

Anhang

Inhaltsverzeichnis

A Anhang zum Kapitel 5.....	2
A.1 Testinstrument	2
A.2 Übersicht zu Itemkennwerten in der Pilotierungsstudie.....	3
A.3 Deskriptiva der Variable Letzte Mathematiknote (mit imputierten Daten).....	4
A.4 Deskriptiva der Variable Abiturnote (mit imputierten Daten)	4
A.5 Ergebnisse der Analyse des Differential Item Functioning bezogen auf Abiturnote	5
A.6 Deskriptiva der berechneten Personenparameter.....	5
B Anhang zum Kapitel 6.....	6
B.1 Deskriptiva der erhobenen Personenmerkmale	6
B.2 Überprüfung der Voraussetzungen für die multiplen linearen Regressionsanalysen	7
C Anhang zum Kapitel 7.....	8
C.1 Anschreiben zur Akquirierung von Lehrkräften.....	8
C.2 Einwilligungserklärung.....	10
C.3 Interviewleitfaden	11
C.4 Verwendetes Material während des Interviews	14
C.5 Begleitfragebogen	17
C.6 Transkriptionssystem	18
C.7 Interviewtranskripte	20
C.8 Kategoriensysteme	21
D Im Anhang verwendete Literatur	33

A | Anhang zum Kapitel 5

A.1 Testinstrument

Das entwickelte Testinstrument ist in der veröffentlichten Fassung nicht abgedruckt. Dies ist damit zu begründen, dass der Autor selbst noch weitere Forschungsabsichten hegt, das Instrument in weiteren Studien einzusetzen.

Bei Bedarf kann das Testinstrument interessierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern nach Absprache zur Verfügung gestellt werden. Damit soll eine adäquate Nachnutzung des Testinstruments durch Dritte sichergestellt werden.

Kontaktieren Sie mich bei Interesse gerne unter patrickfesser95@web.de.

A.2 Übersicht zu Itemkennwerten in der Pilotierungsstudie

	Item	P_i	SD	r_{it}	\hat{r}_{it}
<i>Meta-wissenschaftliches Wissen</i>	MW-04	0,57	0,50	0,33	0,31
	MW-05	0,68	0,47	0,20	0,18
	MW-06	0,62	0,49	0,37	0,40
	MW-07	0,72	0,45	0,36	0,34
	MW-08	0,89	0,31	0,37	0,33
	MW-10	0,83	0,38	0,46	0,48
	MW-11	0,79	0,41	0,39	0,40
	MW-12	0,89	0,31	0,12	0,17
	MW-13	0,68	0,47	0,34	0,37
	MW-15	0,28	0,45	0,61	0,62
	MW-16	0,62	0,49	0,30	0,29
	MW-18	0,26	0,44	0,31	0,34
	MW-28	0,83	0,38	0,17	0,19
	MW-29	0,02	0,15	0,25	0,26
	MW-30	0,53	0,50	0,54	0,55
	MW-31	0,43	0,50	0,63	0,64
	MW-32	0,04	0,20	-0,18	—
	MW-33	0,55	0,50	0,14	0,15
MW-34	0,81	0,40	0,26	0,27	
MW-35	0,51	0,51	0,40	0,38	
MW-36	0,62	0,49	0,44	0,45	
MW-37	0,23	0,43	0,17	0,18	
MW-38	0,89	0,31	0,27	0,25	
<i>Methodenbewusstsein</i>	MB-19	0,28	0,45	0,32	0,31
	MB-20	0,26	0,44	0,28	0,26
	MB-21	0,55	0,50	0,13	0,14
	MB-22	0,53	0,50	0,06	0,10
	MB-23	0,15	0,36	0,39	0,40
	MB-24	0,55	0,50	0,15	0,18
	MB-25	0,36	0,49	0,63	0,64
	MB-26	0,36	0,49	0,28	0,23
	MB-27	0,36	0,49	0,05	—

A.3 Deskriptiva der Variable Letzte Mathematiknote (mit imputierten Daten)

Datensatz	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Schiefte</i>	<i>Kurtosis</i>
Roh (unvollst.)	299	8,06	3,71	8,00	1	15	-0,05	-0,97
Imputierte 1	300	8,04	3,72	8,00	1	15	-0,05	-0,98
Imputierte 2	300	8,06	3,71	8,00	1	15	-0,06	-0,97
Imputierte 3	300	8,07	3,72	8,00	1	15	-0,06	-0,98
Imputierte 4	300	8,06	3,71	8,00	1	15	-0,06	-0,97
Imputierte 5	300	8,04	3,72	8,00	1	15	-0,05	-0,98

A.4 Deskriptiva der Variable Abiturnote (mit imputierten Daten)

Datensatz	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Schiefte</i>	<i>Kurtosis</i>
Roh (unvollst.)	274	2,51	0,59	2,60	1	3,6	-0,39	-0,55
Imputierte 1	300	2,51	0,58	2,60	1	3,6	-0,40	-0,52
Imputierte 2	300	2,48	0,59	2,55	1	3,6	-0,33	-0,66
Imputierte 3	300	2,49	0,59	2,60	1	3,6	-0,38	-0,57
Imputierte 4	300	2,50	0,60	2,60	1	3,6	-0,45	-0,46
Imputierte 5	300	2,50	0,59	2,60	1	3,6	-0,36	-0,63

A.5 Ergebnisse der Analyse des Differential Item Functioning bezogen auf Abiturnote

	Item	Mantel- χ^2	p	α_{MH}	δ_{MH}^1
<i>Meta-wissenschaftliches Wissen</i>	MW-04	1,975	0,160	0,666	—
	MW-05	0,562	0,454	1,274	—
	MW-06	0,172	0,678	1,151	—
	MW-07	1,369	0,242	1,426	—
	MW-08	1,356	0,244	0,625	—
	MW-10	1,813	0,178	1,527	—
	MW-11	0,046	0,830	1,098	—
	MW-12	6,626	0,010	2,166	-1,817
	MW-13	1,426	0,233	1,403	—
	MW-15	2,521	0,112	0,376	—
	MW-16	0,029	0,865	0,916	—
	MW-18	0,008	0,930	1,083	—
	MW-28	2,652	0,103	1,612	—
	MW-29	0,021	0,885	0,943	—
	MW-30	2,425	0,119	0,610	—
	MW-33	2,684	0,101	0,596	—
	MW-34	2,959	0,085	0,560	—
	MW-35	0,204	0,652	1,175	—
	MW-36	< 0,001	0,993	1,042	—
	MW-37	1,050	0,306	0,728	—
MW-38	0,341	0,560	0,782	—	
<i>Methodenbewusstsein</i>	MB-19	0,781	0,377	0,720	—
	MB-21	0,400	0,527	1,216	—
	MB-22	0,820	0,365	1,334	—
	MB-23	0,076	0,782	1,288	—
	MB-25	1,827	0,177	2,236	—

Anmerkung: ¹ Negative δ_{MH} -Werte indizieren DIF zugunsten der Referenzgruppe (Personen mit einer besseren Abiturnote (1,0 - 2,6)) und positive δ_{MH} -Werte DIF zugunsten der Fokusgruppe (Personen mit einer schlechteren Abiturnote (2,7 - 4,0)).

A.6 Deskriptiva der berechneten Personenparameter

n	M	SD	$Median$	Min	Max	$Schiefe$	$Kurtosis$
300	0,00	0,79	-0,07	-2,43	2,06	0,04	0,16

B | Anhang zum Kapitel 6

B.1 Deskriptiva der erhobenen Personenmerkmale

Merkmal	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>n</i>
Analysis (uni)	-0,21	0,92	-2,56	2,46	182
Lineare Algebra (uni)	-0,18	0,94	-2,53	2,77	175
Analysis (schul)	0,09	0,77	-2,23	1,95	178
Lineare Algebra (schul)	0,15	0,79	-1,60	2,08	178
Logisches Denken	-0,19	0,73	-1,90	2,53	183
Abiturnote	1,82	0,67	1,00	4,00	183
Letzte Mathematiknote	12,19	3,11	1	15	179
Selbstkonzept bezüglich Beweisen	1,65	0,61	0,00	3,00	183
Interesse bezüglich Beweisen	2,14	0,68	0,00	3,00	183

B.2 Überprüfung der Voraussetzungen für die multiplen linearen Regressionsanalysen

Voraussetzung	Modell 1: Vorwissensfacetten	Modell 2: Weitere Merkmale
Linearer Zusammenhang	Rainbow-Test	
	<i>Rain</i> -Wert = 0,77, $df_1 = 83$, $df_2 = 78$, $p = 0,88$	<i>Rain</i> -Wert = 1,03, $df_1 = 90$, $df_2 = 84$, $p = 0,45$
Keine Ausreißer	Deskriptive Analyse der Residuen: Keine Werte betragsmäßig größer als 3, maximal 1% der Werte betragsmäßig größer als 2,5 und maximal 5% der Werte betragsmäßig größer als 2 (Field et al., 2012)	
	<i>Min</i> = -1,42, <i>Max</i> = 1,62 (0% der Werte betragsmäßig größer als 2)	<i>Min</i> = -2,20, <i>Max</i> = 1,59 (0,5% der Werte betragsmäßig zwischen 2 und 2,5)
Normalverteilung der Residuen	Shapiro-Wilk-Test	
	$W = 0,99$, $p = 0,83$	$W = 0,99$, $p = 0,36$
Unabhängigkeit der Residuen	Durbin-Watson-Test	
	<i>D-W</i> -Wert = 1,92, $p = 0,60$	<i>D-W</i> -Wert = 2,07, $p = 0,58$
Homoskedastizität	Breusch-Pagan-Test	
	<i>B-P</i> -Wert = 1,83, $p = 0,77$	<i>B-P</i> -Wert = 4,10, $p = 0,39$

Voraussetzung	Modell 3: Vollständiges Modell
Linearer Zusammenhang	Rainbow-Test
	<i>Rain</i> -Wert = 1,03, $df_1 = 85$, $df_2 = 77$, $p = 0,44$
Keine Ausreißer	Deskriptive Analyse der Residuen: Keine Werte betragsmäßig größer als 3, maximal 1% der Werte betragsmäßig größer als 2,5 und maximal 5% der Werte betragsmäßig größer als 2 (Field et al., 2012)
	<i>Min</i> = -2,03, <i>Max</i> = 1,31 (0,5% der Werte betragsmäßig zwischen 2 und 2,5)
Normalverteilung der Residuen	Shapiro-Wilk-Test
	$W = 0,99$, $p = 0,19$
Unabhängigkeit der Residuen	Durbin-Watson-Test
	<i>D-W</i> -Wert = 2,02, $p = 0,91$
Homoskedastizität	Breusch-Pagan-Test
	<i>B-P</i> -Wert = 8,40, $p = 0,30$

C | Anhang zum Kapitel 7

C.1 Anschreiben zur Akquirierung von Lehrkräften

Patrick Fesser
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Arbeitsgruppe Didaktik der Mathematik
Universitätsplatz 2
Postschließfach 4120
39106 Magdeburg

Mustergymnasium
z.Hd.: Herr/Frau FachleiterIn Mathematik
Musterstraße 01
12345 Musterstadt

Ort, Datum

Mathematiklehrkräfte zur Unterstützung einer Promotion gesucht!

Sehr geehrte/r Frau/Herr [...],

ich freue mich, wenn Sie mein Anliegen bei Ihren Kolleginnen und Kollegen der Fachschaft Mathematik bekannt machen könnten.

Im Rahmen meines Promotionsvorhabens an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg beschäftige ich mich mit der Sicht von Mathematiklehrkräften auf den Mathematikunterricht in der gymnasialen Oberstufe. Während zum Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I schon einiges bekannt ist, sieht es für die Sekundarstufe II anders aus. Im Besonderen geht es mir darum, herauszufinden, welche besonderen Ziele der Mathematikunterricht der gymnasialen Oberstufe verfolgt. Hierfür untersuche ich, welche Chancen und Herausforderungen bei der unterrichtlichen Gestaltung des Mathematikunterrichts in der gymnasialen Oberstufe bestehen, um diese in die wissenschaftliche Diskussion einzupflegen.

Aus eigenen schulpraktischen Erfahrungen und durch meine Lehrerfahrung an der Universität bin ich der Meinung, dass die Sicht von Lehrkräften noch zu wenig in fachdidaktischen Dis-

kussionen vertreten ist. Daher ist es mir besonders wichtig, die Sicht von Experten und Expertinnen für die Unterrichtspraxis in fachdidaktische Forschung einzubeziehen und mich mit Ihrer Perspektive auf die Unterrichtspraxis zu beschäftigen. Deshalb würde ich Sie gerne im Rahmen eines etwa 45-minütigen Gesprächs zu den Zielen und Möglichkeiten des Mathematikunterrichts in der gymnasialen Oberstufe interviewen. Als Zeitraum für die Interviews schlage ich den Zeitraum vom 12.10. bis zum 30.10.2020 vor. Bei der konkreten Terminfindung richte ich mich selbstverständlich nach Ihnen und Ihrem Stundenplan. Ich komme gerne zu Ihnen an die Schule, wo wir das Interview beispielsweise im Rahmen von einer Freistunde durchführen könnten. Aus gegebenem Anlass ist es ebenso möglich, die Interviews über eine sichere Online-Kommunikationsplattform durchzuführen, welches über den Uni-Server läuft. Selbstverständlich werden die erhobenen Daten ausschließlich zum Forschungszweck meines Promotionsvorhabens genutzt und vollständig anonymisiert. Die Studie ist bereits von der oberen Schulbehörde des Landes Sachsen-Anhalts genehmigt worden.

Für eine Unterstützung meines Projekts wäre ich Ihnen sehr dankbar und freue mich, Ihre Perspektive zum Mathematikunterricht in der gymnasialen Oberstufe zu erfahren. Falls Sie Fragen zum Projekt oder zum konkreten Interview haben, wenden Sie sich gerne jederzeit an mich (patrick.fesser@ovgu.de oder 0391 6751650) oder auch an meine Promotionsbetreuerin Frau Prof. Dr. Rach (stefanie.rach@ovgu.de oder 0391 6758827).

Ich würde mich sehr freuen, wenn Sie sich mit einem oder mehreren Terminvorschlägen für ein Gespräch im oben genannten Zeitraum bei mir melden würden. Ansonsten wünsche ich Ihnen weiterhin ein schönes Schuljahr.

Mit freundlichen Grüßen,

Patrick Fesser

C.2 Einwilligungserklärung

Promotionsprojekt von Patrick Fesser (OVGU Magdeburg – IAG)

Einwilligungserklärung zur Erhebung und Verarbeitung personenbezogener Interviewdaten

Forschungsprojekt: Ziele des Mathematikunterrichts aus Sicht von Lehrkräften an Gymnasien
Projektleitung: Herr Patrick Fesser
Projektbetreuerin: Prof. Dr. Stefanie Rach
Institution: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (IAG)
Interviewer/in:
Interviewdatum:

Beschreibung des Forschungsprojekts erfolgte durch eine (Zutreffendes bitte ankreuzen):

- mündliche Erläuterung oder
- schriftliche Erläuterung.

Die Interviews werden mithilfe eines Aufnahmegeräts auditiv aufgezeichnet und von Mitarbeiter(inne)n, studentischen Hilfskräften oder den interviewenden Studierenden in Schriftform gebracht. Für eine weitere wissenschaftliche Auswertung der aufgenommenen Daten werden alle personenbezogenen Angaben, die zu einer Identifizierung der Person führen könnten, im Datenmaterial verändert oder entfernt. In wissenschaftlichen Publikationen werden Interviews nur in schriftlichen Auszügen zitiert, um gegenüber Dritten gewährleisten zu können, dass das so entstehende Gesamtbild zu keiner Identifizierung der interviewten Person führen kann.

Personenbezogene Kontaktdaten werden unabhängig von den entstandenen Interviewdaten für Dritte unzugänglich gespeichert. Nach Beendigung des Forschungsprojekts werden Ihre Kontaktdaten automatisch gelöscht.

Die Teilnahme am Interview ist freiwillig. Sie haben jederzeit die Möglichkeit, das Interview abubrechen und Ihr Einverständnis zwecks Aufnahme, Speicherung und Verarbeitung der Interviewdaten zurückzuziehen. Selbstverständlich ergeben sich in solch einem Fall keine Nachteile für Sie.

Unter den oben genannten Bedingungen erkläre mich hiermit einverstanden, im Rahmen des oben genannten Forschungsprojekts an einem Interview teilzunehmen und bin damit einverstanden, dass es auf Tonband aufgenommen, transkribiert (verschriftlicht), anonymisiert, ausgewertet und gespeichert wird.

- ja nein

Vor- und Nachname (in Druckschrift)

Ort / Datum / Unterschrift

Dieses Blatt wird getrennt von Ihren Daten aufbewahrt.

C.3 Interviewleitfaden

Die kursiv hervorgehobenen Passagen werden nicht vorgelesen. Sie dienen ausschließlich der besseren Orientierung für die interviewende Person.

Intervieweinstieg

1. Begrüßung

Zunächst vielen Dank für Ihre Bereitschaft und Ihr Vertrauen an diesem Interview teilzunehmen. Ich weiß, es nicht selbstverständlich ist, dass Sie sich hierfür Zeit nehmen.

2. Vorstellung des Interviewers

Dann würde ich mich kurz vorstellen wollen: Mein Name ist Patrick Fesser, ich bin wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe Didaktik der Mathematik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Im Zuge meines Promotionsvorhabens führe ich Interviews mit Lehrkräften an Gymnasien durch. Das Interview wird erfahrungsgemäß etwa 45 Minuten dauern.

3. Informationen zum Forschungsziel und Interviews

Im Rahmen meines Dissertationsprojekts erforsche ich den Sinngehalt von Zielen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe II aus Sicht von Mathematiklehrkräften. Hierfür führe ich Interviews mithilfe eines vorab entwickelten Leitfadens durch, in welchen ich mich als Interviewer eher zurückhalte und Sie die aktive Rednerrolle übernehmen.

4. Einwilligung von Erhebung und Verarbeitung der Daten einholen

Ich werde das Interview mit einem Tonband aufnehmen und nebenbei einiges mitprotokollieren. Jede Information, die Sie mir nennen, behandle ich vertraulich und verwende sie anonymisiert für meine Studie. Die Interviews werden transkribiert, also verschriftlicht, und dann wird nur noch mit den anonymisierten Transkripten gearbeitet. Bevor wir mit dem Interview starten, würde ich Sie bitten, die Einwilligungserklärung gründlich zu lesen, und falls Sie mit den Ausführungen einverstanden sind sowie weiterhin an der Studie teilnehmen möchten, unterschreiben Sie diese bitte (*Einwilligungserklärung aushändigen*).

5. Aufnahme des Interviews starten

Gut, dann starte ich an dieser Stelle das Aufnahmegerät (*Aufnahmegerät anschalten*).

(A) Studien- und Berufswahlmotive

Zuallererst interessiert es mich, wie es dazu gekommen ist, dass Sie Mathematiklehrkraft geworden sind. Welche Faktoren waren für Sie entscheidend, dass Sie sich für ein Lehramtsstudium mit Fach Mathematik entschieden haben? Bitte erzählen Sie.

Konnten Ihre Erwartungen in Bezug auf das Studium der Fachmathematik erfüllt werden? Und wie sieht es mit Ihren Erwartungen zum Studium der Fachdidaktik Mathematik aus?

(B) Studium und Studieninhalte

Als nächstes interessiert mich Ihre Studienzeit. Bitte erzählen Sie mir, wie Sie das Studium der Fachmathematik, Fachdidaktik Mathematik und der Erziehungswissenschaften erlebt haben.

Wie haben Sie den Übergang von der Schul- zur Universitätsmathematik erlebt?

Was hat Ihnen an Ihrem Studium am meisten und was am wenigsten gefallen?

Wie schätzen Sie im Nachhinein die Bedeutung der Universitätsmathematik für die Unterrichtspraxis ein?

(C) Wissenschaftsverständnis: Mathematik**Was charakterisiert Mathematik als Wissenschaft für Sie?**

Was unterscheidet Mathematik von anderen Wissenschaftsdisziplinen?

Handelt es sich bei Mathematik eher um eine Geistes- oder Naturwissenschaft?

Einige bezeichnen Mathematik als Hilfswissenschaft. Was denken Sie, was damit gemeint sein könnte?

(D) Mathematikunterricht und (Bildungs-)Ziele**Um einmal einen globalen Blick auf den Mathematikunterricht an Gymnasien zu werfen, würde ich gerne von Ihnen wissen: Welche allgemeinbildenden Aspekte des Unterrichtsfachs Mathematik sind Ihnen besonders wichtig?**

Welche allgemeinen Lernziele verbinden Sie mit dem Mathematikunterricht in der Sekundarstufe II?

Worin unterscheiden sich diese von den Lernzielen in der Sekundarstufe I?

(E) Begriffsverständnis: Wissenschaftspropädeutik**Als nächstes würde ich gerne mit Ihnen über den Mathematikunterricht sprechen. Laut der Oberstufenverordnung der KMK gehört zu den Zielen der gymnasialen Oberstufe eine vertiefte Allgemeinbildung, allgemeine Studierfähigkeit und eine wissenschaftspropädeutische Bildung. Was verstehen Sie unter diesen Begriffen? Was verstehen Sie unter dem Begriff Wissenschaftspropädeutik?**

Eine mögliche Definition aus der Literatur habe ich mitgebracht. Unter Wissenschaftspropädeutik wird die Hinführung an Denk- und Arbeitsweisen von Wissenschaften sowie die Reflexion von Voraussetzungen und Grenzen von Wissenschaften verstanden (*kurze Definition ausgedruckt ausgegeben*). Haben Sie Fragen zu dieser Definition?

Nachfragen zu (E)

Wie schätzen Sie die Relevanz der Wissenschaftspropädeutik für die Schüler und Schülerinnen ein?

An welchen Stellen eignet sich Ihrer Meinung nach im Besonderen der Mathematikunterricht, um wissenschaftspropädeutische Bildung anzuregen?

Nun habe ich vier Mathematikaufgaben aus der Oberstufe mitgebracht. Ich würde Sie bitten, die Aufgaben kurz durchzulesen und dann begründet einzuschätzen, ob die jeweilige Aufgabe für Sie wissenschaftspropädeutisches Potential aufweist oder eher nicht. (*4 Aufgaben randomisiert aushändigen*.)

(F) Wissenschaftspropädeutik und (eigener) Mathematikunterricht**Um wieder auf Ihren Mathematikunterricht zurückzukommen: Inwieweit würden Sie Ihren Mathematikunterricht als wissenschaftspropädeutisch bezeichnen?**

Gibt es Inhalte, die sich besonders gut eignen, um wissenschaftspropädeutischen Mathematikunterricht anzubieten?

Welche Rolle nehmen Sie als LehrerIn in wissenschaftspropädeutischem Mathematikunterricht ein? Unterscheidet sich diese Rolle von weniger wissenschaftspropädeutischem Unterricht? Und warum?

Welche Rolle spielt die Wissenschaftspropädeutik im anderen Unterrichtsfach? Was denken Sie, warum sich die Rolle unterscheidet?

Wo denken Sie, liegen mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung von Wissenschaftspropädeutik im Mathematikunterricht?

(G) Aufbau von Schüler/-innenvorstellungen im Mathematikunterricht

Nun würde ich gerne auf die Schülerinnen und Schüler zuspochen kommen. Was denken Sie, welche Vorstellungen zum wissenschaftlichen Arbeiten in Mathematik Schülerinnen und Schüler am Ende der Sekundarstufe II aufgebaut haben?

Und welche Vorstellungen sollten Schülerinnen und Schüler am Ende der Sekundarstufe II vom wissenschaftlichen Arbeiten in Mathematik aufgebaut haben?

Würden Sie hierbei Unterschiede zwischen Grund- und Leistungskursen sehen?

Denken Sie, ihre Schülerinnen und Schüler sind gut auf den Übergang zur Universitätsmathematik vorbereitet?

Über welche wissenschaftsnahen Fähigkeiten sollten Schülerinnen und Schüler beim Übergang von Schule zu Hochschule verfügen?

Wie würden Sie mit folgender Schülervorstellung unterrichtlich umgehen:

„*In Mathematik ist doch schon alles beforcht. Dann muss ich doch nicht im Mathematikunterricht lernen, wie man in Mathematik wissenschaftlich arbeitet!*“

Interviewabschluss

Wir sind nun fast am Ende unseres Gesprächs angekommen. Haben Sie im Hinblick auf das Thema „Wissenschaftspropädeutik im Mathematikunterricht“ noch etwas, das in unserem Gespräch zu kurz gekommen ist, was Sie noch loswerden möchten?

6. Aufnahme des Interviews beenden

Vielen Dank für das freundliche Gespräch. Dann beende ich nun die Aufnahme (*Aufnahmegerät stoppen*).

Gesprächsausstieg**7. Abfrage sozialstatistischer Daten**

Ich würde Sie bitten, zum Abschluss noch einige Fragen zu Ihrer Person zu beantworten. Diese Daten sind hilfreich, um die Auswertung unseres Gesprächs zu erleichtern.

Die Auswertung erfolgt anonymisiert, d. h. die Ergebnisse lassen keine Rückschlüsse auf die Schule geschweige denn Ihre Person zu. (*Begleitfragebogen aushändigen*).

8. Abschluss

Nun sind wir wirklich am Ende des Interviews angelegt. Nochmals vielen Dank für Ihre Teilnahme und als kleines Dankeschön für Sie (*Kleinigkeit überreichen*).

C.4 Verwendetes Material während des Interviews

Ausgegebene Definition

Definition (Wissenschaftspropädeutik):

Unter dem Bildungsziel Wissenschaftspropädeutik versteht Müsche (2009, S. 67) die „Anbahnung wissenschaftlichen Vorgehens, ein verbindliches Unterrichtsanliegen vor allem in der gymnasialen Oberstufe [...]. Wissenschaftspropädeutik impliziert, dass Schülerinnen und Schüler einen ersten exemplarischen Einblick in die wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erhalten. Dies beinhaltet zugleich eine Auseinandersetzung mit den Grenzen wissenschaftlichen Arbeitens im Allgemeinen oder eines bestimmten methodischen Vorgehens im Besonderen“.

Quelle:

Müsch, H. (2009). Wissenschaftspropädeutik aus psychologischer Perspektive – Zur Dimensionierung und Konkretisierung eines bildungstheoretischen Konstrukts. *TriOS*, 4(2), 61-109.

Aufgabensammlung

Aufgabe A (Bigalke & Köhler, 2015, S. 64)

$k(x) = f(g(x))$ sei die Verkettung der äußeren Funktion f mit der inneren Funktion g . Die Funktion g wird dabei als streng monoton vorausgesetzt. Dann gilt die Rechnung:

$$\frac{k(x+h) - k(x)}{h} = \frac{f(g(x+h)) - f(g(x))}{h} = \frac{f(g(x+h)) - f(g(x))}{g(x+h) - g(x)} \cdot \frac{g(x+h) - g(x)}{h}$$

Für $h \rightarrow 0$ ergibt sich dann: $k'(x) = f'(g(x)) \cdot g'(x)$.

- Erläutern Sie den Beweis.
- Geben Sie an, an welcher Stelle bei diesem Beweis die Bedingung benötigt wird, dass die innere Funktion g streng monoton ist.

Aufgabe B (Griesel, Gundlach, Postel & Suhr, 2009, S. 60)

Üblicherweise wird definiert: $0^0 = 1$.

- Untersuchen Sie die Funktionen $f(x) = x^0$ und $g(x) = 0^x$ auf Stetigkeit.
- Wie würde sich das Ergebnis von Teilaufgabe a. ändern, wenn man definieren würde $0^0 = 0$?
- Geben Sie mithilfe der obigen Überlegungen ein Argument an, warum die zunächst ungewöhnlich erscheinende Definition $0^0 = 1$ sinnvoller als $0^0 = 0$ ist.

Aufgabe C (in Anlehnung an Hauptmann, Heinrichs & Kölln, 2019, S. 84)

Das Foto zeigt einen kurzen Tunnel in der Nähe der Daluis Schlucht im Südosten Frankreichs.



Quelle:
<https://pxabay.com/de/photos/daluis-schlucht-tunnel-umfahrung-1574583/>

- a. Formulieren Sie eine sinnvolle mathematische Fragestellung zum vorliegenden Foto und entwickeln Sie eine begründete Vermutung zur erwarteten Lösung Ihrer Fragestellung.
- b. Ermitteln Sie mithilfe mathematischer Modelle eine Lösung für Ihr Problem. Schätzen Sie hierfür Ihre benötigten Größen anhand des Fotos. Vergleichen Sie Ihre Vermutung aus a. mit Ihrer Lösung.

Aufgabe D (Jahnke & Wuttke, 2008, S. 216)

Der Mathematiker Hermann Hankel formulierte für die 1871 von H. Brockhaus herausgegebene *Allgemeine Enzyklopädie der Wissenschaften und Künste* folgende „scharfe Definition der Grenze“:

Wenn es für eine Funktion $f(x)$ eine bestimmte endliche Größe A gibt und ein Intervall von $x=a$ bis $x=a+\varepsilon$ für jedes beliebig kleine σ bestimmt werden kann, sodaß die Differenz $A-f(a+\delta)$ jene Größe σ numerisch nicht übersteigt, wenn δ alle innerhalb jenes Intervalles liegenden, von Null verschiedenen Werthe durchläuft, so heißt A die Grenze, der sich $f(a+\varepsilon)$ mit unendlich abnehmendem ε unendlich annähert.

- a. Erläutern Sie diese Definition der Grenze an einem einfachen Beispiel, etwa $f(x) = \frac{x^2-1}{x-1}$ und $a = 1$.
- b. Veranschaulichen Sie diese Definition an einem Funktionsgraphen.
- c. Vergleichen Sie diese Definition der Grenze mit der Ihnen bekannten Definition des Grenzwertes für Funktionen. Erläutern Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede.

Aufgabe E (Jahnke & Wuttke, 2008, S. 285)

Jede Messung weist grundsätzlich eine gewisse Messungenauigkeit auf. Insbesondere in der Physik werden deshalb zu jedem Versuch mehrere Messungen durchgeführt, so dass man für die gesuchte Größe mehrere voneinander verschiedene Messwerte x_1, x_2, \dots, x_n erhält.

Als Ergebnis ist dann eine Zahl c gesucht, die die Messwerte möglichst gut „mittelt“. Dazu bestimmt man c so, dass die Summe der Fehlerquadrate, also die Summe

$$\sum_{i=1}^n (x_i - c)^2 = (x_1 - c)^2 + (x_2 - c)^2 + \dots + (x_n - c)^2,$$

minimal wird. Zeigen Sie mit den Mitteln der Differentialrechnung, dass die Minimalstelle der Funktion zu

$$f(c) = (x_1 - c)^2 + (x_2 - c)^2 + \dots + (x_n - c)^2$$

gleich dem arithmetischen Mittel $\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n)$ der Messwerte ist.

Aufgabe F (in Anlehnung an Körner, Lergenmüller, Schmidt & Zacharias, 2019, S. 24)

Gegeben sei die Funktionenschar $f_a(x) = -x + a$ mit $a > 0$.

- a. Stellen Sie mithilfe einer Skizze eine Vermutung auf, welcher Spezialfall einer Ihnen bekannten Formel sich hinter $\int_0^a f_a(x) dx$ verbirgt.
- b. Bestimmen Sie das Integral $\int_0^a f_a(x) dx$.
- c. Überlegen Sie, wie mithilfe der Integralrechnung, die Gültigkeit der Flächeninhaltsformel für Rechtecke gezeigt werden kann.

Aufgabe G (Körner, Lergenmüller, Schmidt & Zacharias, 2019, S. 141)

- a. Bilden Sie die Ableitungen der Funktionen $f_1(x) = \ln(x)$, $f_2(x) = \ln(2x)$, $f_3(x) = \ln(3x)$. Beschreiben Sie, was Ihnen dabei auffällt. Welche Vermutung haben Sie für die Ableitung von $f_k(x) = \ln(k \cdot x)$?
- b. Es gilt: $\ln(a \cdot b) = \ln(a) + \ln(b)$. Nutzen Sie dieses Rechengesetz, um Ihre Vermutung zu überprüfen.

Aufgabe H (Körner, Lergenmüller, Schmidt & Zacharias, 2019, S. 150)

e-Funktionen können mit verschiedenen Funktionen verknüpft werden. Untersuchen Sie die Verknüpfungen. Wählen Sie zunächst so viele Parameter fest vor, dass jeweils nur Scharen mit einem Parameter verbleiben. Fertigen Sie aussagekräftige Skizzen an. Schreiben Sie jeweils einen Forschungsbericht.

$$f(x) = e^{a \cdot x^2 + b \cdot x + c}$$

$$f(x) = x^3 \cdot e^{px+q}$$

$$f(x) = \frac{1}{s} \cdot e^{-\frac{1}{2} \frac{(x-m)^2}{s^2}}$$

Aufgabe I (Körner, Lergenmüller, Schmidt & Zacharias, 2019, S. 157)

Man kann folgende Funktionsterme erhalten, wenn man $f(x) = e^x$ quadriert:

$$f_1(x) = (e^x)^2 \quad f_2(x) = e^{2x} \quad f_3(x) = e^x \cdot e^x$$

- a. Zeigen Sie die Gleichwertigkeit (Äquivalenz) der Darstellungen.
- b. Bestimmen Sie jeweils die Ableitung und nennen Sie die benutzten Ableitungsregeln. Erläutern Sie an diesem Beispiel, dass die Regeln sich vertragen.
- c. In welcher Darstellung können Sie unmittelbar eine Stammfunktion bilden. Warum gelingt das in den anderen Darstellungen nicht unmittelbar?
- d. Welche Auswirkungen auf den Graphen hat das Quadrieren? Vergleichen Sie mit dem Quadrieren von $g(x) = x$ und $h(x) = \sin(x)$. Fertigen Sie Skizzen an.

C.5 Begleitfragebogen

Ziele des Mathematikunterrichts aus Sicht von
Lehrkräften an Gymnasien

L01 **Wie alt sind Sie?**
_____ Jahre

L02 **Welches Geschlecht haben Sie?**
 weiblich männlich divers

L03 **Welche Studienfächer haben Sie studiert?**

L04 **Welche Fächer unterrichten Sie an Ihrer Schule?**

L05 **Üben Sie neben Ihrer Unterrichtstätigkeit noch weitere Tätigkeiten (z. B. Funktionsstellen, Seminarfachleiter, ...) aus? Falls ja, welche?**

L06 **Haben Sie Erfahrungen in Forschung oder Lehre an (Fach-)Hochschulen gesammelt?**
 ja nein

L07 **Falls bei L06 ja angekreuzt wurde, wie viele Jahre?**
_____ Jahre

L08 **Wie viele Jahre Berufserfahrung (inkl. Referendariat) haben Sie?**
 0-3 4-6 7-18 19-30 mehr als 31

L09 **Wie viele Mathematikurse haben Sie in den letzten 5 Jahren in der Oberstufe unterrichtet?** _____

L10 **Wie kompetent fühlen Sie sich in folgenden Wissensbereichen? Verteilen Sie insgesamt 30 Punkte auf die drei folgenden Wissensbereiche im Hinblick auf Ihr subjektives Kompetenzgefühl. (Je mehr Punkte Sie auf ein Wissensbereich verteilen, desto höher ist Ihr wahrgenommenes Wissen in diesem Wissensbereich. In Summe müssen 30 Punkte verteilt sein.)**
Fachwissen: _____
Fachdidaktisches Wissen: _____
Pädagogisches Wissen: _____

L11 **Haben Sie schon einmal Seminare, Fort-, Weiterbildungen usw. zum Thema Wissenschaftspropädeutik besucht?**
 ja nein

L12 **Falls bei L11 ja angekreuzt wurde, wie viele?**

L13 **Gibt es etwas, dass Sie noch in Bezug auf das Interview ergänzen möchten?**

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

C.6 Transkriptionssystem

Hinweise zur Formatierung

1. Zur Erzeugung eines einheitlichen Schriftbildes wird als Schriftart Times New Roman und als Schriftgrad 12 pt verwendet. Dabei wird ein Zeilenabstand von 1,15 verwendet.
2. Die Zuordnung von Audiodatei und Transkript erfolgt durch die Angabe des Datennamens auf dem angefertigten Transkript.
3. Sprechbeiträge werden jeweils in einer Tabellenzeile transkribiert und durch die Tabellenform optisch voneinander getrennt. Zusätzlich werden Sprechbeiträge mit einer nummerierten Zeilenangabe versehen.
4. Sprechbeiträge des Interviewers werden mit *I:* und die Äußerungen der interviewten Person werden mit *L:* markiert. Zur leichteren Unterscheidbarkeit werden die interviewten Personen anhand einer Laufnummer nummeriert, das heißt, es wird *L1:*, *L2:* etc. geschrieben.

Transkriptionsregeln (vgl. Kuckartz, 2018, S. 38 ff.)

1. Es wird wortwörtlich (und nicht lautsprachlich oder zusammenfassend) transkribiert. Mögliche Dialekte werden so weit wie möglich in die Standardsprache des Deutschen übersetzt.
2. Sprache und Interpunktion wird an die Schriftsprache des Deutschen angenähert. Dabei bleibt die Satzform, Artikel, Pronomen etc. beibehalten; auch wenn sie fehlerbehaftet sind. Zum Beispiel wird „Auf mein Tisch liegt ’ne Flasche“ zu „Auf mein Tisch liegt eine Flasche“.
3. Pausen werden wie folgt markiert:
 - Mikropausen (bis 1 Sekunde): (.) ,
 - Kurze Pausen (1 bis 2 Sekunden): (..) ,
 - Mittlere Pausen (2 bis 4 Sekunden): (...) und
 - Längere Pausen (ab 4 Sekunden): (n) mit $n \in \mathbb{N}_{\geq 4}$.
 Pausen, die durch eine Störung (Handy klingelt) entstanden sind, werden durch die Angabe der Störungsursache gekennzeichnet (10, Pausenklingel).
4. Besonders betonte Silben oder ganze Wörter werden durch Unterstreichungen gekennzeichnet.
5. Sehr lautes Sprechen wird durch Schreiben mit GROSSBUCHSTABEN dargestellt.

6. Kurze und zustimmende Äußerungen des Interviewers (mhm, aha etc.) werden nicht transkribiert, falls hierdurch der Redefluss der interviewten Person nicht unterbrochen wird.
7. Lautäußerungen der interviewten Person, die eine bestimmte Emotion übermitteln oder verstärken, werden in Klammern notiert (Seufzen, Schluchzen etc.).
8. Unverständliche Wörter werden durch [unv., Ursache] gekennzeichnet. Vermeintlicher Inhalt des Gesagten wird ebenfalls in eckigen Klammern mit einem Fragezeichen markiert, zum Beispiel: [unv., L2 spricht undeutlich] [Ich sehe es so?].

Hinweise zur einheitlichen Schreibweise (vgl. Dresing & Pehl, 2015, S. 24 f.)

1. Abkürzungen und nicht-mathematische Zeichen werden ausgeschrieben, zum Beispiel: Euro anstatt €.
2. Wörter der englischen Sprache werden nach Rechtschreibregeln des Deutschen groß- oder kleingeschrieben, zum Beispiel: Teacher Beliefs.
3. Die Anredepronomen in der zweiten Person Singular (du) und Plural (ihr) werden kleingeschrieben, während die Pronomen der Höflichkeitsanrede (Sie und Ihnen) großgeschrieben werden.
4. Zahlen werden stets als Ziffern geschrieben. Größeneinheiten und Rechenoperationen werden als Symbol dargestellt, zum Beispiel: „8+5“ anstatt „acht plus fünf“.
5. Idiome und Redewendungen werden wörtlich transkribiert und in die Standardsprache des Deutschen übersetzt, zum Beispiel: „für einen Apfel und ein Ei“ anstatt „für ’nen Appel und ’n Ei“.
6. Wörtliche Rede wird im Transkript durch Anführungszeichen gekennzeichnet und die Interpunktion richtet sich dabei nach den gültigen Regeln der deutschen Rechtschreibung, zum Beispiel: Sie sagten: „Ich bin anderer Meinung“.
7. Einzelbuchstaben werden immer großgeschrieben, zum Beispiel „das A und O“.

C.7 Interviewtranskripte

Die Interviewtranskripte A bis J werden wie der *Einwilligungserklärung zur Erhebung und Verarbeitung personenbezogener Interviewdaten* (vgl. Anhang C.2) zu entnehmen ist, die von den befragten Lehrkräften unterschrieben wurde, nicht in ihrer Gänze veröffentlicht. Es wurden ausschließlich ausgewählte Zitate aus den Interviews im Fließtext zur Unterstützung der Argumentationsstruktur sowie als Ankerbeispiele für die Kategoriensysteme zur Veranschaulichung einzelner Kategorien (vgl. Anhang C8) verwendet.

C.8 Kategoriensysteme

Kategoriensystem zur Hauptkategorie: Vorstellungen über Mathematik (M)

Hauptkategorie	Definition Hauptkategorie	Definitionen von Mathematik	
Vorstellungen über Mathematik (M)	Umfasst alle Textstellen, in denen Mathematik als Wissenschaft mithilfe eines Begriffs oder mit Merkmalen charakterisiert wird.	<p>„Mathematics is the science of quantity and space. [...] one might add that mathematics also deals with the symbolism relating to quantity and space.“ (Davis & Hersh, 1981, S. 6)</p> <p>„Wir leben in einem Universum voller Muster. Mathematik ist eine systematische Art und Weise, die Regeln und Strukturen hinter diesen Mustern zu erhellen.“ (Stewart, 2001, S. 24)</p>	
Subkategorie	Definition/Beschreibung	Ankerbeispiele	Codierregeln
Mathematik als anwendungsnahe Wissenschaft (M1)	Alle Textstellen, die entweder eindeutig zustimmen, dass Mathematik eine Naturwissenschaft ist, oder direkt aus dem Wortmaterial deutlich wird, dass die Person Mathematik als eine Naturwissenschaft versteht.	„Es ist [...] eine Naturwissenschaft.“ (I, Z. 155)	Textstellen, in denen entweder Mathematik explizit als Naturwissenschaft bezeichnet wird oder auf Charakteristika von Mathematik als anwendungsorientierte Disziplin eingegangen wurde: <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsaspekt, • Modellierungsaspekt, • mathematische Theorie wird durch Anwendung verifiziert.
Mathematik als anwendungsferne Wissenschaft (M2)	Alle Textstellen, die entweder eindeutig zustimmen, dass Mathematik eine Geisteswissenschaft oder ähnliches ist, oder direkt aus dem Wortmaterial deutlich wird, dass die Person Mathematik als eine Geisteswissenschaft versteht.	„Es ist ja eine philosophische Wissenschaft.“ (B, Z. 54)	Textstellen, in denen entweder Mathematik explizit als Geisteswissenschaft oder ähnliches bezeichnet wird oder auf Charakteristika von Mathematik als anwendungsferne Wissenschaft eingegangen wurde: <ul style="list-style-type: none"> • Axiomatisch-deduktiver Aufbau, • Theoretische Wissenschaft mit formaler Sprache, • mathematische Theorie wird durch Beweise und nicht durch Experimente verifiziert.

<p>Mathematik zwischen Natur- und Geisteswissenschaft (M3)</p>	<p>Alle Textstellen, aus denen nicht deutlich wird, ob Mathematik zu den Naturbeziehungsweise Geisteswissenschaften geordnet wird oder die Person Mathematik als Zwischenkategorie sieht oder nicht eindeutig zuordnen kann.</p>	<p>„[...] die Frage ist zwiespältig, die die die ist einerseits sage ich immer Naturwissenschaft, [...] andererseits ist es eher, na ja Geisteswissenschaft, ja ähm, es ist eher in die Richtung äh sprachliche Wissenschaft“ (G, Z. 110-114)</p>	<p>Textstellen, in denen deutlich wird, dass</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Person Mathematik nicht eindeutig zuordnen kann, • die Person eine Diskussion mit sich selbst führt und zu keiner eindeutigen Zuordnung kommt.
<p>Mathematik als Hilfswissenschaft (M4)</p>	<p>Alle Textstellen, die entweder eindeutig zustimmen, dass Mathematik eine Hilfswissenschaft ist, oder direkt aus dem Wortmaterial deutlich wird, dass die Person Mathematik als eine Hilfswissenschaft versteht.</p>	<p>„Na ja, es ist ja heute als Hilfswissenschaft definiert und das ist es auch.“ (B, Z. 65)</p>	<p>Textstellen, in denen entweder Mathematik explizit als Hilfswissenschaft bezeichnet wird oder auf Charakteristika von Mathematik als Werkzeug, Tool eingegangen wurde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instrument oder Tool, um Probleme zu lösen oder • Grundlage für andere Wissenschaften, damit diese wissenschaftlich arbeiten können.

Kategoriensystem zur Hauptkategorie: Vorstellungen über Wissenschaftspropädeutik (W)

Hauptkategorie	Definition Hauptkategorie	Definition Wissenschaftspropädeutik	
Vorstellungen über Wissenschaftspropädeutik als allg. Bildungsziel (W)	Umfasst alle Textstellen, in denen dargelegt wird, was die Personen unter Wissenschaftspropädeutik verstehen und was Wissenschaftspropädeutik beinhaltet.	„Anbahnung wissenschaftlichen Vorgehens, ein verbindliches Unterrichts-anliegen vor allem in der gymnasialen Oberstufe [...]. Wissenschaftspropädeutik impliziert, dass Schülerinnen und Schüler einen ersten exemplarischen Einblick in die wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erhalten. Dies beinhaltet zugleich eine Auseinandersetzung mit den Grenzen wissenschaftlichen Arbeitens im Allgemeinen oder eines bestimmten methodischen Vorgehens im Besonderen.“ (Müsche, 2009, S. 67)	
Subkategorie	Definition/Beschreibung	Ankerbeispiele	Codierregeln
Kein Vorverständnis (W1)	Alle Textstellen/Abschnitte, in denen deutlich wird, dass die interviewte Person kein weitergehendes Begriffsverständnis von Wissenschaftspropädeutik zeigt.	„Ich, ich weiß wirklich nicht, was das bedeutet.“ (G, Z. 189)	Siehe Definition.
Subsubkategorien zu W1	<ul style="list-style-type: none"> • Person hat Begriff schon gehört, aber zeigt kein weitergehendes Begriffsverständnis nicht (W1.1) • Person hat den Begriff noch nicht zuvor gehört (W1.2) 	<p>W1.1: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die interviewte Person zwar keine Definition/Beschreibung des Begriffs nennen kann, aber die Begriffsbezeichnung bekannt ist.</p> <p>W1.2: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die interviewte Person weder eine Definition/Beschreibung des Begriffs nennen kann noch die Begriffsbezeichnung kennt.</p>	
Fachübergreifendes Verständnis von Wissenschaftspropädeutik (W2)	Alle Textstellen, in denen deutlich wird, dass die interviewte Person ein fachspezifisches Verständnis von Wissenschaftspropädeutik hat derart, dass allgemein-wissenschaftliche Arbeitstechniken und Denkweisen geschult werden sollen.	„Die Wissenschaftspropädeutik ist für mich einfach sozusagen hmm ja, wissenschaftliches Arbeiten, also sagen wir die (..) Grundideen, wie man wissenschaftlich arbeitet“ (I, Z. 257-259)	Siehe Definition.
Subsubkategorien zu W2	<ul style="list-style-type: none"> • Problemstellungen identifizieren und analysieren (W2.1) • Fragestellungen entwickeln (W2.2) • Hypothesen bilden (W2.3) 	„also dass eben auch unbekannte Aufgabenstellungen [...] kommen und der Schüler dann erstmal herausfiltern muss, was äh, welche Aufgabenstellung steckt da dahinter“ (H, Z. 144-146)	W2.1: Textstellen, aus denen deutlich wird, dass mit wissenschaftspropädeutischem Arbeiten der Umgang mit Problemen, -stellungen oder -situationen (Identifikation, Analyse, Lösung etc.) verbunden wird.

- Heuristiken generieren, anwenden und prüfen (W2.4)
- Über Wissenschaft kommunizieren (W2.5)
- Informationen und Daten aus Darstellungen entnehmen (W2.6)
- Empirisch-experimentell arbeiten (W2.7)

„wirklich bestimmte Fragestellungen an das Experiment stelle, was ich dann sozusagen beweisen kann oder nicht beweisen kann“ (I, Z. 264-266)

W2.2: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass mit wissenschaftspropädeutischem Arbeiten das Entwickeln und Formulieren von Fragestellungen verbunden wird.

„so nach der Definition ähm experimentellen äh exemplarischen Einblick äh in die a Denk- und Arbeitsweisen (.) äh Hypothese äh also Annahme, Hypothese bilden, äh die Hypothese beweisen oder widerlegen“ (G, Z. 206-209)

W2.3: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass mit wissenschaftspropädeutischem Arbeiten das Aufstellen von Hypothesen (beispielsweise zum Ausgang von Experimenten) verbunden wird.

„so und jetzt suchen wir uns mal Möglichkeiten dieses Problem zu bearbeiten. Was können wir nutzen? Wer kann uns helfen? Welchen Weg gehen wir?“ (J, Z. 266-268)

W2.4: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass mit wissenschaftspropädeutischem Arbeiten das Entwickeln, Anwenden und Überprüfen von Heuristiken, Lösungswegen (z. B. systematisches Probieren, Darstellungen verwenden etc.) verbunden wird.

„dass ich weiß, wie schreibt man überhaupt einen längeren Artikel zu einem bestimmten Thema“ (I, Z. 268-270)

W2.5: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass mit wissenschaftspropädeutischem Arbeiten das Kommunizieren und Verständigen über wissenschaftliche Arbeitsweisen/Erkenntnisse (mündlich und/oder schriftlich) verbunden wird

„dass sie in der Lage sind aus ähm Tabellen, aus anderen Unterlagen das Wichtigste rauszufiltern, was sie brauchen“ (J, Z. 184-185)

W2.6: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass mit wissenschaftspropädeutischem Arbeiten das Entnehmen von Informationen aus Darstellungen (z. B. Tabellen) verbunden wird (Lesen und Interpretieren von Diagrammen).

		<p>„dass ich äh weiß wa, äh, wie Experimente durchzuführen sind, dass ich da also eine klare Vorstellung habe, was mache ich dort überhaupt, wie kann ich äh Experimente, jetzt zum Beispiel mh so (..) protokollieren, aufschreiben, dass sie wirklich nutzbar sind, dass wirklich ein Mehrwert herauskommt“ (I, Z. 260-263)</p>	<p>W2.7: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass mit wissenschaftspropädeutischem Arbeiten das Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten (z. B. Umgang mit Messungen, Anfertigen von Protokollen etc.) verbunden wird.</p>
<p>Mathematikspezifisches Verständnis von Wissenschaftspropädeutik (W3)</p>	<p>Alle Textstellen, in denen deutlich wird, dass die interviewte Person ein fachliches Verständnis von Wissenschaftspropädeutik hat derart, dass mathematikspezifische Arbeitstechniken und Denkweisen geschult werden sollen.</p>	<p>„Ähm, ich fange mit der Wissenschaftspropädeutik an. Also ich glaube, in die Richtung geht man durchaus in der Mathematik, dass man eben von den, ähm, aber schrittweise, nicht nur erst ab der Klasse 11.“ (C, Z. 193-195)</p>	<p>Siehe Definition.</p>
<p>Subsubkategorien zu W3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematik als strukturorientierte Disziplin (W3.1) • Mathematik als anwendungsorientierte Disziplin (W3.2) 	<p>W3.1: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die interviewte Person sich auf das Anbahnen von wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen von Mathematik als deduktive Disziplin bezieht, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • mathematische Formeln, Symbole und Sprache korrekt verwenden, • Beweise führen und nachvollziehen (einschließlich Herleitungen, Vermutungen aufstellen, Beweisstrategien lernen), • Muster und Strukturen erkennen (Regelmäßigkeiten finden) oder • explizit über den mathematischen Erkenntnisweg reflektieren. <p>W3.2: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die interviewte Person sich auf das Anbahnen von wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen von Mathematik als anwendbare Disziplin bezieht, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierungskompetenz fördern (Realsituationen erschließen, mathematische Modelle bilden, Mathematisierungsprozesse einleiten, mathematische Modelle validieren) oder • mit Daten und Evidenz umgehen (Grenzen von empirischen Untersuchungen reflektieren, Repräsentativität von Stichproben etc.). 	

Wissenschaftspropädeutik und Selbstkompetenz (W4)	Alle Textstellen, in denen beschrieben wird, dass Wissenschaftspropädeutik darauf abzielt beziehungsweise beinhaltet, dass die Schülerinnen und Schüler gewisse Selbstkompetenzen entwickeln.	„Selbstständiges Arbeiten, Frustrationstoleranz, das trainieren wir fleißig, ja und äh selbstständiges Denken“ (B, Z. 246-247)	Das Wort „Selbstkompetenz“ muss nicht explizit vorkommen. Es genügen das Aufgreifen von Teilen der Selbstkompetenz (siehe Ankerbeispiel und Subsubkategorien).
Subsubkategorien zu W4	<ul style="list-style-type: none"> • Selbstständiges Arbeiten (W4.1) • Durchhaltevermögen (W4.2) • Organisationskompetenz (W4.3) 	<p>W4.1: Der Begriff „selbstständiges Arbeiten“ oder „selbstständig“ muss explizit genannt werden. Der Begriff umfasst in diesem Kontext, dass die Schülerinnen und Schüler autonom in der Lage sind, Aufgabenstellungen von sich aus zu erfassen, Methoden auszuwählen, um die Probleme zu lösen und sich gegebenenfalls auch selbst Wissen aneignen können.</p> <p>W4.2: Durchhaltevermögen oder Ausdauer beschreibt die Fähigkeit von Personen ein Ziel bei unverminderter Motivation zu verfolgen, auch wenn es längere Zeit benötigt oder eine erhöhte Anstrengung erfordert.</p> <p>W4.3: Es beschreibt die Fähigkeit, personelle Ressourcen für Aufgaben so auszuwählen und einzusetzen, dass die Aufgaben fristgerecht, inhaltlich angemessen und ökonomisch effizient bewältigt werden.</p>	

Kategoriensystem zur Hauptkategorie: Vorstellungen über die unterrichtliche Implementierung von Wissenschaftspropädeutik (U)

Hauptkategorie	Definition Hauptkategorie	Definition Unterricht	
Unterrichtliche Implementierung von Wissenschaftspropädeutik (U)	Umfasst alle Textstellen, in denen beschrieben wird, wie aus Sicht der Lehrkräfte Wissenschaftspropädeutik im Schulkontext umgesetzt werden kann.	„Unterricht kann als langfristig organisierte Abfolge von Lehr- und Lernsituationen verstanden werden, die von ausgebildeten Lehrpersonen absichtsvoll geplant und initiiert werden und die dem Aufbau von Wissen sowie dem Erwerb von Fertigkeiten und Fähigkeiten der Lernenden dienen. Sie finden in der Regel in bestimmten dafür vorgesehenen Institutionen unter regelhaften Bedingungen statt.“ (Terhart 1994; zit. nach Lipowsky 2015, S. 70)	
Subkategorie	Definition/Beschreibung	Ankerbeispiele	Codierregeln
Inszenierungsmöglichkeiten abseits des regulären Mathematikunterrichts (U1)	Alle Textstellen, in denen die Person Aussagen dazu macht, wie die Aufgabe der Wissenschaftspropädeutik umgesetzt werden kann, abseits des regulären Mathematikunterrichts.	„Ich denke das haben sie schon, weil sie müssen ja bei uns äh in der 10. Klasse, muss ja jeder Schüler eine Facharbeit schreiben, da werden sie ja an dieses äh wissenschaftliche Arbeiten schon herangeführt.“ (H, Z. 383-385)	Siehe Definition.
Subsubkategorien zu U1	<ul style="list-style-type: none"> • Facharbeit schreiben (U1.1) • Lernen an außerschulischen Lernorten (U1.2) 	<p>U1.1: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass als eine Inszenierungsmöglichkeit von Wissenschaftspropädeutik das Schreiben einer (vor-)wissenschaftlichen Arbeit, Fach-/Hausarbeit verbunden wird.</p> <p>U1.2: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass als eine Inszenierungsmöglichkeit oder -ort von Wissenschaftspropädeutik das Lernen an außerschulischen Lernorten (z. B. Umfragen außerhalb der Schule, (Lern-)Labore etc.) verbunden wird.</p>	
Inszenierungsmöglichkeiten im regulären Mathematikunterricht (U2)	Alle Textstellen, in denen die Person Aussagen dazu macht, wie die Aufgabe der Wissenschaftspropädeutik im regulären Mathematikunterricht umgesetzt werden kann.	„[...] was ich ja, für eine ganz wichtige Sache im Mathematikunterricht halte, nicht nur im Mathematikunterricht, weil gerade Mustererkennung in, eigentlich in jeder Wissenschaft extrem wichtig ist.“ (I, Z. 370-372)	Siehe Definition.

Subsubkategorien zu U2

- Analysis/Kurvendiskussion (U2.1)
- Analytische Geometrie (U2.2)
- Beurteilende Statistik (U2.3)
- Begründen, Argumentieren und Beweisen stärker fokussieren (U2.4)
- Modellieren stärker fokussieren (U2.5)
- Berücksichtigung der formalen, symbolischen, technischen Aspekte der Mathematik und Darstellungen im Unterricht (U2.6)
- Reflektieren über Mathematik als anwendbare Disziplin (U2.7)
- Reflektieren über Mathematik als deduktive Disziplin (U2.8)
- Bezüge zur Lebenswelt und anderen Wissenschaften herstellen (U2.9)

„Ähm (.) dann im Bereich der Analysis finde ich ähm (.) grundsätzlich die komplexeren Aufgaben sehr interessant in äh im Bereich der Wissenschaftspropädeutik, das heißt ich stelle eine Vermutung auf, klassisch Extremwertaufgaben“ (G, Z. 242-245)

„Also ich würde einen Teil der Geometrie dazunehmen, durchaus, also geometrische Probleme [...], in Richtung [...] Flächenberechnung, sowas, da könnte man sowas auch mit reinnehmen.“ (H, Z. 303-306)

„Also besonders, wenn man jetzt die beurteilende Statistik nimmt, da kann man ja schon ein bisschen was dazu machen.“ (D, Z. 138-140)

„wie funktionieren Beweise, also wie geht man an Beweise ran, welche diese Unterscheidung Voraussetzung, Behauptung und solche Dinge auf jeden Fall, ja. Das klappt, das könnte man daran erklären“ (D, Z. 191-193)

U2.1: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die befragte Lehrperson besonders Inhalte aus dem Inhaltsbereich Analysis (z. B. Kurvendiskussion) für sinnvoll hält, um daran wissenschaftspropädeutische Kompetenzen (z. B. Informationen aus Darstellungen entnehmen) zu fördern.

U2.2: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die befragte Lehrperson besonders Inhalte aus dem Inhaltsbereich (Analytische) Geometrie für sinnvoll hält, um daran wissenschaftspropädeutische Kompetenzen (z. B. Problemstellungen identifizieren und analysieren) zu fördern.

U2.3: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die befragte Lehrperson besonders Inhalte aus dem Inhaltsbereich Beurteilende Statistik (z. B. Hypothesenbildung und -prüfung) für adäquat hält, um wissenschaftspropädeutische Kompetenzen (z. B. Umgang mit Evidenz und Daten) zu fördern.

U2.4: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die befragte Lehrperson besonders die prozessbezogene Kompetenz des Argumentierens, Begründens und Beweisens für wissenschaftspropädeutisch hält und dementsprechend beispielsweise je-

	weilige Kompetenzen durch Aufgaben fördert, Begründungen einfordert oder die Relevanz für Mathematik verdeutlicht.
„Potenzial bietet [...] vor allem in Richtung Modellbildung und eine günstige Gelegenheit zu überprüfen, ob das, was man sich ausgedacht hat, auch wirklich stimmt.“ (D, Z. 218-220)	U2.5: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die befragte Lehrperson besonders die prozessbezogene Kompetenz des Modellierens für wissenschaftspropädeutisch hält und dementsprechend beispielsweise jeweilige Kompetenzen durch das Einbeziehen von Modellierungsaufgaben fördert.
„also ich denke, ich achte zusehend auf die, auf die Formalität, beziehungsweise auf die, auf die Rückschlüsse, dass man daraus was ziehen kann, versuche verschiedene, ähm, Darstellungsformen entsprechend zu verknüpfen“ (C, Z. 312-314)	U2.6: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die befragte Lehrperson besonders die prozessbezogene Kompetenz des Verwendens von mathematischen Symbolen und Darstellungen für wissenschaftspropädeutisch hält und dementsprechend beispielsweise jeweilige Kompetenzen durch Aufgaben fördert, auf Formalität achtet und die Relevanz davon für Mathematik betont.
„immer wieder Beispiele zu finden aus dem täglichen Leben, wo man sagt, ähm, dort können wir Mathematik anwenden, äh, dort sehen wir Verbindungen zur Mathematik. (..) Also bestes Beispiel ähm COVID [...] Aber äh dass man dort an der Stelle versucht noch stärker ein bisschen in die Praxis reinzugehen [...] Ja, und das ist das Problem. Die sehen gar nicht, was dahinter	U2.7: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass das Sprechen/Reflektieren über Aspekte von Mathematik als anwendbare Disziplin durch Schaffen von passenden Reflexionsanlässen (z. B. über die Relevanz, Anwendbarkeit von Mathematik philosophieren; die Kategorisierung von Mathematik als Hilfswissenschaft diskutieren) als eine Inszenierungsmöglichkeit aufgefasst wird.

		<p>steckt und diese Verbindung deutlich zu machen, das ist halt äh eine Aufgabe, die (...) schwierig wäre.“ (I, Z. 421-452)</p>	
		<p>„das kann man natürlich auch in eine anstehenden Diskussion natürlich auch klären, ähm, dass man klärt, ist das jetzt allgemeingültig, kann man wirklich von einzelnen Beispielen wirklich auf eine allgemeine Aussage schließe, gibt es Bedingungen, an die das geknüpft ist, und so weiter. Das könnte man natürlich weiter diskutieren.“ (C, Z. 302-307)</p>	<p>U2.8: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass das Sprechen/Reflektieren über Aspekte von Mathematik als deduktive Disziplin durch Schaffen von passenden Reflexionsanlässen (z. B. über die Relevanz von Beweisen und der logischen Struktur von Mathematik reflektieren) als eine Inszenierungsmöglichkeit aufgefasst wird.</p>
		<p>„Einfach, dass man sich Fragestellungen sucht im Alltag, die dann vielleicht mit Mathematik gelöst werden können und dann wieder modelliert werden müssen in den Zusammenhang.“ (A, Z. 412-414)</p>	<p>U2.9: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass das Herstellen von Bezügen zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler oder durch fächerübergreifenden Unterricht (z. B. mit Physik) die besonderen Charakteristika der Mathematik als Wissenschaft deutlich werden lässt und als wissenschaftspropädeutisch aufgefasst wird.</p>
<p>Historisch-genetischer Mathematikunterricht (U3)</p>	<p>Alle Textstellen, in die denen als unterrichtliche Inszenierung von Wissenschaftspropädeutik das Aufzeigen von historisch-genetischen Aspekten genannt wird.</p>	<p>„[...] wenn bei uns die Schüler ankommen, beginne ich eigentlich auch in Mathematik meine ersten Stunden oder ersten Block äh ein historischen Abriss der Mathematik zu bringen, um einige wesentliche Leute und wenige Dinge, was man eigentlich so die Entwicklung aufzuzeigen.“ (E, Z. 478-482)</p>	<p>Die Leitidee des historisch-genetischen Lernens ist die Unterrichtsgestaltung unter Berücksichtigung der historischen Entwicklung der Wissenschaft, d. h. es werden Elemente codiert, bei denen explizit deutlich wird, dass sich die Unterrichtsgestaltung sich am historisch-genetischem Prinzip orientiert.</p>

<p>Wahrgenommene Hemmnisse bei der Unterrichtsgestaltung (U4)</p>	<p>Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die Person bestimmte Hemmnisse, Hindernisse, Herausforderungen wahrnimmt, die die Implementierung von wissenschaftspropädeutischen Aspekten in den Mathematikunterricht erschweren.</p>	<p>„Wissenschaftspropädeutik ist ein bisschen schwierig in Mathe, weil [...]“ (D, Z. 130-131) Siehe Definition.</p>
<p>Subsubkategorien zu U4</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ungeeignete Inhalte in der gymnasialen Oberstufe (U4.1) • Nicht relevant für die Abiturprüfung (U4.2) • Überforderung (U4.3) • Desinteresse der SuS (U4.4) • Stofffülle/-menge (U4.5) • Fehlende institutionelle Bedingungen (U4.6) 	<p>U4.1: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die im Lehrplan enthaltenen Inhalte für den Mathematikunterricht in der gymnasialen Oberstufe ungeeignet sind, um wissenschaftspropädeutisch unterrichten zu können.</p> <p>U4.2: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die Lehrkräfte darauf abzielen, die Schülerinnen und Schüler bestmöglich auf die Abiturprüfung vorzubereiten und dementsprechend die Vorbereitung fokussieren und Wissenschaftspropädeutik als Aufgabe eher in den Hintergrund rückt.</p> <p>U4.3: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die Lehrkräfte eine mögliche Überforderung der Schülerinnen und Schüler (durch z. B. eine Überfrachtung von zu anspruchsvollen Inhalten) in wissenschaftspropädeutischem Mathematikunterricht sehen.</p> <p>U4.4: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die Lehrkräfte das fehlende Interesse der Schülerinnen und Schüler an Mathematik als strukturorientierte Disziplin sehen, um wissenschaftspropädeutischen Unterricht anzubieten.</p> <p>U4.5: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die Lehrkräfte die Fülle der zu vermittelnden Inhalte (aus den Lehrplänen) und damit implizit das Zeitproblem als Hindernis sehen, um wissenschaftspropädeutischen Unterricht anzubieten.</p> <p>U4.6: Alle Textstellen, aus denen deutlich wird, dass die Lehrkräfte die fehlende räumliche Ausstattung (z. B. Materialien) oder das Fehlen eines Fachraums bemängeln, um Mathematik wissenschaftspropädeutisch zu unterrichten.</p>

D | Im Anhang verwendete Literatur

- Bigalke, A. & Köhler, N. (2015). *Mathematik 11. Sachsen-Anhalt. Qualifikationsphase*. Cornelsen.
- Davis, P. J. & Hersh, R. (1981). *The mathematical experience*. Birkhäuser.
- Dresing, T. & Pehl, T. (2015). *Praxisbuch – Interview, Transkription & Analyse: Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende* (6. Aufl.). Eigenverlag.
- Field, A., Miles, J. & Field, Z. (2012). *Discovering statistics using R*. Sage Publications Ltd.
- Griesel, H., Gundlach, A., Postel, H. & Suhr, F. (2009). *Elemente der Mathematik. Niedersachsen 11/12. Grundlegendes und erhöhtes Niveau*. Schroedel.
- Hauptmann, V., Heinrichs, H. & Kölln, M. (2019). *Mathematik in Kontexten entdecken: Analysis. Eine anwendungsorientierte Einführung in die Analysis der Oberstufe*. BoD.
- Jahnke, T. & Wuttke, H. (2008). *Mathematik – 11. Schuljahr. Gymnasiale Oberstufe. NRW*. Cornelsen.
- Körner, H., Lergenmüller, A., Schmidt, G. & Zacharias, M. (2019). *Mathematik Neue Wege. Qualifikationsphase (erhöhtes Anforderungsniveau)*. Westermann Schroedel.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Aufl.). Beltz Juventa.
- Lipowsky, F. (2015). Unterricht. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (2. Aufl., S. 69-105). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2_4
- Müsche, H. (2009). Wissenschaftspropädeutik aus psychologischer Perspektive – Zur Dimensionierung und Konkretisierung eines bildungstheoretischen Konstrukts. *TriOS*, 4(2), 61-109.
- Stewart, I. (2001). *Die Zahlen der Natur. Mathematik als Fenster zur Welt*. Spektrum Akademischer Verlag.

Bildnachweise

- Westendarp, E. [hpgruesen] (2016). *Daluis-Schlucht, Tunnel, Umfahrung*. Pixabay. Lizenziert durch <https://pixabay.com/de/service/terms/>. Zugriff über <https://pixabay.com/de/photos/daluis-schlucht-tunnel-umfahrung-1574583/> am 18.06.2023