar noch mehr kaufen, reduzieren wir den Prozentsatz auf 70%.

6 Ach, dann wird sich der Einkauf bei Ihnen heute lohnen. Was werde ich heute sparen können? Also, wie groß ist denn für eine Jacke die Verminderung des Prozentwertes?

7 Der verminderte Prozentwert einer Arbeitsjacke hängt doch vom Grundwert der Jacke ab! Wir haben verschiedene Arbeitsjacken im Angebot. Wenn ihr Grundwert 100€ beträgt und wir bieten eine Verminderung des Prozentsatzes auf 80% an, dann ist der Prozentwert...

8 Hm, den verminderten Prozentwert der Arbeitsjacke kann ich berechnen, wenn ich den verminderten Prozentsatz kenne und weiß dann, ob das Angebot okay ist?

9 Sie benötigen den Grundwert. Unser Angebot ist unschlagbar

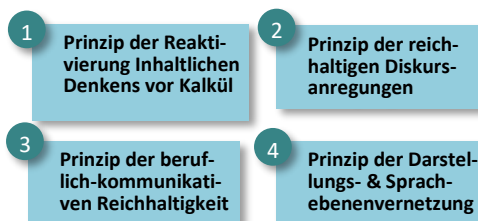
a) Übersetzen Sie den Dialog zu zweit in die „Alltagssprache“, so dass ein Kunde das Angebot verstehen und beurteilen kann.

b) Spielen Sie das Verkaufsgespräch nach. Sie sollen es nachher der Klasse vorspielen und werden dabei gefilmt. Bereiten Sie sich vor.

2.5 Konsequenzen der Prinzipien für die Strukturierung von LaMaVoC-Lehr-Lern-Arrangements

Wie nun lassen sich die vier Prinzipien aus Abbildung 2.1 in die Strukturierung eines Lehr-Lern-Arrangements integrieren, das die Ansprüche an berufsbezogenen, mathematisch verstehensorientierten und sprachbildenden Unterricht integriert?

Abbildung 2.5 zeigt eine Strukturierung in zwei Stufen, die zunächst den mathematischen Kompetenzaufbau von Rechenfertigkeiten und inhaltlichem Verständnis von Konzepten mit den zugehörigen sprachlichen Lernzielen verknüpft (vgl. Kapitel 1.3), danach die reichhaltigen berufsbezogenen Anwendungen der Mathematik mit den zugehörigen sprachlichen Lernzielen anregt.



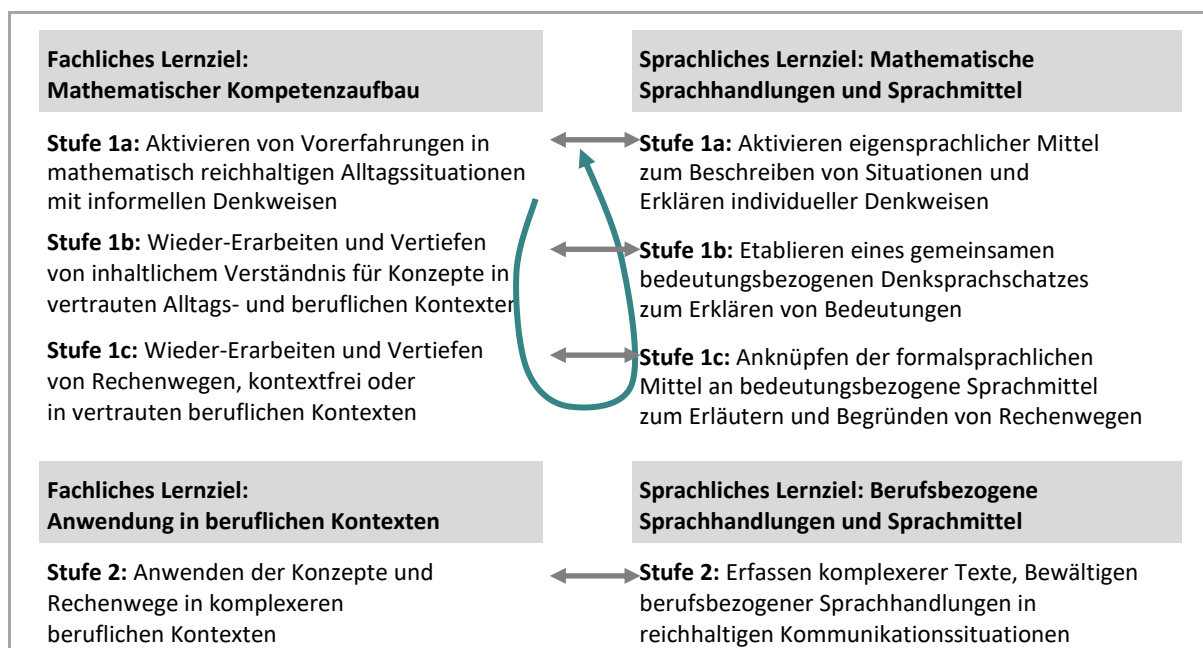


Abb. 2.5: Strukturierung von LaMaVoC-Lehr-Lern-Arrangements in zwei Stufen

Auf der Stufe 1 wird zunächst das erste *Prinzip der (Re)-Aktivierung inhaltlichen Denkens vor Kalkül* berücksichtigt, indem Vorerfahrungen aktiviert (Stufe 1a), inhaltliches Verständnis erarbeitet (Stufe 1b) und mit Rechenwegen verknüpft (Stufe 1c) werden. Während bei der Erstbegegnung mit einem Thema diese Stufen chronologisch durchlaufen werden sollten (Pöhler & Prediger 2017), bringen am Berufskolleg die Lernenden meist einige Kenntnisse zu Rechenwegen mit, so dass Stufe 1c vor 1b thematisiert werden kann. Stufe 1b muss dennoch bearbeitet, und dabei ein gemeinsamer Denksprachschatz etabliert werden.

Auf jeder Stufe werden die zugehörigen mathematischen Sprachhandlungen durch *reichhaltige Diskursanregungen* direkt mit angeregt und durch die dazu notwendigen Sprachmittel unterstützt (*Prinzip 2*). Der türkise Pfeil deutet mit der Vernetzung der Stufen auch die Vernetzung der jeweiligen Darstellungen und Sprachebenen an, gerade die Auflösung des chronologischen Durchlaufens ermöglicht also, das *Prinzip der Darstellungs- und Sprachebenenvernetzung* (*Prinzip 4*) zu realisieren. Auf den Stufen 1 a, b, c sind alltägliche oder vertraute berufliche Kontexte als Lernmedium für den Verstehensaufbau meist in relativ knapper Form einbezogen.

Das *Prinzip der beruflich-kommunikativen Reichhaltigkeit* wird vor allem auf Stufe 2 berücksichtigt, auf der in reichhaltigen und authentischen berufsbezogenen Kommunikationssituationen die erlernten mathematischen Konzepte und Rechenwege angewandt werden sollen. Sprachhandlungen und Sprachmittel der berufssprachlichen Ebene werden dabei sukzessive aufgebaut und mit dem gemeinsamen bedeutungsbezogenen Denksprachschatz verknüpft. Dies ermöglicht, das berufspädagogische Prinzip der vollständigen Handlung fach- und sprachdidaktisch zu realisieren. Kontexte sind auf dieser Stufe nicht nur Lernmedium, sondern selbst auch Lerngegenstand, sie können dazu anspruchsvoller und komplexer sein.

Die vorgestellten Prinzipien werden zur Gestaltung von LaMaVoC-Lehr-Lern-Arrangements exemplarisch für die Lerngegenstände Prozente (Kapitel 3.1) und Proportionalität (Kapitel 3.2) implementiert. Beide Konzepte und entsprechende Rechenverfahren sind einerseits für viele berufliche Situationen unverzichtbar und müssen fehlerfrei beherrscht werden, andererseits haben Lernende und auch Erwachsene bekanntlich große Schwierigkeiten in diesen Bereichen.



3. Lehr-Lern-Arrangements zur Umsetzung der LaMaVoC-Ansätze

3.1 Prozente verstehen für den Beruf – Ein Lehr-Lern-Arrangement zum Kompetenzaufbau

Birte Pöhler, Lena Wessel, Susanne Prediger & Nico Gryzan

Lehr-Lernarrangement im Überblick

Zielgruppe dieses Lehr-Lern-Arrangements (Pöhler, Wessel, Prediger & Gryzan 2020) sind Jugendliche der Berufsfachschule B1 und B2 (Anlage B des Berufskollegs). Bei dieser Zielgruppe handelt es sich um Lernende in der Berufsvorbereitung, die berufsbezogene Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten erlangen und den Hauptschulabschluss nach Klasse 10 oder den mittleren Schulabschluss anstreben wollen. Das Lehr-Lern-Arrangement ist wie in Kapitel 2.5 vorgestellt strukturiert und umfasst etwa sieben Unterrichtsstunden (vgl. Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: Strukturierung des Lehr-Lern-Arrangements Prozente verstehen für den Beruf

Stufe im Lernpfad	Mathematische und sprachliche Inhalte	Zeit	Kontexte
Stufe 1a -> 1b Aktivierung des Vorwissens	<ul style="list-style-type: none">• Prozente und Brüche abschätzen und sowohl Download als auch am Prozent-Streifen darstellen• Prozentwerte, Prozentsätze und Grundwerte rechnerisch bestimmen	90 Minuten	<ul style="list-style-type: none">• Filmdownload• Winterangebote und Sommerschlussverkauf im Autoteile-Handel
Stufe 1b -> 1c Vernetzung der Sprachregister	<ul style="list-style-type: none">• Einführung des bedeutungs- und formalbezogenen Wortschatzes am Sprachspeicher• produktives Üben innermathematisch	45 Minuten	<ul style="list-style-type: none">• Sprachspeicher (individuell um berufsbezogenen Kontext ergänzen)
Stufe 1c Komplexere Rechnungen ausführen und berufsbezogene Sprache	<ul style="list-style-type: none">• Verkaufsgespräch zum Wechsel zwischen Alltags- und Fachsprache• Schwierige Textaufgaben verstehen• Optional: verschiedene Textaufgaben unterscheiden	90 Minuten	<ul style="list-style-type: none">• Verkaufsgespräch• Mehrwertsteuer• Optional weitere Alltags- und Berufsbezüge
Stufe 2 Sprachproduktion in authentischen Kommunikationssituationen	<ul style="list-style-type: none">• Verschiedene mathematische Schwerpunkte auf Prozente und berufsbezogene Sprachhandlungen je nach Kernaktivität (vgl. Kapitel 3.4)	90 Minuten	<ul style="list-style-type: none">• Verschiedene Berufsbezüge

Die berufsbezogenen Kontexte haben neben den typischen Situationen, in denen Jugendlichen auch im Alltag Prozenten begegnen (Rabattaktionen, Mehrwertsteuer), vorrangig Bezug zu den Berufsfeldern Fahrzeug-, Holz-, Metall- und Elektrotechnik. Komplexer werden die beruflichen Zusammenhänge und somit auch die beruflichen Sprachhandlungen und berufsspezifischen Sprachmittel auf Stufe 2 (die ausgelagert sind in die Kernaktivitäten, siehe Kapitel 3.4).



Umsetzung der Prinzipien

1

Prinzip der Reaktivierung Inhaltlichen Denkens vor Kalkül

Für den Kompetenzaufbau kommt es entscheidend auf das inhaltliche Verständnis an: Obwohl Prozente (und Zinsen) eine hohe Alltagsrelevanz aufweisen, haben viele Lernende laut zahlreicher Studien damit große Schwierigkeiten, weil sie nur unverstandene Rezepte auswendig gelernt und wieder

vergessen haben. Ohne fundiertes Prozentverständnis besteht die Gefahr, dass die Lernenden sich beim Umgang mit Prozenten an unverstandenen Lösungsverfahren (z. B. Formeln oder Dreisatz) orientieren. Doch diese Verfahren kann nur anwenden, wer Situationen in mathematische Fragestellungen übersetzen kann. Zu einem inhaltlichen Prozentverständnis gehört insbesondere, auf die *Anteilsvorstellung* zurückgreifen zu können (weitere Vorstellungen sind in dem didaktischen Kommentar zu dem Lehr-Lernarrangement erläutert). So kann man z. B. die Aufgabe in Abb. 3.2 nicht nur mithilfe einer Formel lösen, sondern vorstellungsbezogen am Prozentstreifen.

<p>Aufgabe:</p> <p>Beim Reifenhändler sind die Winterreifen reduziert.</p> <ol style="list-style-type: none"> Wie hoch ist der neue Preis der Reifen? Tragen Sie diesen am Prozentstreifen ein. Wie berechnet man den neuen Preis? Finden Sie verschiedene Wege. 	<p>Lösung mit inhaltlichem Verständnis:</p> <p>Prozente beschreiben Anteile, d.h. man muss sich immer fragen, welches das Ganze ist und welches der Teil, denn ein Anteil beschreibt die Beziehung vom Teil zum Ganzen. Der alte Preis des Reifens ist das Ganze, der neue Preis ist der Teil, so kann man es am Prozentstreifen notieren.</p> <p>Am Streifen sieht man direkt, dass 20% fünfmal in 80 € passt, also sind es 16 €, dann sind 40% das doppelte, 32 €.</p>
<p>Kalkül-Lösung:</p> $P = p \cdot G = 40/100 \cdot 80 \text{ €} = 32 \text{ €}$ <p>oder war die Formel doch $P = p / G$?</p>	

Abb. 3.2: Aufgabe aus dem Lehr-Lern-Arrangement: Prozentstreifen als graphische Darstellung zum Vorstellungsaufbau

4

Prinzip der Darstellungs- & Sprachebenenvernetzung

Das inhaltliche Denken erfordert nicht die formalbezogenen Sprachmittel Prozentwert und Grundwert, sondern solche, die zum Erklären ihrer Bedeutung relevant sind, also zur Versprachlichung der Anteilsvorstellung mit bedeutungs-

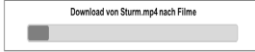


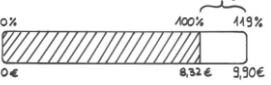
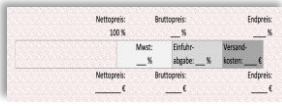
bezogenen Sprachmitteln wie „Teil vom Ganzen“. Damit die Lernenden die Sprachhandlung Erklären von Bedeutung ausführen können, werden diese bedeutungsbezogenen Sprachmittel an die Alltagssprache angeknüpft wie „neuer Preis“ – „alter Preis“. Abbildung 3.3 zeigt, wie die Sprachmittel der verschiedenen Ebenen mit der graphischen Darstellung verknüpft wird. Auf Stufe 2 können auch andere berufsbezogene Sprachmittel hier angeknüpft werden wie Brutto- und Nettopreis (vgl. Kapitel 3.4). Der Prozentstreifen fungiert in der Unterrichtseinheit als das durchgängige graphische Darstellungsmittel, an dem jeweils die Beziehungen der in Kontextsituationen genannten Größen sortiert werden können.



Abb. 3.3: Sprachspeicher mit Verknüpfung mehrerer Sprachebenen



Tabelle 3.4: Überblick zu relevanten fachlichen und sprachlichen Lernzielen

Stufe	Fachliche Lernziele	Sprachliche Lernziele: Sprachhandlung und dazu notwendige Sprachmittel
Stufe 1a: Vom Downloadstreifen zum Prozentstreifen	Prozente intuitiv erfassen und darstellen 	Erklären der Anteils-Beziehungen (eigensprachliche Ressourcen): <ul style="list-style-type: none"> Das Graue ist schon geladen, das Weiße muss noch laden. Der Film ist zu 10 % geladen, 90% fehlen noch.
	Prozentwerte, Prozentsätze und Grundwerte am Streifen finden 	Erklären der Bedeutungen von Prozentwert, Prozentsatz und Grundwert: <ul style="list-style-type: none"> Das Ganze sind die 100 % oder der alte Preis. Der neue Preis ist ein Teil vom alten Preis. Erläutern und erklären der intuitiven Rechenwege am Streifen: <ul style="list-style-type: none"> Jetzt kosten die Autoreifen nur noch 60 €, denn man muss von 80 € die Hälfte nehmen, dann muss man davon die Hälfte nehmen und das muss man plus die Hälfte von 80 machen, dann kommt da 60 € raus.
1b Verkaufsgespräche zu Rabattaktionen führen	Prozentwerte, Prozentsätze und Grundwerte bestimmen	Erläutern der Rechenwege: <ul style="list-style-type: none"> Von 100 % rechne erst runter auf 25 % und dann rauf auf 75 %. Also 80 € geteilt durch 4, das sind 20 und dann mal 3.
	Umgang mit Verminderungen	Erklären von Bedeutungen: <ul style="list-style-type: none"> Rabatt ist, wie viel man spart, also in % der Anteil, den man spart, oder in € das Geld, das man spart. Auf 75 % herabsetzen bedeutet das Gleiche wie um 25 % reduzieren. Dekodieren von Beziehungen im Text: <ul style="list-style-type: none"> „Nur noch 30 €. Sie sparen 90 €.“ bedeutet, neuer Preis der Schuhe ist 30 € und der Unterschied zwischen neuem und altem Preis 90 €. Daraus kann man folgern, dass der alte Preis 120 € sein musste.
1c Verschiedene Konstellationen unterscheiden	Textaufgaben unterscheiden 	Beschreiben der Anteilsbeziehungen: <ul style="list-style-type: none"> Wenn der neue Preis und der Anteil, den man noch zahlen muss, gegeben sind, wird der alte Preis gesucht. Der Prozentwert und der Prozentsatz sind gegeben. Gesucht wird der Grundwert, also die Größe, die zu 100 % gehört.
1c -> 2	Bearbeitung schwierigerer Texte 	Dekodieren und Erklären der Beziehungen in komplexen Texten: <ul style="list-style-type: none"> Bei der Mehrwertsteuer ist das Ganze ja die 100 ohne Steuer. Das ist der Nettopreis. Dazu wird dann noch die Steuer hinzugerechnet. Diese beträgt 19 % vom Nettopreis. Den Preis mit der Steuer nennt man Bruttopreis. Er entspricht 119 % des Nettopreises.
2 Beruflich reichhaltige Anwendungen	Dekodieren beruflicher Texte, Sprache anwenden in beruflichen Kommunikationssituationen 	Dekodieren berufsbezogener Texte, Abbildungen, Diagramme: <ul style="list-style-type: none"> Die empfohlene Referenzmenge für Erwachsene gibt an, wie viel Gramm Zucker ein Erwachsener am Tag maximal zu sich nehmen sollte Erklären der Anteilsbeziehungen in komplexen berufsbezogenen Situationen: <ul style="list-style-type: none"> Die 10% beziehen sich auf den Nettopreis, nicht auf den Bruttopreis. Der Nettopreis ist das Ganze, und zu dem kommt ein fester Anteil hinzu. Man darf aber nicht den Anteil des größeren Ganzen nehmen. Erläutern der Rechenwege: <ul style="list-style-type: none"> Wenn ich mit dem Prozentwert und Prozentsatz den Grundwert berechne, erhalte ich die von der Firma genutzte empfohlene Referenzmenge und kann diese mit der WHO-Empfehlung vergleichen.



2

Prinzip der reichhaltigen Diskursanregungen mit lexikalischen Scaffolds

Die Teilaufgabe 2 in Abbildung 3.2 regt dazu an, über mehrere Rechenwege zu berichten und jeweils zu begründen, warum man so rechnen darf. Dies sind erste Diskursanregungen, mit denen immer wieder das Berichten, Erläutern, Erklären und Begründen angeregt wird (und in Stufe 2 auch reichhaltige berufsbezogene Sprachhandlungen, vgl. Kapitel 3.4). Der Sprachspeicher in Abbildung 3.3 bietet die notwendigen sprachlichen Scaffolds. Tabelle 3.4 zeigt auf, welche weiteren Sprachhandlungen und Sprachmittel fachlich und beruflich relevant sind für das Lehr-Lern-Arrangement.



3.2 Proportionalität verstehen für den Beruf – Ein Lehr-Lern-Arrangement zum Kompetenzaufbau

Lena Wessel, Patricia Epke, Andrea Stein & Daniela Wittebur

Lehr-Lernarrangement im Überblick

Zielgruppe dieses Lehr-Lern-Arrangements (Wessel, Epke, Stein & Wittebur 2020) sind Jugendliche der Berufsfachschule B1 und B2 (Anlage B des Berufskollegs). Bei dieser Zielgruppe handelt es sich um Lernende in der Berufsvorbereitung, die berufsbezogene Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten erlangen und den Hauptschulabschluss nach Klasse 9 bzw. 10 anstreben wollen.

Das Lehr-Lern-Arrangement ist wie in Kapitel 2.5 vorgestellt strukturiert und umfasst etwa sechs bis acht Unterrichtsstunden (vgl. Tabelle 3.5).

Tabelle 3.5: Strukturierung des Lehr-Lern-Arrangements Prozente verstehen für den Beruf

Stufe im Lernpfad	Mathematische und sprachliche Inhalte	Zeit	Kontexte
Stufe 1a -> 1b Aktivierung des Vorwissens zu Rechenstrategien, Darstellungen und Bedeutung von Proportionalität	<ul style="list-style-type: none">• „Pro Portion“ verstehen mit verschiedenen Darstellungen (Tabelle, Streifenbild, Doppelskala)• Entwicklung eines Sprach- und Wissensspeichers zur Bedeutung von Proportionalität	90 Minuten	<ul style="list-style-type: none">• Leihgebühren und Geldwechsel im Ausland
Stufe 1b -> 1c Proportionalität prüfen	<ul style="list-style-type: none">• Proportionale Zusammenhänge herstellen und beschreiben (Zuordnungsübungen)• Zusammenhänge zwischen zwei Größen auf Proportionalität prüfen• Rechenstrategien wiederholen („Rechnen mit dem festen Faktor“, „Flexibles Hoch- und Runterrechnen“) und geschickt anwenden	90 Minuten	<ul style="list-style-type: none">• Verschiedene Kontexte und Alltagssituationen (z. B. Telefonatarife)
Stufe 1c Geschickt mit proportionalen Zusammenhängen rechnen	<ul style="list-style-type: none">• Rechenstrategien: Rechnen mit dem festen Faktor, Hoch- und Herunterrechnen (auch, aber nicht nur über die 1)• Rechenstrategien vergleichen und in Textaufgaben anwenden• Geschickt Rechnen und Portionsgrößen begründen	90 Minuten	<ul style="list-style-type: none">• Berufsbezogene Kontexte zu Größen und Maßen, vorrangig im Bereich Holztechnik
Stufe 2 Sprachproduktion in authentischen Kommunikationssituationen	<ul style="list-style-type: none">• Verschiedene mathematische Schwerpunkte auf Proportionalität und berufsbezogene Sprachhandlungen je nach Kernaktivität (weitere Dokumente)	90 Minuten	<ul style="list-style-type: none">• Verschiedene Berufsbezüge

Die berufsbezogenen Kontexte des Lehr-Lern-Arrangements haben neben den typischen Situationen, in denen Jugendlichen auch im Alltag proportionalen Zusammenhänge begegnen (Einkäufe, Umrechnungen), vorrangig Bezug zu den Berufsfeldern Fahrzeug-, Holz-, Metall- und Elektrotechnik. Diese Berufsfeldbezüge können in den entsprechenden Aufgaben zu Umrechnungen jedoch leicht durch andere Kontexte ausgetauscht werden (Kontexte in Aufgaben auf Stufen 1a bis 1c). Komplexer werden die beruflichen Zusammenhänge und somit auch die beruflichen Sprachhandlungen und berufsfeldspezifischen Sprachmittel in den Kernaktivitäten auf Stufe 2 (die ausgelagert sind in Kernaktivitäten, siehe Kapitel 3.4).



Umsetzung der Prinzipien

1

Prinzip der Reaktivierung Inhaltlichen Denkens vor Kalkül

Für den Kompetenzaufbau kommt es entscheidend auf das inhaltliche Verständnis an: Obwohl proportionale Zusammenhänge eine hohe Alltagsrelevanz aufweisen, haben viele Lernende häufig kein inhaltliches Verständnis, wann sich ein Zusammenhang proportional verhält, weil sie z. B. nur unverstandene Rechenstrategien auswendig gelernt und wieder vergessen haben. Ohne fundiertes inhaltliches Verständnis besteht die Gefahr, dass die Lernenden sich beim Umgang mit proportionalen und nicht proportionalen Zusammenhängen an unverstandenen Lösungsverfahren (z. B. Dreisatz) orientieren oder Übergeneralisierungen vornehmen, weil sie nicht in der Lage sind, proportionale von nicht proportionalen Zusammenhängen zu unterscheiden. Doch die Rechenverfahren kann nur anwenden, wer Situationen in mathematische Fragestellungen übersetzen kann. Zu einem inhaltlichen Verständnis gehört insbesondere, auf die *Zuordnungs- und Kovariationsvorstellung* zurückgreifen zu können. So könnte je nach Vorkenntnissen in der Lerngruppe im berufsfachschulischen Mathematikunterricht zwar beim Lernen von Proportionalität direkt mit den Rechenstrategien angesetzt werden, adaptiv sollten jedoch die multiplikativen Strukturen und ihr Zusammenhang zur sukzessiven Addition (re-)aktiviert werden, wozu das Streifenbild in Abb. 3.6 besonders geeignet ist.

Aufgabe:

- Ergänzen Sie die fehlenden Werte in Kenans Tabelle und zeichnen Sie seine Schritte mit Pfeilen ein.
- Erklären Sie Leonies Bild:
 - Wieso zeichnet sie ein Rechteck mit 10 Zeilen?
 - Welche Rechenoperation passt zu den Rechteck mit den zehn 8er-Zeilen?
 - Welche Rechenoperation passt 10 l à 8€ pro Liter?
 - Wie sieht man Kenenas Schritte in Leonies Bild?

Öl in Liter	Preis in Euro
1	8
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

1 l

10 l à 8 € pro Liter

8 €

Abb. 3.6: Aufgabenbeispiel zu additiven und multiplikativen Strukturen in Tabelle und Streifenbild

2

Prinzip der reichhaltigen Diskursanregungen mit lexikalischen Scaffolds

Die Teilaufgabe in Abbildung 3.7 (unten) regt dazu an, für und gegen Proportionalität zu argumentieren. Dabei handelt es sich zusammen mit der Sprachhandlung „Erklären der Bedeutung von Proportionalität“ um die relevanteste Sprachhandlung zum Aufbau konzeptuellen Wissens zur Proportionalität. Auch das Diskutieren von Rechenstrategien zu Beginn des Lehr-Lern-Arrangements sind wichtige Diskursanregungen, mit denen immer wieder das Berichten, Erläutern, Erklären und Begründen angeregt wird, dabei darf jedoch zwingend die Anbindung an die Bedeutung nicht vernachlässigt werden. Dafür enthalten die konzeptuell reichhaltigen Sprachspeicherseiten jeweils die notwendigen lexikalischen Scaffolds (siehe Abbildung 3.7 oben).

4

Prinzip der Darstellungs- & Sprach-ebenenvernetzung

Das inhaltliche Denken erfordert nicht die formalbezogenen Sprachmittel zu den verschiedenen Rechenwegen (fester Faktor, multiplizieren, dividieren), sondern vor allem solche, die zum Erklären ihrer Bedeutung relevant sind. Damit die Lernenden die Sprachhandlung Erklären von Bedeutung ausführen können, werden diese bedeutungsbezogenen Sprachmittel an die verschiedenen Darstellungen (Streifenbild, Tabelle, Doppelskala) angeknüpft.



Wichtigste Sprachhandlungen zum Aufbau konzeptuellen Wissens zur Proportionalität:

- Erklären der Bedeutung von Proportionalität
- Argumentieren für und gegen Proportionalität

a) Die Tabelle auf der nächsten Seite zeigt den **proportionalen Zusammenhang** zwischen den Währungen Euro und Kuna.

- Berechnen Sie die fehlenden Werte.
- Markieren Sie mit Pfeilen, wie Sie gerechnet haben.

b) Beschriften Sie die Tabelle mithilfe der folgenden Satzbausteine.

Um welche Größen geht es?

- Erste Größe
- Zweite Größe
- In der linken / rechten Spalte der Tabelle

Wie verändern sich die Werte?

- von Zeile zu Zeile
- von oben nach unten
- pro Portion der ersten Größe
- hinzu kommen / es kommt immer ... hinzu
- gleichmäßig mehr werden
- in jedem Schritt
- vervielfachen, (verdreifachen, vervierfachen, usw.)

Geld in Euro	Geld in kroatischer Kuna
1	
4	30
20	
60	450
100	

- Prüfen Sie, ob die Zusammenhänge zwischen den beiden Größen „Anzahl“ und „Preis“ in den Tabellen 1 bis 3 proportional sind.
- Überlegen Sie für die Preisgestaltung im Beruf:
Was kann dafür sprechen, Preistabellen nicht proportional zu gestalten?

Tabelle 1		Tabelle 2		Tabelle 3	
Anzahl	Preis in €	Anzahl	Preis in €	Anzahl	Preis in €
2	24	14	56	26	0,20
3	36	32	128	78	0,60
6	72	113	452	156	1,20

Abb. 3.7: Wichtigste Sprachhandlungen und Sprachmittel im Lehr-Lern-Arrangement

Das Sprachspeicherseiten-Beispiel in Abbildung 3.7 (rechts, siehe auch Abb. 2.2 mit Sprachspeicherplakat) zeigt, wie die Sprachmittel zum Erklären von Proportionalität (erste Größe, zweite Größe und verschiedene Sprachmittel für die feste Änderung pro Schritt) mit der Tabelle verknüpft werden. Die berufsbezogene Sprachebene wird vor allem auf Stufe 2 im Lernpfad berücksichtigt. (Metall-)Technische Kontexte haben besonderes Potential, sprachliche Reflexionsaktivitäten zu initiieren, wenn die Fachsprache der Mathematik (Proportionalitätsfaktor, Steigung) mit berufsbezogener Fachsprache (Steigung einer Schraube, Gewindetypen etc.) vernetzt werden. Tabelle und Doppelskala fungieren im Lehr-Lern-Arrangement als das durchgängige numerische und graphische Darstellungsmittel, an denen jeweils die Beziehungen der in Kontextsituationen genannten Größen sowie die Veränderung sortiert werden können. So ergeben sich aus der Darstellungsvielfalt und den verschiedenen Sprachebenen sprachlich reichhaltige Zuordnungsaufgaben zum Erklären und Begründen der (Nicht-)Passung (siehe Abbildung 3.8 links) sowie zum Anwenden und Einschleifen der relevanten bedeutungsbezogenen Sprachmittel (siehe Abbildung 3.8 rechts).

Erläuterungen zum *Prinzip der beruflich-kommunikativen Reichhaltigkeit* folgen in Kapitel 3.4 für die themenspezifischen Lehr-Lern-Arrangements.



Tabelle 1		Tabelle 2		Tabelle 3	
Anzahl	Preis in €	Anzahl	Preis in €	Anzahl	Preis in €
2	24	14	56	26	0,20
3	36	32	128	78	0,60
6	72	113	452	156	1,20

• Ordnen Sie dann die Beschreibungen in den Sprachblasen A bis F den Tabellen zu.
 • Füllen Sie die übrigen Sprechblasen aus für Tabellen, zu denen keine der Beschreibungen passen.
 • Erstellen Sie passende Tabellen für die übrig gebliebenen Sprechblasen.

A: Pro Portion kommen immer 12 € dazu.

B: Auf beiden Seiten verdreifacht sich der Wert.

C: [Empty]

D: Der ersten Größe wird das Vierfache der zweiten Größe zugeordnet.

E: Von Zeile zu Zeile verdoppelt sich der Wert.

F: [Empty]

Proportionale Strategien erläutern

Tim, Emily, Leonie und Kenan erklären proportionale Zusammenhänge verschieden. Wer hat sich dabei auf welches Bild oder welche Tabelle bezogen?

- Ordnen Sie die Erklärungen der Jugendlichen den **Darstellungen A bis D** zu.
- Begründen Sie Ihre Zuordnungen.

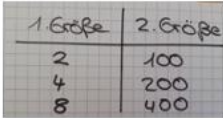
Leonie: Die feste Änderung ist 5, weil in jeder Zeile immer 5 dazu kommen.

Emily: Die Schrittlänge vervierfacht sich jeweils.

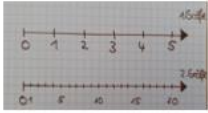
Kenan: Die Größen verdoppeln sich von Zeile zu Zeile.

Tim: Der Zusammenhang ist proportional, weil der feste Faktor in jeder Zeile 12 ist.


A



B



C



D




Abb. 3.8: Zuordnungsaufgabe aus dem Lehr-Lern-Arrangement



Tabelle 3.9: Überblick zu relevanten fachlichen und sprachlichen Lernzielen

Stufe	Fachliche Lernziele	Sprachliche Lernziele: Sprachhandlung und dazu notwendige Sprachmittel																																			
Stufe 1a Aktivierung des Vorwissens zu Rechenstrategien, Darstellungen und Bedeutung von Proportionalität	Multiplikative Struktur der Zuordnungsvorstellung und Kovariationsvorstellung erkennen	Erklären der Bedeutung der Multiplikation für Zuordnung: <ul style="list-style-type: none"> Pro Euro bekommt Kenan immer den gleichen Betrag in Lira. Für 1 Euro bekommt er 7 Lira, für 2 Euro 14 Lira usw. Erklären der Bedeutung der Multiplikation bei Kovariation: <ul style="list-style-type: none"> Wenn immer eine Einheit hinzugenommen wird, dann wird die zweite Größe auch um die gleiche Zahl mehr. Man zählt in Schritten. 																																			
	Konzept von proportionalen Zusammenhängen bezüglich des Begriffs „pro Portion“ verstehen	Erklären der Bedeutung von „pro Portion“: <ul style="list-style-type: none"> Beide Größen haben den Ausgangswert null und dann kommt <i>pro Portion immer das Gleiche</i> hinzu. Das <i>Verhältnis bleibt gleich</i>, also bekommt man für doppelt so viel (Euro, Geld, ...) auch zu doppelt so viel (Waren, ...). 																																			
	Darstellungen (wieder-)lernen: Doppelskala, Tabelle, ggf. Streifenbild	Erklären der charakteristischen Eigenschaften von Proportionalität in graphischen und numerischen Darstellungen: <ul style="list-style-type: none"> In der Tabelle kommt von Zeile zu Zeile immer derselbe Wert hinzu. Die 1. Größe und 2. Größe verändern sich gleichmäßig. 																																			
Stufe 1b Proportionalität prüfen	Proportionale von nicht proportionalen Zusammenhängen unterscheiden	Argumentieren für oder gegen proportionale Zusammenhänge zwischen gegebenen Größen: <ul style="list-style-type: none"> Der Zusammenhang ist proportional, weil der feste Faktor <i>sich nicht ändert</i>, weil Schritt für Schritt <i>immer das Gleiche hinzukommt</i> und, weil der Graph im Koordinatensystem eine Gerade durch Null <i>darstellt</i>. Der Zusammenhang ist nicht proportional, weil die Portionen verschieden groß sind, d.h. es kommt nicht immer nicht gleich viel dazu. 																																			
	Rechenstrategien flexibel anwenden	Erläutern verschiedener Rechenstrategien: <ul style="list-style-type: none"> Auf beiden Seiten der Tabelle multipliziere oder dividiere ich mit der gleichen Zahl. Wenn ich die Werte der 1. Größe addiere, addieren sich auch die zugehörigen Werte der 2. Größe. Begründen der Wahl einer Rechenstrategie: <ul style="list-style-type: none"> Wenn viele verschiedene große Werte der 2. Größe gesucht sind, ist es geschickt, mit dem festen Faktor zu rechnen. 																																			
Stufe 1c Geschickt mit proportionalen Zusammenhängen rechnen	Rechenstrategien flexibel und sicher anwenden	Erläutern verschiedener Rechenstrategien: <ul style="list-style-type: none"> Um den festen Faktor zu berechnen, teile ich den Wert der 2. Größe durch den zugehörigen Wert der 1. Größe. Wenn ich einen Wert der 1. Größe mit dem festen Faktor multipliziere, erhalte ich den passenden Wert der 2. Größe. Der Wert der zweiten Größe zu einer Portionsgröße 1 ($x=1$) entspricht dem festen Faktor. 																																			
	Passende Zahlwerte für geschicktes, schnelles Rechnen in Tabellen finden	Portionsgrößen begründen <ul style="list-style-type: none"> Es ist geschickt von 200 auf 20 runterzurechnen, weil 20 zehn Mal in 200 passt. 																																			
2 Beruflich reichhaltige Anwendungen	Dekodieren beruflicher Texte, Sprache anwenden in beruflichen Kommunikationssituationen <table border="1" style="font-size: small; width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Zucker (in 100 g/ml)</th> <th>Zucker (in 100 g/ml) pro Portion des Produktes</th> <th>Zucker pro Portion (in g)</th> <th>Nachgerechnete Referenzmenge (in g)</th> <th>Tägliche Zucker-empfehlung (in g)</th> <th>Zucker pro Portion (in %) der empfohlenen Zuckerempfehlung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kruppenmehl</td> <td>24 g</td> <td>12 g</td> <td>12 g</td> <td>50 g</td> <td>50 g</td> <td>24 %</td> </tr> <tr> <td>Maisstärke</td> <td>11 g</td> <td>55 g</td> <td>55 g</td> <td>90 g</td> <td>50 g</td> <td>110 %</td> </tr> <tr> <td>Dinkmehl</td> <td>3 g</td> <td>9,7 g</td> <td>9,7 g</td> <td>88 g</td> <td>50 g</td> <td>19,4 %</td> </tr> <tr> <td>Toast</td> <td>0,9 g</td> <td>1,5 g</td> <td>1,5 g</td> <td>75 g</td> <td>50 g</td> <td>3 %</td> </tr> </tbody> </table>		Zucker (in 100 g/ml)	Zucker (in 100 g/ml) pro Portion des Produktes	Zucker pro Portion (in g)	Nachgerechnete Referenzmenge (in g)	Tägliche Zucker-empfehlung (in g)	Zucker pro Portion (in %) der empfohlenen Zuckerempfehlung	Kruppenmehl	24 g	12 g	12 g	50 g	50 g	24 %	Maisstärke	11 g	55 g	55 g	90 g	50 g	110 %	Dinkmehl	3 g	9,7 g	9,7 g	88 g	50 g	19,4 %	Toast	0,9 g	1,5 g	1,5 g	75 g	50 g	3 %	Dekodieren berufsbezogener Texte und Diagramme: <ul style="list-style-type: none"> Die empfohlene Referenzmenge gibt an, wie viel Gramm Zucker man am Tag maximal zu sich nehmen sollte. Erklären irreführender Informationsangaben: <ul style="list-style-type: none"> Das Toastbrot enthält laut Verpackung 1,5 g Zucker pro Portion, was 2 % der empfohlenen Referenzmenge darstellt. Gegeben sind also Teil und Anteil, gesucht ist das Ganze, in Gramm. Das sind 75 g (2 % von 75 g sind 1,5 g).
	Zucker (in 100 g/ml)	Zucker (in 100 g/ml) pro Portion des Produktes	Zucker pro Portion (in g)	Nachgerechnete Referenzmenge (in g)	Tägliche Zucker-empfehlung (in g)	Zucker pro Portion (in %) der empfohlenen Zuckerempfehlung																															
Kruppenmehl	24 g	12 g	12 g	50 g	50 g	24 %																															
Maisstärke	11 g	55 g	55 g	90 g	50 g	110 %																															
Dinkmehl	3 g	9,7 g	9,7 g	88 g	50 g	19,4 %																															
Toast	0,9 g	1,5 g	1,5 g	75 g	50 g	3 %																															



3.3 Funktionsgraphen verstehen – Ein Lehr-Lern-Arrangement zum Kompetenzaufbau

Katharina Zentgraf, Susanne Prediger & Eva Norén

Das Unterrichtsmaterial des Lehr-Lern-Arrangements (Zentgraf, Prediger & Berkemeier 2020) kann am Berufskolleg in der Ausbildungsvorbereitung in internationalen Förderklassen genutzt werden, ist aber insbesondere für Regelklassen mit einigen Neuzugewanderten gedacht. Hierzu zählen gerade die Berufsfachschule I und II, bei der es sich um Lernende in der Berufsvorbereitung handelt, die berufsbezogene Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten erlangen, um den Hauptschulabschluss nach Klasse 10 oder den mittleren Schulabschluss zu erwerben.

Das Material stellt reichhaltige sprachliche Produktionsanforderungen für alle Lernenden, die Texte sind dennoch sprachlich angepasst an ein mittleres grammatisches Niveau von Sprachanfängerinnen und -anfängern nach ca. 12-18 Monaten Deutsch-Unterricht. Die sprachliche Adaption ist dabei an einem von Berkemeier und Schmidt (im Druck) entwickelten Grammatik-Raster orientiert. Beispielsweise sind Operatoren, die aus grammatischer Sicht über dem anvisierten Niveau liegen, entweder durch einfachere Formulierungen ersetzt (z. B. Aufgabe 3a) oder durch zusätzliche Fragen erklärt (z. B. Aufgabe 3b).

Tabelle 3.10: Strukturierung des Lehr-Lern-Arrangements Funktionsgraphen verstehen

Stufe im Lernpfad	Mathematische und sprachliche Inhalte	Zeit	Aufgaben und Kontexte
Stufe 1a Aktivierung des Vorwissens	<ul style="list-style-type: none">• Beschreibung des Zusammenhangs von Wassermenge und Füllhöhe in eigenen Füllexperimenten• Einzelne Wertepaare inhaltlich deuten und in verschiedenen Darstellungen miteinander vergleichen	90 Minuten	Aufgaben 1 und 2: <ul style="list-style-type: none">• Füllexperimente
Stufe 1b (Wieder-)Erarbeiten von inhaltlichem Verständnis	<ul style="list-style-type: none">• Einführung der bedeutungs- und formalbezogenen Sprachmittel am Sprachspeicher• Gemeinsame Veränderung der beiden Größen deuten anhand von Wertepaaren oder qualitativ	90 Minuten	Aufgaben 3-6: <ul style="list-style-type: none">• Füllexperimente
Stufe 1b Vertiefen von inhaltlichem Verständnis im neuen Kontext	<ul style="list-style-type: none">• Kontextwechsel zum vertieften Umgang mit unterschiedlichen Sprachregistern• Gemeinsame Veränderung der Größen in unterschiedlichen Darstellungen vernetzen	90 - 135 Minuten	Aufgaben 7-10: <ul style="list-style-type: none">• Entfernungsmessung• Planschbeckenaufgabe (optional)

Umsetzung der Prinzipien

1

Prinzip der (Re-)Aktivierung inhaltlichen Denkens vor Kalkül

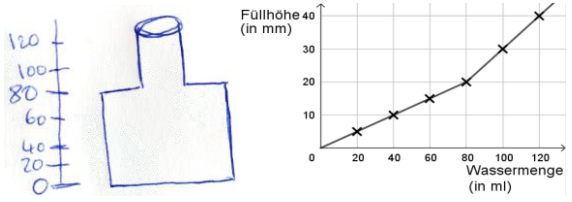
Für den Aufbau von Kompetenzen (hier im Bereich funktionaler Zusammenhänge) ist inhaltliches Verständnis entscheidend. Hierzu wird im Material zunächst stark die Eigenaktivität der Lernenden gefordert, indem diese sowohl die Füllexperimente als auch die Entfernungsmessung selbst durchführen und somit handelnd erleben sollen. Darüber hinaus soll durch die so entstandene Aktivierung der Rückbezug zur beziehungsweise die Vernetzung mit der situativen Darstellung erleichtert werden.



Dies wird durch den Dreischritt *Gefäßbreite – Füllgeschwindigkeit - Graphensteigung* im Material immer wieder eingefordert, sodass gleichzeitig das inhaltliche Verständnis der graphischen Darstellung gestärkt wird. Ohne diese wiederholte Vernetzungsaktivität, die stark die *Kovariationsvorstellung* fördert, tendieren Lernende teils zu schnell dazu, ihr Kalkülwissen (*breites Gefäß – schmaler Graph, schmales Gefäß – breiter Graph*) abzurufen, ohne dies jedoch auf komplexere Situationen oder andere Kontexte übertragen zu können. So fordert die Aufgabe in Abb. 3.11 beispielsweise explizit die inhaltliche sowie die sprachliche Verknüpfung der drei Ebenen ein und lässt die Lernenden somit ihr inhaltliches Wissen zur Deutung des Graphen nutzen (vorgegebene Satzanfänge kursiv gedruckt).

Aufgabe:
Du füllst immer 20 ml Wassermenge in das Glas.

- Zeichne: Welches Glas gehört zum Füllgraphen aus a)?
- Erkläre: Warum?



The graph shows a linear relationship between water volume (x-axis, 0 to 120 ml) and water height (y-axis, 0 to 40 mm). The slope is constant, indicating a uniform cross-section.

Lexikalische und grammatische Scaffolds				Mögliche Erklärung
Das Glas Die Füllhöhe Der Graph	ist wächst steigt	unten/oben in der Mitte am Anfang/am Ende	breit/schmal. schnell/langsam. gleichmäßig. steiler als/flacher als...	Das Glas ist unten breit und oben schmal. Deshalb: Die Füllhöhe wächst unten langsamer als oben. Deshalb: Der Graph steigt unten flacher als oben.

Abb. 3.11: Diskursiv anregende Aufgabe zur Unterstützung des inhaltlichen Denkens mit Scaffold

2

Prinzip der reichhaltigen Diskursanregungen mit lexikalischen Scaffolds

Das gesamte Material ist mit Blick auf die Zielgruppe der sprachlich sehr schwachen Lernenden (z. B. im 1.- 4. Jahr nach Neuzuwanderung oder mit erhebliche Leseschwächen) grammatisch entlastet, indem es in den Aufgabentexten nur einfache Satzstrukturen nutzt. Bzgl. der Sprachrezeption wird also ein *defensiver* Ansatz verfolgt. Gleichzeitig wird bzgl. Sprachproduktion ein *offensiver* Ansatz verfolgt: Lernende sollen immer wieder sprechen und schreiben, und zwar vor allem mathematiklernförderliche Sprachhandlungen des Beschreibens von Zusammenhängen und Erklären von Bedeutungen. Damit auch Lernende am Sprachanfang, d.h. Lernende, die erst wenige Jahre Deutsch lernen, reichhaltige Sprachhandlungen realisieren können, bietet das Unterrichtsmaterial sehr viele lexikalischen Scaffolds, und zwar sowohl für die bedeutungsbezogenen als auch formalbezogene Sprachmittel. So bietet die Aufgabe in Abb. 3.11 etwa ein in der Zweitsprachendidaktik oft genutztes Satzgitter an, mit deren Hilfe die Lernenden bezüglich des grammatischen Satzaufbaus sowie in Bezug auf lexikalische Sprachmittel entlastet werden und sich entsprechend auf die inhaltlichen Aspekte fokussieren können. Auf diskursiver Ebene sollen sie dieses Scaffold nutzen, um die anspruchsvolle Sprachhandlung des Erklärens zu vollziehen. Weitere notwendige lexikalische Scaffolds werden im Sprachspeicher gesichert (vgl. Abb. 3.12).

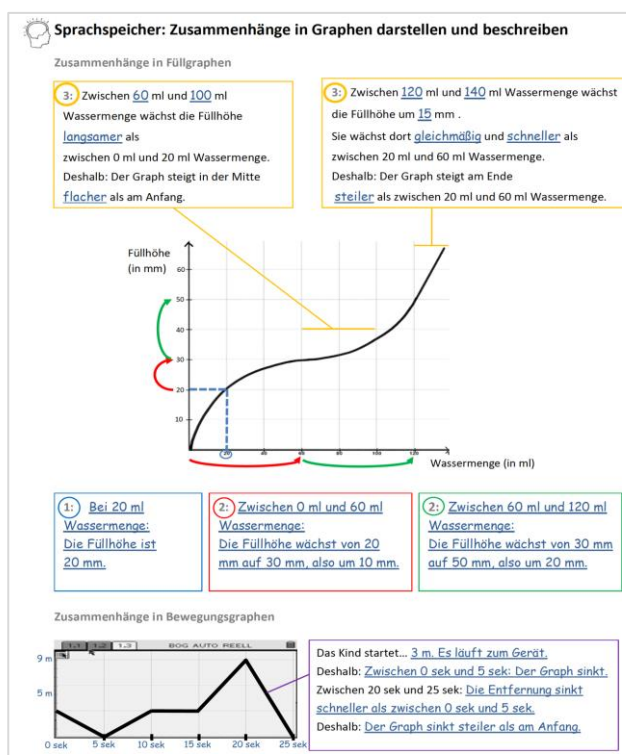


Abb. 3.12: Sprachspeicher aus dem Lehr-Lern-Arrangement

4

Prinzip der Darstellungs- & Sprach-ebenenvernetzung

Inhaltliches Denken erfordert also nicht die formalbezogenen Sprachmittel *steil* und *flach*, sondern eben diejenigen, die zum Erklären von Bedeutungen relevant sind. Diese werden in der (in Abb. 3.12 impliziten) Versprachlichung der Vorstellung der gemeinsamen Veränderung der Größen mit bedeutungsbezogenem Sprachmitteln wie *schneller als* wirksam. Abb. 3.13 zeigt eine entsprechend gemeinsame Einführung von bedeutungs- sowie formalbezogenen Sprachmitteln, die mit den eigensprachlichen Ressourcen der Lernenden aus den vorangegangenen Aufgaben (insbesondere Aufgaben 1 und 2) sowie gleichzeitig mit der graphischen und der situativen Darstellung verknüpft werden. Alle Aufgaben fordern zudem die Darstellungsvernetzung der graphischen mit entweder der situativen oder der tabellarischen Darstellung ein.

• Verbinde mit Tabelle b): Welcher Satz passt wohin?

1. Die Füllhöhe wächst hier eher langsam .	3. Deshalb: Der Graph steigt hier eher steil .
2. Die Füllhöhe wächst hier eher schnell .	4. Deshalb: Der Graph steigt hier eher flach .

Abb. 3.13: Aufgabe aus dem Lehr-Lern-Arrangement: Einführung von Sprachmitteln zur Steigung von Graphen

3

Prinzip der beruflich-kommunikativen Reichhaltigkeit

Das Prinzip der beruflich-kommunikativen Reichhaltigkeit wird auf dem elementaren Sprachniveau der hier adressierten Zielgruppe und zum Kompetenzaufbau in diesem Lehr-Lern-Arrangement zurückgestellt. Nach Durchlaufen dieses Lehr-Lernarrangements können sich Kernaktivitäten anschließen, die von authentischen beruflichen Kommunikationssituationen ausgehen.



3.4 Kernaktivitäten zur Anregung reichhaltiger Kommunikationssituationen: Über Mathe sprechen im Beruf

Lena Wessel, Susanne Prediger, Andrea Stein, Monica Wijers, Vincent Jonker

Während die drei Kapitel 3.1 bis 3.3 Lehr-Lern-Arrangements zum Kompetenzaufbau vorgestellt haben, die ein ganzes Themenfeld bearbeiten (also Stufe 1a-1c aus der Strukturierung in Abb. 2.5), sollen nun Arrangements für die Stufe 2 zur Anwendung in beruflichen Kontexten vorgestellt werden, wir bezeichnen sie als **Kernaktivitäten**. Die Kernaktivitäten umfassen jeweils nur 1-3 Unterrichtsstunden und können an die anderen Lehr-Lern-Arrangements angeschlossen oder vertiefend im Bildungsgang B2 zur Wiederholung eingesetzt werden. Sie kombinieren das zweite und dritte Prinzip:

Fachliches Lernziel: Mathematischer Kompetenzaufbau	Sprachliches Lernziel: Mathematische Sprachhandlungen und Sprachmittel
Stufe 1a: Aktivieren von Vorerfahrungen in mathematisch reichhaltigen Alltagssituationen mit informellen Denkweisen	Stufe 1a: Aktivieren eigensprachlicher Mittel zum Beschreiben von Situationen und Erklären individueller Denkweisen
Stufe 1b: Wieder-Erarbeiten und Vertiefen von inhaltlichem Verständnis für Konzepte in vertrauten Alltags- und beruflichen Kontexten	Stufe 1b: Etablieren eines gemeinsamen bedeutungsbezogenen Denksprachschatzes zum Erklären von Bedeutungen
Stufe 1c: Wieder-Erarbeiten und Vertiefen von Rechenwegen, kontextfrei oder in vertrauten beruflichen Kontexten	Stufe 1c: Anknüpfen der formalsprachlichen Mittel an bedeutungsbezogene Sprachmittel zum Erläutern und Begründen von Rechenwegen
Fachliches Lernziel: Anwendung in beruflichen Kontexten	Sprachliches Lernziel: Berufsbezogene Sprachhandlungen und Sprachmittel
Stufe 2: Anwenden der Konzepte und Rechenwege in komplexeren beruflichen Kontexten	Stufe 2: Erfassen komplexerer Texte, Bewältigen berufsbezogener Sprachhandlungen in reichhaltigen Kommunikationssituationen

2

Prinzip der reichhaltigen Diskursanregungen mit lexikalischen Scaffolds

3

Prinzip der beruflich-kommunikativen Reichhaltigkeit

Die Kernaktivitäten sind relevant und notwendig, um bedeutungsbezogene Vorstellungen und Sprachhandlungen zu mathematischen Konzepten nachhaltig zu konsolidieren und Jugendliche dazu zu befähigen, diese flexibel über verschiedene Kontexte und Situationen hinweg anzuwenden. Damit können sie auch den Transfer von bekannten, alltagsnahen Situationen auf eher unvertraute, häufig etwas komplexere berufliche Anwendungssituationen anregen. Für die Jugendlichen heißen die Kernaktivitäten „Über Mathe sprechen im Beruf“.

Die Bearbeitung der kommunikationsaktivierenden Kernaktivitäten erfolgt nach dem mathematischen Vorstellungsaufbau in vertrauten Kontexten, d.h. die Kernaktivitäten sind eher am Ende eines Lehr-Lern-Arrangements verortet und initiieren die Anwendung und den Transfer von Vorstellungen und Rechenverfahren in komplexere berufliche Kontexte. Die Komplexität ergibt sich aus einer größeren Authentizität durch weniger didaktische Reduktionen sowie durch sprachlich höhere Anforderungen aufgrund von berufskontextbezogener dichter Sprache und entsprechendem Berufssprachschatz, aber auch durch die oft etwas verwickeltere Nutzung der Mathematik in diesen Kontexten (vgl. Kaiser 2019).

Berufsbezogene Kommunikationssituationen, die das richtige Maß an Herausforderung und Motivation treffen, aber dennoch möglichst nicht überfordern sollen, müssen sorgfältig gewählt und ggf. angepasst werden. Um bedeutungsbezogene Kommunikation anzuregen, starten die Kernaktivitäten jeweils mit sehr offenen Einstiegsszenarios (die für stärkere Lernende als alleinige Impulse ausreichen könnten) und werden dann durch sukzessive Unterstützung für alle Lernenden bewältigbar strukturiert. Die Kernaktivitäten bieten jeweils Varianten zur inneren Differenzierung für starke und schwache Lernende, wobei stark und schwach hier nicht nur auf mathematische Kompetenz bezogen wird, sondern insbesondere auch auf Faktoren wie z. B. Selbstregulation, Motivation, Problembewusstsein etc.

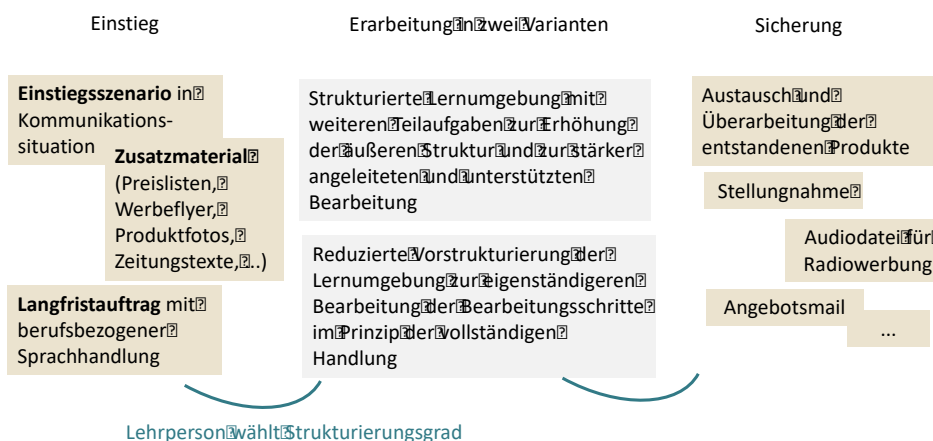


Abb. 3.14 Phasen-Struktur der Kernaktivitäten

Im Projekt LaMaVoC hat sich die in Abbildung 3.14 abgedruckte Phasen-Struktur bewährt: Ein Einstiegsszenario führt in die Kommunikationssituation ein, Zusatzmaterial konkretisiert ggf. das Szenario. Gleich zu Beginn wird der Langfrist-Auftrag benannt. Die Lehrkraft strukturiert dann den Auftrag mithilfe weiterer Teilaufgaben weiter oder lässt stärkere Lerngruppen sie eigenständiger bearbeiten. Alle Kernaktivitäten arbeiten auf ein sprachlich anspruchsvolles Produkt zu, z. B. Stellungnahmen, Hörspiele, Werbetexte oder ähnliches.

Die komplexen mathematischen und berufsbezogenen Sprachhandlungen werden in den Kernaktivitäten in verschiedene Kommunikationssituationen eingebettet. Je nachdem, wer mit wem in der Kommunikationssituation kommuniziert (vgl. Übersicht in Tabelle 3.15), besteht die Anforderung darin, die erarbeiteten Inhalte aufzufalten (um sie einem Novizen zu erklären) oder für die effiziente Expertenkommunikation zu verdichten.

Tabelle 3.15: Kategorien zur Entwicklung und Beschreibung von authentischen, berufsbezogenen Sprachanlässen

Kommunikationssituationen	Sprachhandlungen	Denkhandlungen	Umsetzung in verschiedene Textsorten
<ul style="list-style-type: none"> unter Kolleginnen und Kollegen: Fachpersonal unter sich zwischen Expertinnen und Novizen: z.B. Vorgesetzte und Auszubildende oder Praktikanten, Auszubildende als Expertin gegenüber Praktikanten zwischen Expertinnen und Kunden: Angestellte in einem Unternehmen oder Geschäft und Kundinnen mit spezifischen Fragen oder Aufträgen 	<p>Mathematische Sprachhandlungen (Abb. 1.5), z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bedeutung erklären Begründen Fehler erklären <p>Berufsbezogene Sprachhandlungen (Abb. 1.6), z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> planen, ermitteln, klären, absprechen, nachfragen, übergeben, entscheiden, diskutieren, abwägen beraten, erstellen 	<p>Auffalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> aus präzisen, hoch kondensierten (verdichteten) Sätzen, Abbildungen oder Textbausteinen den Kern herausarbeiten und explizit machen; erklären, wie und warum man zu einer Entscheidung gelangt <p>Verdichten:</p> <ul style="list-style-type: none"> Umkehrhandlung zum Auffalten, um prägnanter zu kommunizieren 	<ul style="list-style-type: none"> Mündliche oder schriftliche Präsentation E-Mail Sprachnachricht Telefonat Beratungsschat einer Firma auf Firmen-Homepage Video / Podcast Erklärvideo Werbetext für Homepage oder Flyer Audio-Werbung für Radio / Podcast
Quer zu Sprachhandlungen und Denkhandlungen liegen	<p>Benötigte Sprachmittel:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bedeutungsbezogener Sprachschatz inklusive graphischer Darstellungen Formalbezogener Sprachschatz Berufsbezogener Sprachschatz 		



Tabelle 3.16 zeigt einen Überblick über Kommunikationssituationen, Sprach- und Denkhandlungen der Kernaktivitäten, die im LaMaVoC-Material bereits umgesetzt sind.

Tabelle 3.16: Überblick entwickelter Kernaktivitäten des LaMaVoC-Materials

Kommunikations-situationen	Mathematiklernförderliche und berufsbezogene Sprachhandlungen in entwickelten Kernaktivitäten	Methodische / Rollen-Umsetzung
Kommunikation unter Kolleginnen und Kollegen	Kernaktivität „Übergabe“: In der Tischlerei berufliche Abbildungen und Tabellen interpretieren und erklären <ul style="list-style-type: none"> Berufsfeldspezifische Konzepte erklären (Lagerkosten, Regel-, Fein-, Grobgewinde, Steigung einer Schraube) 	Übergabe <ul style="list-style-type: none"> In der Rolle eines Auszubildenden erstellen die Jugendlichen eine präzise Sprachnachricht
Kommunikation zwischen Expertin und Novize	Kernaktivität „Kaufempfehlung“: Preisvergleich im internationalen Handy-Einkauf <ul style="list-style-type: none"> Einen typischen Fehler beim Umgang mit Prozenten erklären Eine Kaufempfehlung nach Kostenvergleich begründen Kernaktivität „Preisvergleich“: Angebote vergleichen mit Lagerkosten und Rabatten im Berufsfeld Holz <ul style="list-style-type: none"> Produkte und Angebote vergleichen Für die Empfehlung eines Angebotes argumentieren 	Kaufempfehlung <ul style="list-style-type: none"> In der Rolle als Auszubildende Ayleen Scheer erstellen die Jugendlichen ein Diagramm und halten eine mündliche Präsentation zur Kaufempfehlung Preisvergleich <ul style="list-style-type: none"> In der Rolle als Praktikant Hendrik Schmidt schreiben die Jugendlichen eine E-Mail an Ihren Chef
Kommunikation zwischen Expertin und Laie	Kernaktivität „Werbetext“: Einen Werbeflyer schreiben im Kontext Unverpackt Laden <ul style="list-style-type: none"> einen typischen Fehler in der Prozentrechnung erklären andere Kundinnen und Kunden überzeugen Kernaktivität „Stellungnahme“: als informierte Kundin eine Stellungnahme schreiben <ul style="list-style-type: none"> Berufsfeldspezifische Konzepte erklären (empfohlene Referenzmenge, tatsächliche Menge, Kalorienbedarf, Nährwerttabelle) Nährwertangaben auf Lebensmitteln verstehen und beurteilen Eine Beschwerde-E-Mail schreiben Patientenberatung <ul style="list-style-type: none"> Wachstumsdiagramme, Perzentilkurven und ihre Verläufe erklären Eltern auf Grundlage des verständigen Umgangs mit Wachstumsdiagrammen beraten Reifendruck <ul style="list-style-type: none"> Komplexe berufliche Tabellen lesen Kundinnen und Kunden Reifendrucktabellen erklären und zum Reifendruck Einstellen beraten 	Werbetext <ul style="list-style-type: none"> Aus Ladenbesitzerperspektive schreiben die Jugendlichen einen Werbetext für einen Unverpackt Laden Stellungnahme <ul style="list-style-type: none"> Aus Sicht des informierten Kunden / Kundin schreiben die Jugendlichen eine Beschwerde-E-Mail an eine Firma ihrer Wahl Patientenberatung <ul style="list-style-type: none"> Als Auszubildende einer Kinderarztpraxis formulieren die Jugendlichen beratende Antworten für Eltern Reifendruck <ul style="list-style-type: none"> Als Auszubildende im KFZ Bereich produzieren die Jugendlichen ein Erklärvideo zur Kundenberatung

In allen entwickelten Kernaktivitäten werden sowohl mathematiklernförderliche als auch berufsbezogene Sprachhandlungen eingefordert. Zur Bewältigung werden spezifische Sprachmittel (bedeutungsbezogen, formalbezogen, berufsbezogen) benötigt, diese werden je nach Kernaktivität explizit



erarbeitet. Für die Jugendlichen ist das „Über Mathe sprechen im Beruf“ abwechslungsreich, weil es unterschiedliche methodische Umsetzungen und Rollen erfährt. Die Lernaktivitäten haben für das berufsbezogene, fachliche Lernen hohes Potential, weil die Jugendlichen zu den kognitiven Aktivitäten des Auffaltens oder Verdichtens in authentischer Weise angeregt werden (siehe Prediger 2018 zum Auffalten und Verdichten logischer Strukturen).

Mögliche Umsetzungen der Kernaktivitäten sind auch für andere Textsorten denkbar. Die letzte Spalte verweist auch auf diejenigen Beispiele von Kernaktivitäten, für die ausgearbeitete Unterrichtsmaterialien mit kurzen Steckbriefen vorliegen. Die Kontexte sind exemplarisch gewählt und für den Mathematikunterricht in anderen beruflichen Sektoren leicht austauschbar.

Als mögliche Such- und Konstruktionsheuristiken für die Gestaltung weiterer Kernaktivitäten bieten sich an:

- *Anknüpfen an Situationen aus dem Praktikum:* Dazu können vorbereitend Sammel- und Reflexionsaufträge für die Praktikumsphase gegeben werden: In welchen Situationen im Praktikum hatten Sie mit Prozenten zu tun? Welche Rolle spielten Dreisatzberechnungen? Was war besonders schwer und was besonders leicht? Was war für Sie neu?
- *Anknüpfen an Praxisunterricht:* Welche Situationen können die Werkstatt-Lehrkräfte als besonders relevant benennen?
- *Analyse der kommunikativen Reichhaltigkeit* von Situationen im Berufsfeld anhand Typen von authentischen Kommunikationssituationen (siehe Tabelle 3.15) und Analyse möglicher vollständigen Handlungen im Berufsfeld (wird im Folgenden genauer ausgeführt).



4. Fortbildungen zum sprachbildenden Mathematikunterricht in der beruflichen Bildung: Fortbildungsinhalte, Prinzipien und Materialien

Susanne Prediger, Monica Wijers, Lena Wessel & Vincent Jonker

Sprachbildend Mathematik zu lehren, müssen viele Lehrkräfte erst lernen. In diesem Abschnitt werden die notwendigen Fortbildungsinhalte (Abschnitt 4.1) sowie Gestaltungsprinzipien und Materialien kurz vorgestellt (Abschnitt 4.2) und angedeutet, wie Multiplikatorinnen und Multiplikatoren für die Fortbildung qualifiziert werden können.

4.1 Fortbildungsinhalte: Expertise für sprachbildenden Mathematikunterricht aufbauen

Was genau sollen Lehrkräfte der beruflichen Bildung in Fortbildungen lernen können? In unserem Fortbildungskonzept gehen wir von der Lernlandkarte der Expertise für sprachbildenden Mathematikunterricht (Prediger 2019) in Abbildung 4.1 aus. Sie wurde entwickelt, indem die wichtigsten Aufgaben von Lehrkräften für den sprachbildenden Mathematikunterricht definiert wurden (siehe auch Einstieg in Kapitel 2), diese Aufgaben werden innerhalb des Expertisemodells als Jobs bezeichnet. Dann wurde durch Beobachtung von Unterrichtspraktiken von Lehrkräften und Diskussionen in Fortbildungen untersucht, welche didaktischen Werkzeuge, Orientierungen und Denk- und Wahrnehmungskategorien Lehrkräfte benötigen, um diese Jobs spezifisch für den Mathematikunterricht in der beruflichen Bildung auszufüllen.

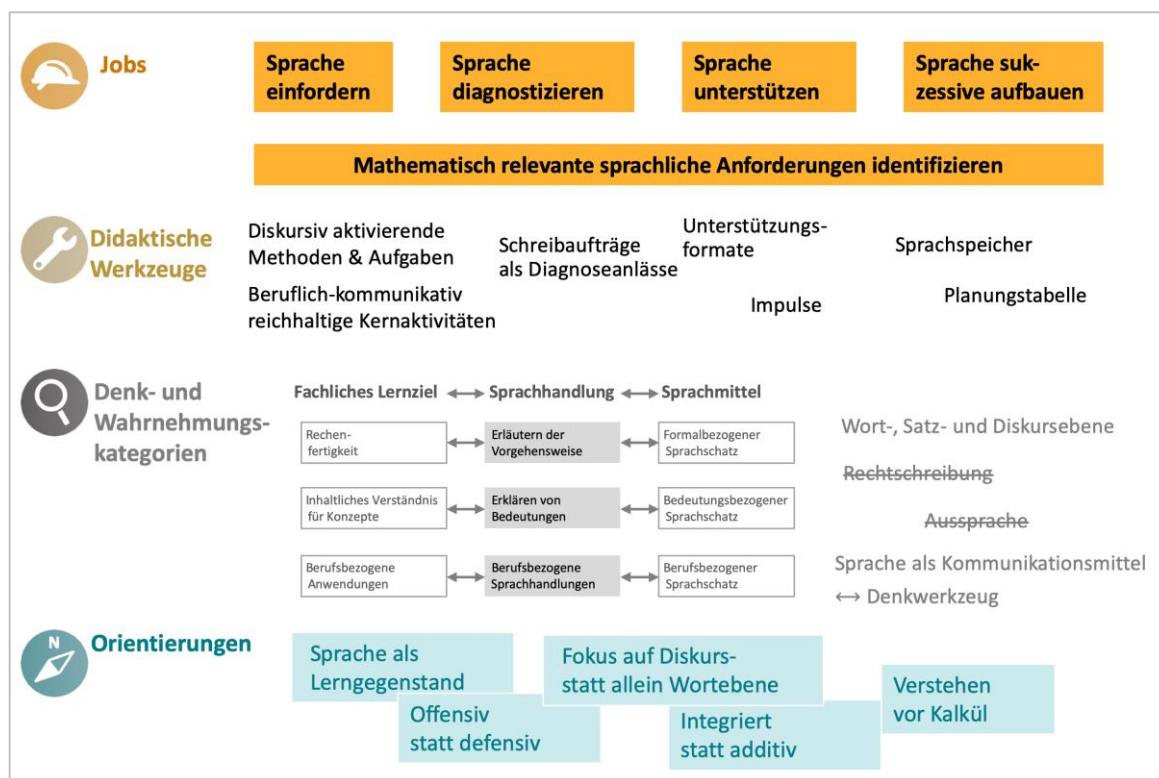


Abb. 4.1: Was Lehrkräfte in Fortbildungen lernen sollten: Landkarte der Expertise für sprachbildenden Mathematikunterricht (Prediger 2019)



Es reicht nicht aus, wenn Lehrkräfte aus Fortbildungen lediglich **didaktische Werkzeuge** wie Unterrichtsmaterialien zu Kernaktivitäten, Unterstützungsformate oder diskursiv aktivierende Methoden und Aufgaben mitnehmen. Ihr produktiver Einsatz gelingt nämlich nur dann, wenn auch die passenden Orientierungen und Kategorien entwickelt wurden. Folgende **sprachbildungsbezogenen Orientierungen** sind besonders relevant (vgl. Prediger 2019; Lucas & Villegas 2013):

- *Sprache als Lerngegenstand akzeptieren*: Lehrkräfte sollten auch für den Fachunterricht die Verantwortung für den Lerngegenstand Sprachkompetenz annehmen, sonst werden die Jobs nicht bearbeitet.
- *Offensiv statt defensiv*: In rein defensiver Orientierung würden alle sprachlichen Anforderungen reduziert werden, bis keine sprachlichen Lerngelegenheiten mehr bleiben. Eine offensive Orientierung dagegen zielt auf die Zone der nächsten Entwicklung und fordert Sprache ein, um so den sukzessiven Aufbau der Sprachkompetenzen zu ermöglichen (vgl. Abbildung 1.4)
- *Fokus auf Diskurs- statt allein Wortebene*: Die Auswahl der zu behandelnden sprachlichen Aspekte orientiert sich nicht nur an der Wortebene (d.h. am schlichten Vokabellernen), sondern auch an diskursiv reichhaltigen Sprachhandlungen wie Beschreiben, Erklären, Argumentieren.
- *Integriert statt additiv*: Sprachliche Anforderungen werden nicht als zusätzliche, vom fachlichen Lerngegenstand abgegrenzte Anforderungen angesehen und behandelt, sondern als integrierter Bestandteil zum Erreichen fachlicher und berufsbezogener Lernziele.
- *Verstehens- vor Kalkülorientierung*: Sprachbildende Ansätze werden insbesondere auf den Aufbau von Verständnis fachlicher Konzepte bezogen, nicht nur auf Rechenfertigkeiten. Diese mathematikdidaktische Orientierung ist gerade bei vielen fachfremd Unterrichtenden in der beruflichen Bildung nicht vorauszusetzen. Daher arbeiten die Fortbildungen systematisch fachdidaktisch auf, wie das Prinzip der (Re-)Aktivierung inhaltlichen Denkens vor Kalkül umgesetzt werden kann.

Auf welche **Denk- und Wahrnehmungskategorien** greifen diejenigen Mathematiklehrkräfte zurück, die erfolgreich sprachbildend unterrichten? Wer bei Sprache nur an Oberflächenkategorien wie Rechtschreibung oder Aussprache denkt, wird nicht die fachlich relevanten Anforderungen in den Blick nehmen und Sprache nicht als *Denkwerkzeug* begreifen. Die empirischen Analysen haben ergeben, dass für erfolgreiche Lehrkräfte die Kategorie *Sprachhandlungen* die wichtigste ist, und zwar sowohl beim Identifizieren sprachlicher Anforderungen als auch beim Diagnostizieren von Sprache: Wer nur auf die Kategorie *formalbezogene Vokabeln* achtet, verpasst die fachlich relevanten sprachlichen Anforderungen und macht Sprache zum Selbstzweck. Stattdessen ist es zentral, dass Lehrkräfte die mathematikbezogenen und berufsbezogenen Sprachhandlungen und ihren Zusammenhang zu den fachlichen Lernzielen in den Blick nehmen und dadurch die relevanten formal- und bedeutungsbezogenen sowie berufsbezogenen Sprachschätze berücksichtigen. Daher wurden die Kategorien *Lernziele – Sprachhandlungen – Sprachmittel* aus Abb. 1.5 um die wichtigen Kategorien der berufsbezogenen Sprachhandlungen und des berufsbezogenen Sprachschatzes ergänzt (Abb. 4.2).

Damit sich Lehrkräfte in dem Denken mit diesen Kategorien einüben können, beinhalten die Fortbildungen immer auch eine Analyse, welche

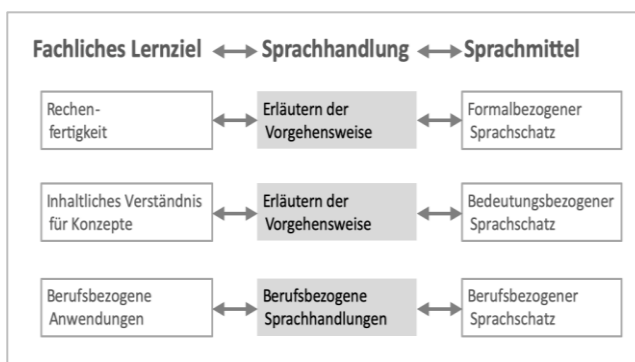


Abb. 4.2 Kategorien für die fachlichen und sprachlichen Lerngegenstände



fachlichen Lernziele genau für das jeweilige Unterrichtsthema zentral sind und welche Sprachhandlungen dabei zu fokussieren sind. So wird jeder Job um die berufliche Sprachebene erweitert gedacht, indem nicht nur die mathematische bedeutungs- und formalbezogene Sprache eingefordert wird, sondern auch die richtige Berufssprache, um ggf. berufsspezifische Rechenverfahren erklären zu können. Die diskursiv aktivierenden Methoden und Lehr-Lern-Arrangements stammen dazu aus berufsbezogenen Kontexten, um die verschiedenen Sprachebenen und die Wechsel zwischen diesen zu fördern. Sprachspeicher und Planungstabellen sind immer um die berufliche Sprache erweitert und dabei dem Prinzip der Vernetzung aller vier Sprachebenen Rechnung getragen.

Um diese Zusammenhänge jeweils fachbezogenen und themenbezogen herausarbeiten zu können, sollten die Fortbildungen dazu grundsätzlich fachbezogen und spezifisch für die berufliche Bildung organisiert sein, auch wenn sich die Jobs abstrakt fachunabhängig formulieren lassen.

Die Integration der mathematischen, sprachlichen und beruflichen Anforderungen erfolgt insbesondere über das didaktische Werkzeug der beruflich-kommunikativ reichhaltigen Kernaktivitäten (vgl. Abschnitt 3.4). Für ihre unterrichtliche Nutzung müssen Lehrkräfte insbesondere auch befähigt werden, den bedeutungsbezogenen Sprachschatz und den berufsbezogenen Sprachschatz geschickt zu verknüpfen und mit der Heterogenität der Lerngruppe in fachlicher und sprachlicher Hinsicht umzugehen. Nur so können sie ihren Unterricht nach dem Prinzip der beruflich-kommunikativen Reichhaltigkeit planen.

4.2 Gestaltungsprinzipien und Materialien für die Fortbildung

Die Fortbildungen sollten langfristig gestaltet sein, denn mit einmaligen Inputs ist die notwendige Unterrichtsentwicklung in ihrer Komplexität der Integration von fachlichen, berufsbezogenen und sprachlichen Lernzielen nicht zu bewältigen. Bewährt hat sich die in Abbildung 4.3 abgebildete Struktur mit vier Sitzungen gefolgt von Erprobungsphasen zum bereitgestellten Unterrichtsmaterial (aus Kapitel 3) über ein Schuljahr hinweg.

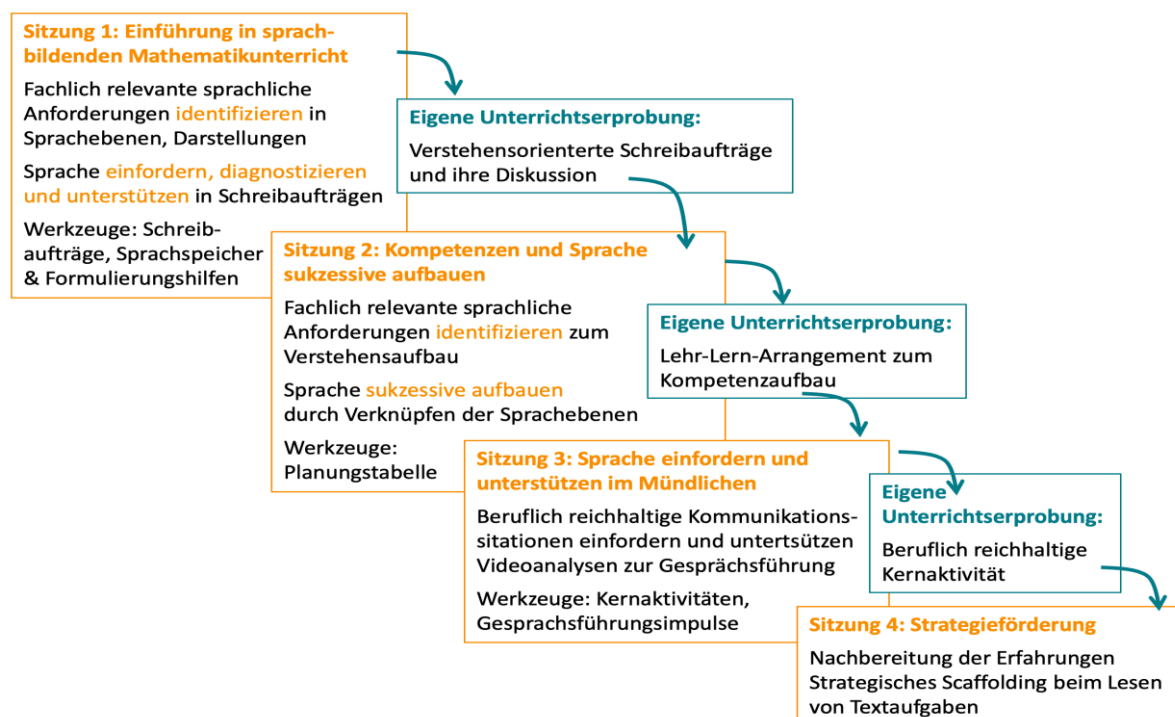


Abb. 4.3: Aufbau der vierteiligen Fortbildungsreihe



DZLM-Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen (Barzel & Selter 2015)

- Kooperationsanregung:** Gemeinsam arbeiten & sich austauschen
- Lehr-Lern-Vielfalt:** Sandwich-Modell & methodische Vielfalt
- Kompetenzorientierung:** transparente Kompetenz-Ziele & Fokus auf Entwicklung
- Teilnehmenden-Orientierung:** orientiert an Bedarfen & Lernvoraussetzungen
- Fallbezug:** Unterrichtssituationen als Ausgangspunkt & Anwendungsfeld
- Reflexionsförderung:** individuell & gemeinsam Unterricht reflektieren

Projektspezifische Ausschärfung in Fortbildungsaktivitäten:

Aktivitäten wie für Schülerinnen und Schüler:

- Aufgaben in Rolle der Schülerinnen und Schüler durcharbeiten, z. B. zur Darstellungs- und Sprachebenenvernetzung (← fachliche und sprachliche Lernziele erleben)
- Selbstversuch zum Schreibauftrag in anderer Sprache (← Sensibilisierung für Sprache als Lerngegenstand)
- Aktivitäten im didaktischen Handeln
- vollständige didaktische Handlung: Unterricht planen, durchführen, reflektieren (wird im Weiteren zergliedert)
- alltägliche oder berufliche Dokumente (Zeitungsartikel, Graph, Prospekte, Tabellen & Diagramme ...) auf Einsatzbarkeit im Unterricht untersuchen (← Sensibilisierung für authentische Anlässe und berufliche und mathematische Reichhaltigkeit)
- Aufgaben im Hinblick auf fachliche und sprachliche Anforderungen analysieren und zur Fokussierung auch fachliche und sprachliche Lernziele modifizieren (← Sprache einfordern und sukzessive aufbauen; offensiv statt defensiv; integriert statt additiv)
- Unterstützungsangebote analysieren und ausschärfen bzgl. formalbezogenem, bedeutungsbezogenem und berufsbezogenem Sprachschatz (← Sprache unterstützen)
- Lernendenprodukte oder Videos analysieren bzgl. Sprachhandlungen und Sprachmitteln (← Sprache diagnostizieren)
- eigene Unterrichtserfahrung anhand von Videos und Lernendenprodukten analysieren

Abb. 4.4: Gestaltungsprinzipien und typische Aktivitäten für die Fortbildung

Die Fortbildungsmaterialien bestehend aus PowerPoint-Folien mit integrierten Videos aus dem Unterricht in den Berufsfachklassen, Arbeitsaufträgen mit beruflichen Bezügen und Hintergrundmaterialien werden nach einmaliger Registrierung als Open Educational Resources über dzlm.de/1000 für alle Multiplikatorinnen und Multiplikatoren zur Verfügung gestellt.

Der Aufbau der Fortbildung folgt den in Abbildung 4.4 abgebildeten Gestaltungsprinzipien. Diese wurden im Projekt LaMaVoC für die spezifische Zielgruppe durch um die Beruflichkeit erweiterte Materialien und Arbeitsaufträge konkretisiert und insbesondere bzgl. folgender Fortbildungsaktivitäten ausgeschärft.

4.3 Qualifizierung für Fortbildende zum sprachbildenden Mathematikunterricht

Da die Fortbildung im Überschneidungsbereich von beruflichen, fachlichen und sprachlichen Anforderungen angesiedelt ist, sollte sie von Fortbildenden gehalten werden, die fachlich, fachdidaktisch und berufspädagogisch einen soliden Hintergrund haben. Für die sprachdidaktische Erweiterung der Expertise kann dann eine Qualifizierung sorgen, die mit den Fortbildungsmaterialien arbeitet und die zugrundeliegenden Prinzipien und Aktivitäten bewusst macht.

In Analysen von Fortbildungspraktiken hat sich gezeigt (Prediger & Pöhler 2019), dass ganz entscheidend für die Fortbildungsqualität ist, dass die Fortbildenden ein möglichst ausdifferenziertes Bild von den Lernzielen der Fortbildung haben: Wer sich der Landkarte der Expertise für sprachbildenden



Mathematikunterricht (Abb. 4.1) und der Besonderheit für den Unterricht im berufsbildenden Bereich bewusst ist, der kann

- gezieltere Auswahlentscheidungen treffen (z. B. „Sollen nur die generellen sprachbezogenen Orientierungen in Sensibilisierungsübungen aufgebaut werden, oder soll auch zum didaktischen Handeln in den verschiedenen Jobs befähigt werden?“),
- diagnostizieren, was den Lehrkräften vertraut ist und woran noch gearbeitet werden muss (z. B. „an dieser Schule ist Sprache einfordern schon sehr üblich, aber es wird zu wenig Sprache unterstützt“ oder „diese Lehrerin hat zwar die berufsbezogenen Sprachhandlungen schon im Blick, aber noch nicht die bedeutungsbezogenen.“),
- Fortbildungs-Aktivitäten adaptiv auswählen (z. B. „Hier sind schon alle überzeugt, dass Sprachbildung wichtig ist, den Selbstversuch zur Sensibilisierung können wir daher direkt zum Unterscheiden der Sprachhandlungen nutzen.“).

Diese vier Lehrkräfte haben zu Beginn der Fortbildung auf die Frage geantwortet, welche Ansätze sie bereits nutzen, damit sprachlich Schwache vom Unterricht profitieren.

Auftrag an Sie als Fortbildende:

- Diagnostizieren Sie: Wie würden Sie die Lernstände der Lehrkräfte in Bezug auf Jobs und Orientierungen einschätzen?
- Planen Sie: Welchen nächsten Lernschritt würden Sie jeweils anpeilen?

Mögliches Ergebnis:

Bereits da → Nächster Schritt

Sprache vermeiden → Defensiv → Offensiv statt defensiv

Sprache einfordern → Fokus auf Diskurs statt allein Wortebene

Integriert statt additiv → beides da, beides weiter stärken → Sprache unterstützen

Sprache einfordern → Sprache unterstützen → Fachlich relevante sprachliche Anforderungen identifizieren

Verstehen vor Kalkül

Doris:
- Wiederholungen; bei neuem Lerninhalt immer wieder Grundlagen abfragen
- Darstellungswechsel; hauptsächlich graphische Darstellungen, wenn möglich

Angela:
kleinere, deutliche Aufgabestellung
keine präzise Formulierungen
Verwendung von Bildmaterial - Anschauung

Paul:
- am Stundenanfang / Ende Zusammenfassungen gehen lassen
- "Satzsätze" als Merksatz / Rechenregel formulieren

Joran:
- Nutzung von Lückentexten und Hilfsmitteln allgemein
- häufige Wiederholung mit Verknüpfung
- Verschriftlichung und Verbalisieren von Lösungswegen
- Kooperative Lernformen

Abb. 4.5: Aktivität zur Qualifizierung von Fortbildenden: Aussagen von Lehrkräften diagnostizieren

In der Qualifizierung sollte daher immer wieder reflektiert werden, was die einzelnen Fortbildungs-Inputs und -Aktivitäten genau zum Aufbau der Expertise beitragen können und welche Schwerpunkte für die jeweilige Lehrkräfte-Gruppen gesetzt werden sollten. Dazu trägt auch Wissen über typische Professionalisierungswege von Lehrkräften durch die Jobs und Orientierungen bei, wie sie in der in Abb. 4.5 dokumentierten Aktivität für Fortbildende angedeutet ist.

Die Aufreihung zeigt einen typischen Professionalisierungsweg: Ausgangspunkt ist, Sprache überhaupt als ungleich verteilte Lernvoraussetzung und Lerngegenstand zu begreifen (den hat Doris noch nicht erreicht). Angela ist für sprachliche Anforderungen zwar bereits sensibilisiert, nutzt aber eine rein defensive Strategie im Umgang damit. Das nächste Ziel für Angela wäre, eine offensivere Orientierung zu entwickeln. Paul dagegen hat bereits eine offensive Orientierung und fordert immer wieder Sprache



ein. Er schaut dabei sogar bereits auf die Diskursebene, also auf die Sprachhandlungen statt nur auf das Vokabular. Auch eine integrierte Orientierung lässt sich ihm bereits attestieren, denn er plant sprachliche Lerngelegenheiten integrativ in den fachlichen Ablauf mit ein, gerade die Merksätze erscheinen ihm als Scharnierstelle. Als nächsten Lernschritt könnte Paul nun auch stärker auf das Unterstützen von Sprache achten. Joran hat sich sowohl den Job Sprache einfordern als auch Sprache unterstützen bereits zu eigen gemacht, interessant wäre bei ihm nun auch den Fokus auf Verständnis, statt nur Kalkül zu legen und so die relevantesten sprachlichen Anforderungen zu identifizieren.

Ebenso wie Lehrkräfte adaptiver auf ihre Lernenden reagieren können, wenn sie die typischen Ideen und Fehlvorstellungen kennen und diagnostizieren, können auch Fortbildende treffsicherer auf die teilnehmenden Lehrkräfte reagieren, wenn sie in der Fortbildung Aussagen wie diese einordnen.

Das Beispiel gibt einen Einblick, inwiefern für die Vorbereitung von Fortbildenden mehr notwendig ist als allein die Fortbildungsinhalte selbst, es lohnt sich, auch auf fortbildungsdidaktische Fragen einzugehen. Dies gilt für die berufliche Bildung in gleichem Maße wie für die allgemeinbildenden Schulen.



5. Fazit aus Sicht der Projektkoordination in der Bezirksregierung:

Mit Erasmus-Projekten Innovationen für die berufliche Bildung entwickeln: Durch sprachbildenden Mathematikunterricht in der Berufsfachschule die Handlungskompetenz stärken

Karsten Mielke & Andrea Stein

Aus welchem Grund ist die Mathematik eine Jahrtausende alte Kulturtechnik? Weil alle Menschen mathematische Kompetenzen benötigen. Kenntnisse in Mathematik unterstützen die Menschen in vielen Handlungs- und Entscheidungsprozessen, die sie in beruflichen, gesellschaftlichen und persönlichen Situationen treffen müssen.

Haben die Schülerinnen und Schüler an den allgemeinbildenden Schulen mathematische Zusammenhänge eher im persönlichen Kontext kennen gelernt, treffen sie am Berufskolleg auf einen Mathematikunterricht, der zusätzlich berufliche Inhalte zum Thema hat und sich an vollständigen beruflichen Handlungen orientiert. Die Lernenden haben diese Berufsfachschule mit ihrem spezifischen Berufsfeld möglichst interessensgesteuert ausgewählt. Nun können sie hier in einer neuen Lerngruppe neu starten.

„Im Fach Mathematik steht im Fachbereich Technik/Naturwissenschaften die Vermittlung mathematischer Basiskompetenzen einschließlich des kaufmännischen Rechnens im Vordergrund (Bildungsplan MSW NRW, S. 14).“ So steht es im Bildungsplan Mathematik für die Berufsfachschule. Die Inhalte des Mathematikunterrichts der Sekundarstufe I werden kurz wiederholt und mit dem beruflichen Kontext verknüpft. Dies bietet den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, einen neuen Anlauf zu nehmen und über die berufliche Handlungssituation das mathematische Thema als zusätzlich sinnstiftend zu erleben.

Im Projekt LaMaVoC konnte zum ersten Mal ein tieferer Einblick in die Lernstände der Jugendlichen bestimmter Berufskollegs gewonnen werden. Unter spezifischen Fragestellungen wurde Unterricht beobachtet, analysiert und diese Ergebnisse wurden in Lehrerfortbildungen implementiert. Dies hilft, um die Stärken der Beruflichen Bildung herauszustellen, aber auch ihre Schwächen offenzulegen. Denn: Die Lernenden der Projektschulen haben in zwei Schuljahren mit zwei Unterrichtsstunden Mathematik pro Woche keinen signifikanten Lernfortschritt erzielen können.

In dem Projekt haben sich folgende Aspekte als mögliche Ursachen herausgestellt:

- (1) Heterogenität:** Die Lerngruppen in den Berufsfachschulen sind sehr heterogen und dies in vielen Bereichen. Die Schülerinnen und Schüler bringen ganz vielfältige und äußerst individuelle Lernvoraussetzungen mit. Man findet Unterschiede in der sprachlichen Kompetenz (von beginnenden Deutschlernenden bis sehr starken Muttersprachlerinnen und -sprachlern), in den Ernährungs- und Schlafgewohnheiten, in der Nutzungsdauer und Nutzungskompetenz digitaler Endgeräte, in der Konzentrationsfähigkeit, sowie den unterschiedlichen Erfahrungen mit Erfolgen und Misserfolgen im Mathematikunterricht u.v.m. Diese Vielfalt kann man als Chance begreifen und annehmen. Dennoch wünschen sich die Bildungsbeteiligten eine Grundlage, auf der gemeinsam gestartet werden kann. Es ist daher wünschenswert, dass alle Lernenden, die in der Berufsfachschule und in vergleichbaren Bildungsgängen in den Niederlanden und Schweden starten, in Tests zur Prozentrechnung auf dem Niveau der Klasse 7 mehr als zwei Drittel der erreichbaren Punkte auch erreichen.
- (2) Fachdidaktische Expertise:** Es gehört zur zentralen fachdidaktischen Expertise von Lehrkräften, die Wiederholung der Unterrichtsinhalte an den fachdidaktischen Prinzipien der Verstehensorientierung und kognitiven Aktivierung ausrichten, damit die mathematischen Basiskonzepte verstanden werden können. Nicht alle Lehrkräfte sind darauf allerdings bereits gut vorbereitet, weil z. B. das



Studium auf Inhalte der Sekundarstufe II fokussiert hat oder sie Mathematik fachfremd unterrichten. Gerade für Jugendliche, die keinen Schulabschluss oder den Hauptschulabschluss besitzen, benötigt die berufliche Bildung fachdidaktisch besonders qualifizierte Lehrkräfte, die zentrale Verstehensgrundlagen und fachdidaktische Ansätze des Unterrichts der Sekundarstufe I kennen und einsetzen. Die bereits zur Verfügung stehenden Fortbildungen für Lehrkräfte der allgemeinbildenden Schulen könnten hier zusätzlich Verwendung finden. Sie müssten für die Lehrkräfte der Berufskollegs allerdings geeignet adaptiert werden, wie es auch in diesem Projekt beispielhaft geschah. Es ist möglich, weitere Erasmus-Projekte nach dem Beispiel von LaMaVoC zu beantragen, um die allgemeinbildenden und berufsbezogenen Fachdidaktiken der beruflichen Bildung zu fördern und zu integrieren.

- (3) Unterrichtszeit:** Um die Inhalte in der Berufsfachschule in einem Jahr zu wiederholen, stehen den Mathematiklehrkräften deutlich weniger Unterrichtsstunden pro Woche zur Verfügung als in den fünf Schuljahren in der Sekundarstufe I. Die Lernenden benötigen insgesamt mehr Unterrichtszeit im Fach Mathematik, um die Lerninhalte verstehen und üben zu können. Immer dann, wenn der Mathematikunterricht dazu beiträgt, in beruflichen, gesellschaftlichen und persönlichen Situationen kompetent handeln und entscheiden zu können, ist die Anbahnung eines Lernprozesses wahrscheinlicher. Im Rahmen des Schulversuchs zur Talentschule könnte geprüft werden, mit welchen unterrichtszeitlichen Ressourcen es gelingen kann, die Schülerinnen und Schüler optimal in Mathematik zu fördern, um die Bildungsziele zu erreichen.
- (4) Praxisnahe Veröffentlichungen:** Die Hauptaufgabe der beruflichen Bildung ist, die Jugendlichen für einen Beruf zu qualifizieren. In den Bildungsgängen des Berufskollegs werden zusätzlich die Inhalte der allgemeinbildenden Fächer wie Deutsch, Mathematik, Englisch, Wirtschaft und Politik vermittelt. In die fachdidaktische Forschung der Sekundarstufe I der Allgemeinbildung werden viele finanzielle Mittel investiert. Unterricht wird genau erfasst, analysiert und weiterentwickelt. Es entstehen Forschungsergebnisse, auf deren Grundlage die Vermittlung und das Verstehen von mathematischen Konzepten bei Kindern und Jugendlichen effektiver erfolgen kann. Die Forschungsergebnisse der Fachdidaktiken der Allgemeinbildung sollten über gezielte Veröffentlichungen für die berufliche Bildung auch den Lehrkräften der beruflichen Schulen zur Verfügung gestellt werden.

Impulse aus dem LaMaVoC-Projekt im Regierungsbezirk Arnsberg sind in das Kooperationsprojekt Talentschulen des Landes NRW eingegangen, 13 Berufskollegs aus allen Regierungsbezirken im Land NRW starteten ein Kooperationsprojekt SiMa-BK zum berufsbezogenen, sprachlichen und fachlichen Lernen in der Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Susanne Prediger von der TU Dortmund. Die in den drei vergangenen Jahren erprobte Praxis wird weiter angewendet, um die Lernenden in der Ausbildungsvorbereitung und in den Berufsfachschulen für ihren Lernerfolg in Mathematik bestmöglich zu unterstützen. Die 13 teilnehmenden Berufskollegs bilden ein Fach-Netzwerk, das gemeinsame Konzepte und Materialien entwickelt, die an den Talentschulen erprobt werden und anschließend an anderen Berufskollegs genutzt werden können. Über die Fortbildung für Lehrerinnen und Lehrer können die Konzepte verbreitet werden, so dass auch über die Projektschulen hinaus eine Beteiligung an den Ergebnissen möglich ist.

Diese Ergebnisse sind in Kooperation mit Niederlande und Schweden entstanden. Ohne LaMaVoC wäre ein solch vertiefter, länderübergreifender Einblick nicht möglich gewesen. Nun folgen länderspezifische Maßnahmen, um den sprachbildenden Fachunterricht in der beruflichen Bildung weiter zu optimieren.



6. Anhang

6.1 Referenzen zu den vorgestellten Unterrichtseinheiten

Unterrichtseinheiten zum Kompetenzaufbau

Wessel, Lena, Epke, Patricia, Stein, Andrea & Wittebur, Daniela (2020). **Proportionalität** verstehen für den Beruf. Unterrichtsmaterial und didaktischer Kommentar. Open Educational Ressource. Dortmund / Freiburg / Paderborn: DZLM. Verfügbar unter sima.dzlm.de/um/bk-001

Pöhler, Birte, Wessel, Lena, Prediger, Susanne & Gryzan, Nico (2020). **Prozente** verstehen für den Beruf. Unterrichtsmaterial und Didaktischer Kommentar. Dortmund / Freiburg / Paderborn: DZLM. Verfügbar unter sima.dzlm.de/um/bk-002

Wijers, Monica, Jonker, Vincent & Wessel, Lena (2020). **Tabellen und Diagramme** verstehen für den Beruf. Unterrichtsmaterial und Didaktischer Kommentar. Open Educational Ressource. Dortmund / Freiburg / Paderborn: DZLM. Verfügbar unter 3

Zentgraf, Katharina, Prediger, Susanne & Berkemeier, Anne (2020). **Funktionsgraphen** und funktionale Zusammenhänge verstehen. Open Educational Ressource. Dortmund / Freiburg / Paderborn: DZLM. Verfügbar unter sima.dzlm.de/um/bk-004

Kernaktivitäten für beruflich reichhaltige Anwendungen

Kernaktivitäten für Graphen, Tabellen und Diagramme

Jonker, Vincent, Wijers, Monica, Wessel, Lena & Prediger, Susanne (2020). Über Mathe sprechen im Beruf: Tabellen lesen und erklären beim Reifendruck - Kernaktivität Video zur Kundenberatung. Open Educational Ressource. Dortmund / Freiburg / Paderborn: DZLM. Verfügbar unter sima.dzlm.de/bk

Jonker, Vincent, Wijers, Monica, Prediger, Susanne & Wessel, Lena (2020). Über Mathe sprechen im Beruf: Diagramme erklären im Berufsfeld Gesundheit - Kernaktivität Patientenberatung. Open Educational Ressource. Dortmund / Freiburg / Paderborn: DZLM. Verfügbar unter sima.dzlm.de/bk

Kernaktivitäten für Prozente

Stein, Andrea, Wessel, Lena & Prediger, Susanne (2020). Über Mathe sprechen im Beruf: Kostenvergleich im internationalen Handy-Einkauf – Kernaktivität Kaufempfehlung. Unterrichtsmaterial und Didaktischer Kommentar. Open Educational Ressource. Verfügbar unter sima.dzlm.de/bk

Wessel, Lena, Ahlemeyer, Leonie, Prediger, Susanne & Stein, Andrea (2020). Über Mathe sprechen im Beruf: Kritische Beurteilung von Kundentäuschung - Kernaktivität Stellungnahme. Unterrichtsmaterial und Didaktischer Kommentar. Open Educational Ressource. Dortmund / Freiburg / Paderborn: DZLM. Verfügbar unter sima.dzlm.de/bk

Jonker, Vincent, Wijers, Monica, Wessel, Lena & Prediger, Susanne (2020). Über Mathe sprechen im Beruf: Tabellen lesen und erklären beim Reifendruck - Kernaktivität Reifendruck. Open Educational Ressource. Dortmund / Freiburg / Paderborn: DZLM. Verfügbar unter sima.dzlm.de/bk

Kernaktivitäten für Proportionales

Wessel, Lena, Ahlemeyer, Leonie & Stein, Andrea (2020). Über Mathe sprechen im Beruf: Mit einem Werbetext überzeugen – Kernaktivität Werbetext. Unterrichtsmaterial und Didaktischer Kommentar. Open Educational Ressource. Dortmund / Freiburg / Paderborn: DZLM. Verfügbar unter sima.dzlm.de/bk

Wessel, Lena, Ahlemeyer, Leonie & Prediger, Susanne (2020). Über Mathe sprechen im Beruf: Angebote vergleichen im Berufsfeld Holz – Kernaktivität Preisvergleich. Unterrichtsmaterial und Didaktischer Kommentar. Dortmund / Freiburg / Paderborn: DZLM. Verfügbar unter sima.dzlm.de/bk

Wessel, Lena, Ahlemeyer, Leonie & Prediger, Susanne (2020). Über Mathe sprechen im Beruf: Einen Arbeitsstand übergeben im Berufsfeld Holz – Kernaktivität Übergabe. Unterrichtsmaterial und Didaktischer Kommentar. Open Educational Ressource. Dortmund / Freiburg / Paderborn: DZLM. Verfügbar unter sima.dzlm.de/bk



6.2 Zitierte Literatur

- Barzel, B. & Selter, C. (2015). Die DZLM-Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 36(2), 259-284.
- Berkemeier, A. & Schmidt, A. (im Druck). *Schrittweise DaZ. Ein differenzierendes Lehrwerk für Kinder mit Deutsch als neuer Zweitsprache*. Leipzig: Schubert.
- Bojanowski, A. & Ratschinski, G. (2010). Lernvoraussetzungen und Lernschwierigkeiten Jugendlicher in der beruflichen Bildung. In R. Nickolaus, G. Pätzold, H. Reinisch & T. Tramm (Hrsg.), *Handbuch Berufs- und Wirtschaftspädagogik* (S. 84-86). Regensburg: Klinkhardt.
- Boaler, J. (2002). *Experiencing School Mathematics. Traditional and reform approaches to teaching and their impact on student learning*. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Eisen, V., Kietzmann, U., Prediger, S., Şahin-Gür, D., Wilhelm, N. & Benholz, C. (2017). Sprachsensibles Unterrichten fördern im Fach Mathematik – Konzepte und Materialien für das Fachseminar. In S. Oleschko (Hrsg.), *Sprachsensibles Unterrichten fördern: Angebote für den Vorbereitungsdienst* (S. 188-237). Arnsberg: Landesweite Koordinierungsstelle Kommunale Integrationszentren.
- Erath, K., Ingram, J., Moschkovich, J. & Prediger, S. (2021, in preparation). Designing and enacting instruction that enhances language for mathematics learning – A review of the state of development and research. *ZDM Mathematics Education*, 53(2).
- Erath, K., Prediger, S., Quasthoff, U. & Heller, V. (2018). Discourse competence as important part of academic language proficiency in mathematics classrooms: The case of explaining to learn and learning to explain. *Educational Studies in Mathematics*, 99(2), 161–179.
- Feilke, H. (2012). Bildungssprachliche Kompetenzen - fördern und entwickeln. *Praxis Deutsch*, 39(233), 4-13.
- Kaiser, H. (2019). *Situationsdidaktik konkret. Unterrichtsrezepte, Beispiele, Grundlagen*. Bern: hep Verlag.
- Leuders, T. & Prediger, S. (2016). *Flexibel differenzieren und fokussiert fördern im Mathematikunterricht*. Berlin: Cornelsen.
- Lucas, T. & Villegas, A. M. (2013). Preparing Linguistically Responsive Teachers: Laying the Foundation in Preservice Teacher Education. *Theory Into Practice*, 52(2), 98-109.
- Nickolaus, R. (2000). Handlungsorientierung als dominierendes didaktisch-methodisches Prinzip in der beruflichen Bildung. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 96(2), 190-206.
- Pimm, D. (1987). *Speaking mathematically. Communication in mathematics classrooms*. London, New York: Routledge.
- Pöhler, B. & Prediger, S. (2015). Intertwining lexical and conceptual learning trajectories - A design research study on dual macro-scaffolding towards percentages. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1697–1722.
- Pöhler, B. & Prediger, S. (2017). Verstehensförderung erfordert auch Sprachförderung – Hintergründe und Ansätze einer Unterrichtseinheit zum Prozente verstehen, erklären und berechnen. In A. Fritz, S. Schmidt & G. Ricken (Hrsg.), *Handbuch Rechenschwäche* (S. 436-459). Weinheim: Beltz.
- Prediger, S. (2009). Inhaltliches Denken vor Kalkül – Ein didaktisches Prinzip zur Vorbeugung und Förderung bei Rechenschwierigkeiten. In A. Fritz & S. Schmidt (Hrsg.), *Fördernder Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I. Rechenschwierigkeiten erkennen und überwinden* (S. 213-234). Weinheim: Beltz.
- Prediger, S. (2018). Design-Research als fachdidaktisches Forschungsformat: Am Beispiel Auffalten und Verdichten mathematischer Strukturen. In Fachgruppe Didaktik Paderborn (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (S. 33-40). Münster: WTM.
- Prediger, S. (2019). Investigating and promoting teachers' pathways towards expertise for language-responsive mathematics teaching. *Mathematics Education Research Journal*, 31(4), 367–392.
- Prediger, S. (2020). *Sprachbildender Mathematikunterricht in der Sekundarstufe - ein forschungsbasiertes Praxisbuch*. Berlin: Cornelsen.
- Prediger, S. & Pöhler, B. (2019). Conducting PD discussions on language repertoires: a case study on facilitators' practices. In M. Graven, H. Venkat, A. Essien & P. Vale (Hrsg.), *Proceedings of 43rd Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME 43)* (Bd. 3, S. 241-248). Pretoria: PME.
- Prediger, S. & Wessel, L. (2011). Darstellen - Deuten - Darstellungen vernetzen. Ein fach- und sprachintegrierter Förderansatz für mehrsprachige Lernende im Mathematikunterricht. In S. Prediger & E. Özdil (Hrsg.), *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit* (S. 163-184). Münster: Waxmann.
- Prediger, S., Wilhelm, N., Büchter, A., Gürsoy, E. & Benholz, C. (2015). Sprachkompetenz und Mathematikleistung – Empirische Untersuchung sprachlich bedingter Hürden in den Zentralen Prüfungen 10. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 36(1), 77-104.
- Redder, A. & Weinert, S. (2013). *Sprachförderung und Sprachdiagnostik. Interdisziplinäre Perspektiven*. Münster: Waxmann.



- Riedl, A. & Schelten, A. (2010). Bildungsziele im berufsbezogenen Unterricht der Berufsschule. In R. Nickolaus, G. Pätzold, H. Reinisch & T. Tramm (Hrsg.), *Handbuch Berufs- und Wirtschaftspädagogik* (S. 179-187). Regensburg: Klinkhardt.
- Riedl, A. & Simml, M. (2019). *Qualitative Evaluation und wissenschaftliche Begleitung: Abschlussbericht des Modellprojekts Perspektive Beruf für Asylbewerber und Flüchtlinge der Stiftung Bildungspakt Bayern*. Technische Universität München, School of Education.
- Strässer, R. (2002). Mathematical means and models from vocational contexts. A German perspective. In A. Bessot & J. Ridgway (Hrsg.), *Education for mathematics in the workplace* (S. 65-80). Dordrecht: Kluwer.
- Swain, M. (1985). Communicative Competence: Some Roles of Comprehensible Input and Comprehensible Output in its Development. In S. M. Gass & C. Madden (Hrsg.), *Input in Second Language Acquisition* (S. 235-253). Rowley: Newbury House.
- Wessel, L. (2015). *Fach- und sprachintegrierte Förderung durch Darstellungsvernetzung und Scaffolding. Ein Entwicklungsforschungsprojekt zum Anteilbegriff*. Heidelberg: Springer Spektrum.