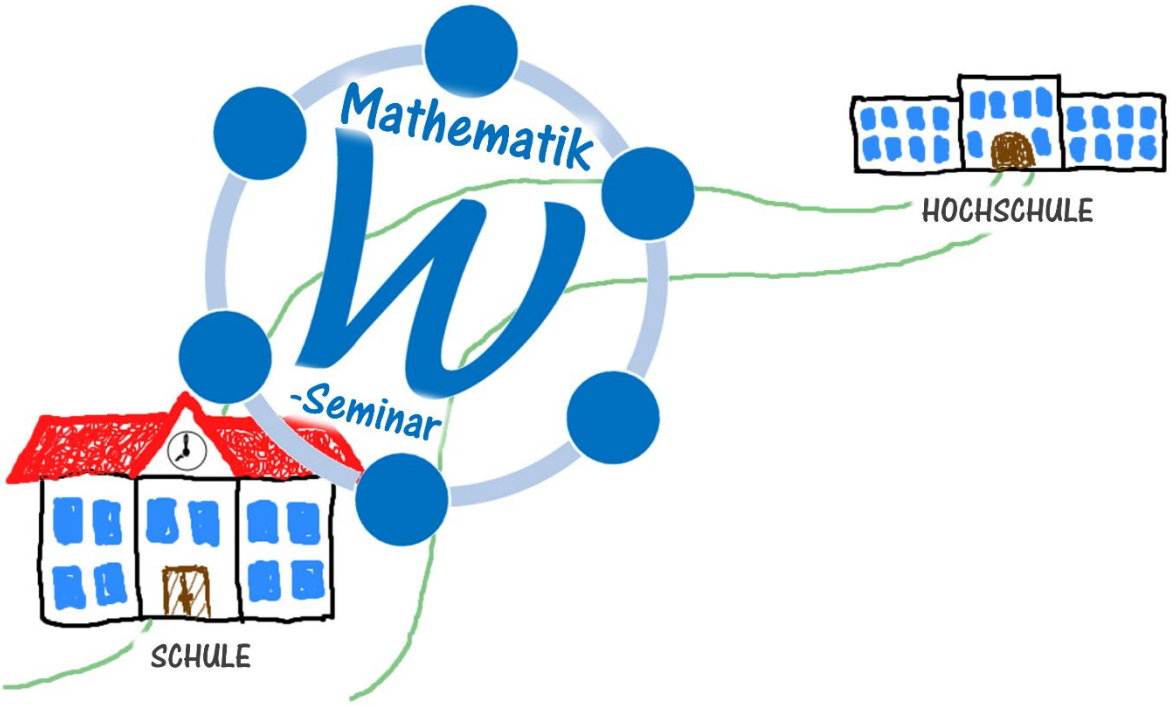
Andreas Frank

Wissenschaftspropädeutisches Lernen in Mathematik

Wie überzeugend ist das W-Seminar?



WTM
Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien
Münster

Hochschulschriften zur Mathematik – Didaktik 10

Hochschulschriften zur Mathematik-Didaktik
Band 10

Andreas Frank

Wissenschaftspropädeutisches Lernen in Mathematik

Wie überzeugend ist das W-Seminar?

WTM
Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien
Münster

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte Informationen sind im Internet über http://dnb.de abrufbar.

Druck durch:
winterwork
04451 Borsdorf
http://www.winterwork.de

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© WTM – Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien, Münster 2020 – E-Book
ISBN 978-3-95987-146-4
https://doi.org/10.37626/GA9783959871464.0

Wissenschaftspropädeutisches Lernen in Mathematik

Wie überzeugend ist das W-Seminar?

ANDREAS FRANK

Diese Publikation ist Teil meiner Promotion zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Didaktik der Naturwissenschaften „Dr. phil. nat.“ (doctor philosophiae naturalis) im Promotionsfach Didaktik der Mathematik der Fakultät für Mathematik der Universität Regensburg, Deutschland, August 2020.

Dank

Allen Personen, die mich im Laufe meiner Forschungstätigkeit und beim Entstehen dieser Arbeit unterstützt haben, möchte ich an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aussprechen.

Zuerst gilt mein Dank allen Schülerinnen und Schülern, die an meiner Studie teilgenommen und den Fragebogen bereitwillig ausgefüllt haben. Besonders danke ich den Seminarteilnehmerinnen und Seminarteilnehmern, die mir zusätzlich für eine Interviewbefragung zur Verfügung gestanden haben. Ihre ausführlichen, offenen und reflektierten Schilderungen, wie sie persönlich Mathematik sehen – jetzt nach dem W-Seminar und im Vergleich zu den bisherigen Erfahrungen im Mathematikunterricht – sind aus meiner Sicht das Herzstück dieser Arbeit. Darüber hinaus gilt der Dank auch den Lehrkräften der Seminare, die sich zu einer kurzen Befragung bereit erklärt und mir rückblickend ihre Perspektive als Lehrperson geschildert haben.

Dr. Markus Meiringer hat sich als Lehrkraft sehr dafür eingesetzt, dass ich mein eigenes W-Seminar-Konzept zum Thema „Zahlentheorie“, das ich im Rahmen meiner Zulassungsarbeit erarbeitet hatte, an seiner Schule in die Praxis umsetzen konnte. Er hat mich bei der Durchführung des Seminars und bei der Akquisition weiterer Schulen und Seminare unterstützt, wodurch meine Untersuchung einen erfolgreichen Anfang nehmen konnte. Es war eine tolle Erfahrung, das Arbeiten im W-Seminar nicht nur von Forscherseite, sondern auch aus Sicht der Lehrkraft kennenzulernen. Dafür danke ich ihm ganz herzlich.

Prof. Dr. Stefan Krauss, dem Betreuer meiner Dissertation, gilt mein besonderer Dank. Er hat mir nach meiner Tätigkeit als studentische Hilfskraft an seinem Lehrstuhl die Möglichkeit gegeben, an einem persönlich interessanten Thema zu forschen. Während der Zeit meiner Promotion hat sich in seinem Terminkalender immer Platz gefunden für ein persönliches Gespräch. Ich habe dabei immer konstruktive Unterstützung erfahren und konnte sowohl im Forschungsbereich als auch im Bereich der Lehre viel lernen. Die Arbeit an meinem Dissertationsthema sowie mit ihm und seinem Team hat mir immer sehr viel Spaß gemacht. Ein besonderer Höhepunkt war für uns an der Universität Regensburg im vergangenen Jahr die Ausrichtung der 53. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM). Durch die Tagungsorganisation habe ich viele tolle Menschen kennengelernt, mich in vielen neuen Tätigkeitsbereichen ausprobieren und einen Großteil der Veranstaltung nach eigenen Vorstellungen gestalten können. Für dieses große Vertrauen und die Unterstützung bedanke ich mich sehr herzlich.

Prof. Dr. Arne Dittmer danke ich für seine Bereitschaft, meine Dissertation zu begutachten sowie für die inhaltlichen Anregungen in mehreren persönlichen Gesprächen. Prof. Dr. Bärbel Barzel danke ich ebenso für ihre Bereitschaft zur Begutachtung. Sie stand meinen Fragen beispielsweise im Rahmen der von der Mathematik-Kommission Übergang Schule-Hochschule ausgerichteten Fachtagung 2017 in Münster, bei der GDM-Nachwuchskonferenz 2017 in Essen und in anschließenden weiteren persönlichen Gesprächen offen gegenüber, und meine Arbeit konnte von ihren Ratschlägen und ihrer Expertise profitieren.

Prof. Dr. Sven Hilbert und Dr. Alfred Lindl von der Arbeitsgruppe für Methoden der empirischen Bildungsforschung gilt mein Dank für ihre Beratung und Unterstützung bei statistischen Fragen.

Meine Kolleginnen und Kollegen des Doktorandenkolloquiums an der Universität Regensburg haben durch viele gute Ideen, kritische Anmerkungen und die ein oder andere Aufmunterung zum Gelingen meiner Arbeit beigetragen. Auch hierfür vielen Dank. Speziell für die Unterstützung bei der Durchführung der Studie möchte ich Prof. Dr. Georg Bruckmaier, Simone Röhrl und Christine Schmeißer danken, für die technische Hilfe, das kritische Korrekturlesen und viele Vorschläge in Sachen Layout meiner Arbeit bedanke ich mich bei Dr. Karin Binder, Nicole Steib und Patrick Weber.

Den studentischen Hilfskräften Andrea Ganslmeier, Marita Graf, Dominik Pruy, Anja Schellhaas, Sophie Zahnbrecher und Anna Zellner möchte ich für ihre zuverlässige Arbeit bei der Literaturrecherche, bei der Datenaufbereitung und -analyse sowie beim Korrekturlesen danken.

Meiner Familie und meinem Freundeskreis danke ich für die Unterstützung und das Verständnis, besonders in den unmittelbar zurückliegenden, arbeitsintensiven Monaten. Der persönliche Kontakt und Austausch, die gemeinsame Zeit sind mir immer das größte Anliegen. Häufig haben mich während meiner Promotionszeit Personen durch Gespräche „von außen“ auf neue Gedanken und Wege meiner Arbeit bringen oder mich von dieser ablenken können, und nicht zuletzt dadurch auch den Wert dieser Arbeit richtig einordnen lassen. Herzlichen Dank dafür.

Inhaltsverzeichnis

Dank v

Inhaltsverzeichnis ix

1 Die Übergangsproble(mathe)matik 1

2 Theoretische Überlegungen zum wissenschaftspropädeutischen Lernen in Mathematik 7

2.1 Definition und Bedeutung von Wissenschaftspropädeutik 10

2.1.1 Wissenschaft, Wissenschaftspropädeutik, Wissenschaftsorientiertheit 10

2.1.2 Wissenschaftspropädeutik als didaktisches Prinzip gymnasialen Oberstufenunterrichts 11

2.2 Konzeptuelle Überlegungen zur Wissenschaftspropädeutik 13

2.2.1 Wissenschaftspropädeutisches Konzept nach Humboldt 13

2.2.2 Drei Ebenen der Wissenschaftspropädeutik nach Huber 14

2.2.3 Drei Dimensionen der Wissenschaftspropädeutik nach Müsche 17

2.2.4 Drei Bereiche wissenschaftspropädeutischen Lernens in dieser Arbeit 18

2.3 Wissenschaftspropädeutik aktuell in der Schulpraxis (Bayern) 19

2.3.1 Verankerung der Wissenschaftspropädeutik im aktuellen LehrplanPLUS 20

2.3.2 Praktische Umsetzung als Wissenschaftspropädeutisches Seminar 21

2.3.3 Kurzüberblick zum P-Seminar 23

2.4 Wissenschaftliches Arbeiten in Mathematik 24

2.4.1 Entstehung der Mathematik 24

2.4.2 Mathematik als Prozess und als Produkt 25

2.4.3 Prozess des kreativen Schaffens 27

2.4.4 Prozess des Deduzierens und logischen Ordnens zum fertigen Produkt 29

2.4.5 Prozess des Anwendens 32

2.5 Wissenschaftspropädeutisches Lernen in Mathematik 32

2.5.1 Mathematiklernen in Schule und Hochschule 33

2.5.2 Neun Schülerkompetenzen für wissenschaftspropädeutisches Lernen im Fach Mathematik 36

2.6 Überzeugungen zu Mathematik als Aspekt wissenschaftspropädeutischen Denkens 40

2.6.1 Definition und Konzeptualisierung von Überzeugungen 41

2.6.2 Zusammenspiel von Überzeugungen und Wissenschaftspropädeutik 43
2.6.3 Epistemologische Schülerüberzeugungen zu Mathematik 45
2.6.4 Strukturierung und Operationalisierung lerntheoretischer Überzeugungen 47
2.6.5 Zusammenfassung zu Überzeugungen in dieser Arbeit 50

2.7 Bisherige empirische Befunde zur Wissenschaftspropädeutik in der gymnasialen Oberstufe 51
2.7.1 Befunde zu Überzeugungen im wissenschaftspropädeutischen Kontext 51
2.7.2 Befunde zu wissenschaftspropädeutischen Schülerkompetenzen 54
2.7.3 Wissenschaftspropädeutik und weitere fachbezogene Schülermerkmale 56

2.8 Zusammenfassung und Forschungsziele 57

3 Fragestellungen zu mathematischen W-Seminaren 61

3.1 Fachbezogene Schülermerkmale im Kontext mathematischer W-Seminare 62

3.2 Lerntheoretische Schülerüberzeugungen von Teilnehmern mathematischer W-Seminare 64

3.3 Wissenschaftspropädeutisches Denken und Arbeiten im mathematischen W-Seminar 66

4 Methodisches Vorgehen 69

4.1 Forschungsdesign 70

4.2 Quantitativer Fragebogen 73
4.2.1 Konzeption des Fragebogens und Datenerhebung 74
4.2.2 Datenaufbereitung und Umgang mit fehlenden Werten 76
4.2.3 Datenanalyse mittels Linear Mixed Regression Model 78

4.3 Qualitatives Leitfadeninterview 81
4.3.1 Konzeption des Leitfadens und Datenerhebung 81
4.3.2 Datenaufbereitung und Transkription 84
4.3.3 Qualitative Inhaltsanalyse und Bildung eines Kategoriensystems 85

4.4 Stichprobe 93
4.4.1 Schüler und Lehrkräfte 93
4.4.2 Hierarchische Datenstruktur auf drei Ebenen 94

4.5 Gütekriterien 96
4.5.1 Einsatz von Mixed Methods 96
4.5.2 Psychometrische Gütekriterien der Fragebogenuntersuchung 97
4.5.3 Spezifische Gütekriterien der qualitativen Interviewbefragung 101

5 Ergebnisse zu fachbezogenen Schülermerkmalen ... 109

5.1 Interesse, Freude und Motivation ... 111

5.2 Ziele des Mathematikunterrichts ... 115

5.3 Mathematische Lernstrategien ... 119

5.4 Mathematische Kompetenzen und Schülerleistung ... 123

5.5 Zusammenfassung ... 126

6 Ergebnisse zu Schülerüberzeugungen ... 129

6.1 Unterschiede zwischen den Seminartypen ... 131

6.1.1 Eingangsvoraussetzungen ... 131

6.1.2 Veränderungen über die Seminarphase ... 133

6.1.3 Statusgruppenvergleich mit Studierenden und Lehrkräften ... 137

6.2 Unterschiede zwischen und innerhalb von W-Seminaren ... 139

6.2.1 Varianzzerlegung ... 139

6.2.2 Seminarspezifische Unterschiede ... 144

6.2.3 Auswahl der Interviewstichprobe ... 147

6.2.4 Schülerindividuelle Unterschiede – Vergleich zweier gegenläufiger Fälle innerhalb eines W-Seminars ... 150

6.2.5 Schülerindividuelle Unterschiede – Vergleich zweier gleichläufiger Fälle innerhalb eines W-Seminars ... 152

6.3 Zusammenfassung ... 155

7 Ergebnisse zum wissenschaftspropädeutischen Denken und Arbeiten in mathematischen W-Seminaren ... 159

7.1 Kurzüberblick über die untersuchten W-Seminare ... 161

7.2 Mathematische Denk- und Arbeitsweisen aus Schülersicht ... 162

7.2.1 Mathematik als Gegenstand des W-Seminars ... 162

7.2.2 Arbeiten im W-Seminar ... 166

7.2.3 Reflektieren über Mathematik ... 178

7.3 Identifizierung wissenschaftspropädeutischer Kompetenzen des Faches Mathematik ... 190

8 Folgerungen zum wissenschaftspropädeutischen Lernen im gymnasialen Oberstufenunterricht ... 193

9 Diskussion ... 201

9.1 Zusammenfassung der Ergebnisse ... 204

9.2 Einordnung der Ergebnisse in den Forschungsdiskurs ... 206

9.3 Grenzen der Studie und Forschungsdesiderata ... 208

9.4 Ausblick ... 210

10 Verzeichnisse ... 215

10.1 Tabellenverzeichnis ... 215

10.2 Abbildungsverzeichnis ... 218

10.3 Literaturverzeichnis ... 220

Anhang ... 229

1 Die Übergangsproble(mathe)matik

[…] ich finde auch gut, dass ich schon weiß, was Mathematik überhaupt ist, weil die Schul-Mathematik ist überhaupt nicht vergleichbar mit der richtigen Mathematik, sage ich mal.

Diese Aussage tätigt ein Oberstufenschüler[1] wenige Wochen vor seiner Abiturprüfung. Er hat in den zurückliegenden eineinhalb Jahren ein W-Seminar im Fach Mathematik besucht und strebt in Kürze ein technisches Studium an. Er wird sich also auch nach dem Schulabschluss an der Universität mit Mathematik auseinandersetzen.

Was ist diese richtige Mathematik, von der er spricht? Was hat er in seinem Seminar erlebt, dass er zu dieser Denkweise gelangt?

[1] Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit ausschließlich die Sprachform des generischen Maskulinums verwendet. Sie bezieht sich ausdrücklich auf Personen beiderlei Geschlechts.

Das Phänomen der Übergangsproblematik im Fach Mathematik, das der W-Seminar-Teilnehmer in seiner Aussage auf der vorherigen Seite beschreibt, ist lange bekannt. Mehr als 100 Jahre ist es her, dass Felix Klein (1908) diesen Übergang, den gymnasiale Lehramtsstudierende zweimal zu bewältigen haben – zunächst von der Schule zur Hochschule und nach Abschluss des Studiums wieder zurück an die Schule – als „Doppelte Diskontinuität“ konstatierte.

> *Der junge Student sieht sich am Beginn seines Studiums vor Probleme gestellt, an denen ihn nichts mehr an das erinnert, womit er sich bisher beschäftigt hat, und natürlich vergißt er daher alle diese Dinge rasch und gründlich. Tritt er aber nach Absolvierung des Studiums ins Lehramt über, so muß er eben diese herkömmliche Elementarmathematik schulmäßig unterrichten, und da er diese Aufgabe kaum selbständig mit seiner Hochschulmathematik in Zusammenhang bringen kann, so nimmt er bald die althergebrachte Unterrichtstradition auf, und das Hochschulstudium bleibt ihm nur eine mehr oder minder angenehme Erinnerung, die auf seinen Unterricht keinen Einfluß hat.*
> *Diese doppelte Diskontinuität, die gewiß weder der Schule noch der Universität jemals Vorteil brachte, bemüht man sich nun neuerdings endlich aus der Welt zu schaffen (Klein, 1908, S. 1f.).*

Der Ausdruck der doppelten Diskontinuität ist inzwischen zum geflügelten Wort geworden und bis heute aktuell. Zwar hat sich seit dieser Feststellung Felix Kleins die Bildungslandschaft von Schule zu Hochschule in vielerlei Hinsicht verändert, dennoch erscheint gerade in den letzten Jahren die Übergangsproblematik auf neue Weise aktuell zu sein (Hefendehl-Hebeker, 2013): Zum einen hat sich das Gymnasium inzwischen von der Elite-Institution zur Schulform mit dem größten Schüleranteil entwickelt, sodass sich die soziale Zusammensetzung der Schülerschaft stark gewandelt hat. Zum anderen hat sich seit Mitte des 20. Jahrhunderts das berufliche Selbstverständnis der gymnasialen Mathematiklehrkräfte dahingehend verändert, dass sie sich nicht mehr vornehmlich als Wissenschaftler sehen.

Als Folgen dieser Diskontinuität sind seit vielen Jahrzehnten hohe Studienabbruchzahlen zu beobachten. Das wiederum wird durch die kritische Äußerung des Mathematikers Heinrich Behnke aus den 1960er Jahren deutlich, die Biehler (2018) in einem aktuellen Artikel zur Schnittstelle Schule - Hochschule zitiert.

> *Es gibt nun kein Fach, wo der Anfang des Studiums so schwierig ist wie in der Mathematik. Der Laie findet es begreiflich, denn ihm ist die Aussage vertraut: Das Studium der Mathematik verlangt eine besondere Veranlagung. Sieht man sich aber die Reifezeugnisse der jungen Studenten an, so ist man erstaunt. Fast alle diese Studenten weisen sich durch gute Zeugnisse aus. Ein Großteil hat besondere Empfehlungen für das Studium bekommen. Und dann beginnt schon die Verzweiflung nach drei bis vier Wochen... Falsch sind bei manchen Dozenten nur die Vorstellungen von dem, was ein Student von der Schule mitbringen "müßte" und wie die Mathematik auf der Universität gelehrt werden sollte...*
> *Beim heutigen Zustand folgt durchaus nicht, daß nach dem ersten Jahre noch die Studenten da sind, die eine für das Studium hinreichende mathematische Begabung besitzen. Im Gegenteil! Wer nicht bereit ist, einfach einen vorgesetzten Stoff hinzunehmen, sondern bei allem, was er studiert, vom Sinn und Wert überzeugt sein will, wird nicht so leicht bereit sein, eine ihm unbekannte Theorie axiomatisch zu erlernen. (Behnke, 1965; zitiert nach Biehler, 2018, S. 3f.)*

Auch in dieser Bemerkung wird die Dimension der Übergangsproblematik offensichtlich, und neben Leistungsdefiziten scheint vor allem die fehlende Sinnkonstruktion ein wesentlicher Grund für einen Studienabbruch zu sein.

Die hohen Studienabbruchzahlen lassen sich auch aktuell beobachten. Über alle Studiengänge hinweg sind in Deutschland vergleichsweise viele Studierende verpflichtet, Mathematik zu belegen. Das Statistische Bundesamt verzeichnet im Wintersemester 2017/2018 insgesamt 2 844 978 Studierende in Deutschland, von denen mindestens 55 % (berücksichtigt sind Studiengänge Mathematik, Naturwissenschaften, Ingenieurswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen) im Laufe ihres Studiums ein Mathematik-Modul absolvieren müssen (Moser-Fendel & Wessel, 2019). Dabei hat sich die Quote der Abbrecher in Mathematik zuletzt nicht verbessert. Im Gegenteil: Die durchschnittliche Studienabbruchquote für deutsche Studierende im Bachelorstudium betrug in den letzten Jahren über alle Fächer relativ konstant 28 bis 29 %. In der Fächergruppe Mathematik und Naturwissenschaften waren dabei anhaltend überdurchschnittlich hohe Abbruchquoten festzustellen (37 % bei den Absolventen 2014, 41 % bei den Absolventen 2016). Innerhalb dieser Fächergruppe wies Mathematik (54 %) den höchsten Studienabbruch auf, gefolgt von Chemie (45 %) und Physik/Geowissenschaften (45 %). Die Fächer Biologie (28 %) und Geographie (19 %) verzeichneten deutlich geringere Abbruchzahlen (Heublein & Schmelzer, 2018). Somit ist die Abbruchquote im Fach Mathematik nach wie vor sehr hoch und liegt deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt. Da es vielen schwer fällt, eine sinnvolle Verbindung zwischen Inhalten und Methoden von Schule und Hochschule herzustellen, kann sich unter motivationalen Gesichtspunkten diese fehlende Sinnkonstruktion negativ auf das Durchhaltevermögen und schlussendlich auf die Studienleistungen auswirken (Blömeke, 2016). Als häufigste Ursachen für den Studienabbruch geben Studierende demzufolge Leistungs- und Motivationsprobleme an (Moser-Fendel & Wessel, 2019).

Am deutlichsten zeigt sich die Diskontinuität gleich zu Beginn des Studiums an der Diskrepanz zwischen tatsächlicher und erwarteter Leistungsfähigkeit der Studierenden. Um diese Defizite zu kompensieren, wurden an vielen Hochschulstandorten Vor- oder Brückenkurse eingerichtet oder es wurde die Studieneingangsphase neu gestaltet, indem für die Studienanfänger begleitende Unterstützungsmaßnahmen angeboten werden. Ein Überblick über derartige Unterstützungsangebote findet sich beispielsweise in den Sammelbänden von Hoppenbrock, Biehler, Hochmuth und Rück (2016) oder Bausch et al. (2014). Das Ziel dabei ist meist, auf fachinhaltlicher und fachmethodischer Ebene in die neuen Denk- und Arbeitsweisen einzuführen und diese zu fördern, um dadurch die Diskontinuität zwischen Schul- und Hochschulmathematik zu glätten. Hierzu gibt es allerdings inzwischen auch eine gegensätzliche Position: Sie spricht sich dafür aus, die Lücke bewusst dazu zu nutzen, Unterschiede zwischen Schul- und Hochschulmathematik erfahrbar zu machen und dadurch den Charakter der Mathematik als Wissenschaftsdisziplin herauszuarbeiten (Ableitinger, Kramer & Prediger, 2013).

Der Übergang von der Schule zur Hochschule ist sehr anspruchsvoll und wird das sicherlich bleiben, was auch am Wesen der Mathematik und ihrer Entwicklung liegt. Es stellt sich aber

die Frage, was neben den Unterstützungsangeboten an der Hochschule der wissenschaftspropädeutische Unterricht an der Schule, insbesondere im Rahmen eines *Wissenschaftspropädeutischen Seminars*, zur Verringerung der „ersten“ Diskontinuität nach Felix Klein beitragen kann. Schließlich verbirgt sich im Namen dieses Unterrichtsformats das Ziel, Schüler auf wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen eines Mathematikstudiums vorzubereiten.

Ziel dieser Arbeit ist es demzufolge zu untersuchen, inwieweit es in der Schule im Rahmen eines mathematischen W-Seminars gelingen kann, a) Schüler an exemplarischen Inhalten Hochschulmathematik erfahren zu lassen, dadurch b) ein Bewusstsein für die Unterschiede zwischen schul- und hochschultypischen Umgangsweisen mit Mathematik zu erzeugen und Wesensmerkmale der Mathematik als Wissenschaft herauszuarbeiten, und schließlich durch diese Erfahrungen und das Bewusstsein c) eine Verringerung der ersten Diskontinuität herbeizuführen und einen sanfteren, glatteren Übergang zu schaffen. Kurz die Beantwortung der Frage: Wie überzeugend ist das W-Seminar im Fach Mathematik?

Vor diesem Ziel beziehungsweise dieser Frage ist die Arbeit folgendermaßen aufgebaut:

In Kapitel 2 wird zunächst ein theoretischer Rahmen für die durchgeführte Studie geschaffen, in deren Fokus wissenschaftspropädeutisches Denken und Arbeiten in Mathematik steht. Ausgehend von Begriff und Bedeutung der Wissenschaftspropädeutik (2.1) werden konzeptuelle Überlegungen zu diesem Konstrukt erläutert und diskutiert (2.2). Mit dem Wissenschaftspropädeutischen Seminar wird ein Unterrichtsformat aus der aktuellen Schulpraxis in Bayern vorgestellt (2.3), in dessen Rahmen der Großteil der Studie durchgeführt wurde. Diese Unterrichtsform strebt in besonderem Maße wissenschaftspropädeutisches Arbeiten an, welches sich als Hinführung zu wissenschaftlichem Arbeiten versteht. Aus Fachperspektive folgt dann zunächst ein detaillierter Überblick über das wissenschaftliche Arbeiten in Mathematik (2.4), der die Entstehungsgeschichte sowie das Wesen der Mathematik als Prozess und als Produkt beinhaltet. Anschließend werden wesentliche Unterschiede zwischen Schule und Hochschule im Mathematiklernen aufgezeigt und Schülerkompetenzen als Ziele wissenschaftspropädeutischen Lernens im Fach Mathematik abgeleitet und formuliert (2.5). Eine dieser wissenschaftspropädeutischen Zielkompetenzen ist der Aufbau eines adäquaten und tragfähigen Mathematikbildes, weswegen dem Konstrukt der Schülerüberzeugungen, also den subjektiven Ansichten der Schüler darüber, was Mathematik ist und wie mathematisches Wissen entsteht, eine bedeutende Rolle im wissenschaftspropädeutischen Lernprozess zukommt (2.6). Bisherige empirische Befunde zur Wissenschaftspropädeutik und zu damit korrespondierenden Schülermerkmalen (2.7) sowie die Forschungsziele dieser Arbeit (2.8) schließen den Theorieteil ab.

Die zentralen Fragestellungen zu mathematischen W-Seminaren, die sich aus den theoretischen Überlegungen ergeben, sind in Kapitel 3 formuliert. Diese gliedern sich in drei Komplexe: Forschungsfragen zu fachbezogenen Schülermerkmalen (z. B. fachliches Interesse), die mit Wissenschaftspropädeutik korrespondieren (3.1), insbesondere zu fachbezogenen, lerntheoretischen Schülerüberzeugungen (3.2) sowie zum wissenschaftspropädeutischen Denken und Arbeiten (3.3) in mathematischen Seminaren.

In Kapitel 4 wird zunächst das Forschungsdesign der vorliegenden Studie vorgestellt (4.1). Es folgen Beschreibung und Begründung des methodischen Vorgehens zur Beantwortung der Fragestellungen aus Kapitel 3. Dabei wurden im Rahmen der durchgeführten Untersuchung sowohl ein quantitativer Fragebogen (4.2) als auch ein qualitatives Leitfadeninterview (4.3) eingesetzt. Angaben zur Stichprobe (4.4) sowie eine Diskussion von Gütekriterien (4.5) schließen das Kapitel ab.

In den folgenden drei Kapiteln werden in analoger Reihenfolge zu den drei Komplexen an Fragestellungen in Kapitel 3 die jeweiligen Ergebnisse präsentiert. Die Befunde zu fachbezogenen Schülermerkmalen, die vor allem als Eingangsvoraussetzung im wissenschaftspropädeutischen Kontext interessieren, werden in Kapitel 5 dargestellt: Interesse, Freude und Motivation hinsichtlich Mathematik (5.1), Zuschreibung von Zielen des Mathematikunterrichts (5.2), Verwendung mathematischer Lernstrategien (5.3) sowie Mathematikleistung (5.4).

Die Ergebnisse zu lerntheoretischen Schülerüberzeugungen, die aufgrund ihres Zusammenhangs mit wissenschaftspropädeutischem Denken und Arbeiten in dieser Arbeit besonders im Fokus stehen, sind in Kapitel 6 zu finden. Dabei wurden Überzeugungen hinsichtlich Unterschieden auf drei Ebenen analysiert: zwischen einer Gruppe von W-Seminar-Teilnehmern und zwei Vergleichsgruppen ohne mathematisches W-Seminar (6.1) sowie zwischen einzelnen W-Seminaren und zwischen einzelnen Schülern dieser W-Seminare (6.2).

In Ergebniskapitel 7 folgt schließlich eine ausführliche Darstellung der Befunde zum wissenschaftspropädeutischen Denken und Arbeiten in den untersuchten W-Seminaren. An einen Kurzüberblick über die einzelnen W-Seminare (7.1) schließt sich eine detaillierte Beschreibung, Erläuterung und Interpretation der Schüleraussagen zum mathematischen Denken und Arbeiten in den W-Seminaren an (7.2). Die Feststellungen werden dann zusammenfassend vor dem Hintergrund der im Theorieteil erarbeiteten und formulierten Schülerkompetenzen wissenschaftspropädeutischen Lernens im Fach Mathematik diskutiert und eingeordnet (7.3).

In Kapitel 8 werden unter Einbeziehung theoretischer Aspekte Schlussfolgerungen aus den gewonnen Erkenntnissen dieser Studie gezogen und Perspektiven für wissenschaftspropädeutischen Unterricht in der gymnasialen Oberstufe erörtert.

In Kapitel 9 folgen eine abschließende Zusammenfassung der Ergebnisse (9.1) und deren Einordnung in den Forschungsdiskurs (9.2), es werden Grenzen der durchgeführten Studie beleuchtet (9.3) und ein Ausblick in Anbetracht der aktuellen Entwicklungen bei der Gestaltung der gymnasialen Oberstufe gegeben (9.4).

2 Theoretische Überlegungen zum wissenschaftspropädeutischen Lernen in Mathematik

Ziel dieses Kapitels ist es, Aspekte wissenschaftspropädeutischen Lernens im Fach Mathematik als theoretische Grundlage der vorliegenden Untersuchung zu erarbeiten. Dies geschieht aus zwei Perspektiven (vgl. Abbildung 2.1 auf S. 8): Erstens ist aus überfachlicher Sicht zu klären, welche *Kompetenzen* Schüler ganz allgemein in einem (besonders) *wissenschaftspropädeutisch* geprägten Unterricht in der gymnasialen Oberstufe erwerben sollen. Zweitens sind aus fachspezifischer Sicht wesentliche Aspekte herauszustellen, die das *Denken und Arbeiten in der Fachwissenschaft Mathematik* charakterisieren. Aus der gemeinsamen Betrachtung dieser beiden Perspektiven lassen sich dann Denk- und Arbeitsweisen bündeln, die bei Schülern in einem (besonders) wissenschaftspropädeutisch geprägten Unterricht im Fach Mathematik in der gymnasialen Oberstufe initiiert werden sollen und als *wissenschaftspropädeutische Schülerkompetenzen im Fach Mathematik* bezeichnet werden können.

Aus überfachlicher Sicht ist der Wissenschaftsbegriff in Kapitel 2.1 der Ausgangspunkt, über dessen Verständnis der Begriff der Wissenschafts*propädeutik* definiert (2.1.1) und dessen Bedeutung im schulischen Kontext erläutert wird (2.1.2): Wissenschaftspropädeutik gehört neben einer vertieften Allgemeinbildung und Studierfähigkeit zur Trias der Ziele der gymnasialen Oberstufe und gilt als grundlegendes didaktisches Prinzip des gymnasialen Oberstufenunterrichts.

In Kapitel 2.2 schließt sich an erste konzeptuelle Überlegungen zur Wissenschaftspropädeutik, die bis in die Zeit Wilhelm von Humboldts zurückreichen (2.2.1), ein von Ludwig Huber konzeptualisiertes, theoretisches Modell an, welches wissenschaftspropädeutische Denk- und Arbeitsweisen auf drei Ebenen berücksichtigt (2.2.2) und von Müsche in drei Dimensionen ausgearbeitet und konkretisiert wurde (2.2.3). Auf Basis dieser Modelle wird erläutert, welches wissenschaftspropädeutische Konzept der vorliegenden Arbeit zugrunde liegt und welche Bereiche einbezogen werden (2.2.4).

Die Ausführungen zur aktuell praktizierten Wissenschaftspropädeutik in bayerischen Gymnasien in Kapitel 2.3 berücksichtigen die entsprechende Verankerung im derzeitigen Lehrplan (2.3.1) und die praktische Umsetzung als verpflichtend zu belegendes *Wissenschaftspropädeutisches Seminar* (2.3.2), in dessen Rahmen Oberstufenschüler als Hauptleistung eine Seminararbeit zu einem individuellen Thema erstellen.

Im fachspezifischen Teil, beginnend mit Kapitel 2.4, sind zunächst Fragen nach typischen wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen in Mathematik zu klären: Wie denken und arbeiten Menschen, die an einer Hochschule Mathematik beforschen, lehren und lernen? Wie entsteht mathematisches Wissen? Wie wird es gesichert? Was ist das Wesen der Wissenschaftsdisziplin Mathematik? Es werden ausgehend von einem kurzen Einblick in die Entstehungsgeschichte der Mathematik (2.4.1) der wissenschaftliche Charakter der Mathematik als Prozess

und als Produkt dargestellt (2.4.2) sowie einzelne Prozessphasen mathematischen Arbeitens genauer beschrieben (2.4.3 bis 2.4.5).

In Anbetracht der im Einleitungskapitel kurz skizzierten Übergangsproblematik im Fach Mathematik ist dann in Kapitel 2.5 zu klären, welche konkreten Unterschiede im Mathematiklernen zwischen Schule und Hochschule bestehen (2.5.1) und die Lücke zwischen beiden Institutionen so groß machen. Aus Beiträgen zu Zielkompetenzen für Mathematikstudierende, insbesondere zu idealen Kompetenzen zukünftiger Mathematik*lehrkräfte*, werden anschließend wissenschaftspropädeutische Schülerkompetenzen für das Fach Mathematik abgeleitet und formuliert (2.5.2).

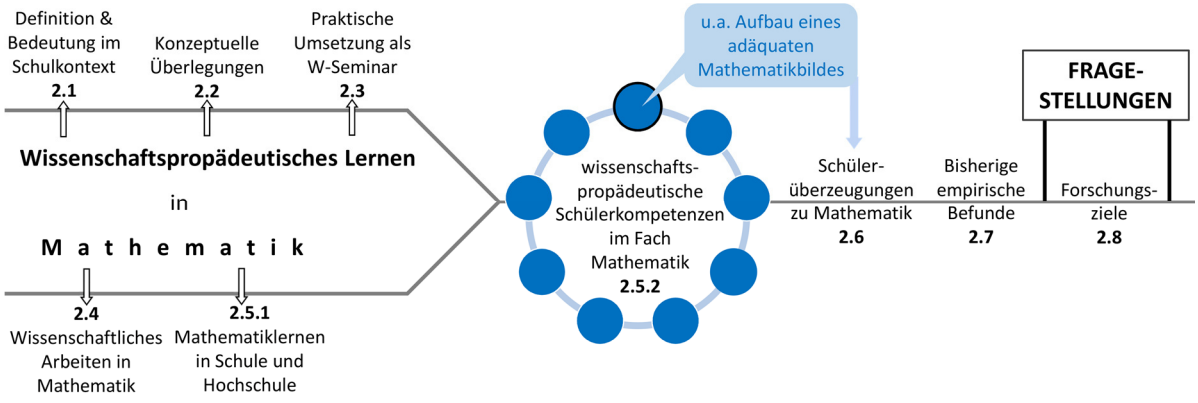
Als ein wichtiges Ziel wissenschaftspropädeutischen Lernens wird in 2.5.2 unter anderem der Aufbau eines adäquaten Mathematikbildes formuliert. Daher stehen Überzeugungen zu Mathematik als die subjektive Ansicht darüber, was das Wesen der Mathematik ist, besonders im Fokus dieser Arbeit und werden in Kapitel 2.6 thematisiert. Nach Definition und allgemeinen konzeptuellen Erläuterungen (2.6.1) wird der Zusammenhang zwischen Überzeugungen und Wissenschaftspropädeutik verdeutlicht (2.6.2). Es schließt sich ein kurzer Überblick zur Entwicklung eines Messinstruments von fachbezogenen epistemologischen Schülerüberzeugungen zu Mathematik an (2.6.3), bevor die Strukturierung und Operationalisierung erläutert wird (2.6.4), auf die in der durchgeführten Studie zur Erfassung von lerntheoretischen Schülerüberzeugungen zurückgegriffen wurde. Abschließend wird geklärt, inwieweit durch diese Operationalisierung wesentliche Aspekte der Wissenschaftsdisziplin Mathematik abgedeckt sind (2.6.5).

In Kapitel 2.7 werden abschließend bisherige empirische Befunde zu Überzeugungen im wissenschaftspropädeutischen Kontext (2.7.1) sowie zu wissenschaftspropädeutischen Schülerkompetenzen (2.7.2) angeführt. Außerdem werden Belege für die Bedeutung weiterer fachbezogener Schülermerkmale (z. B. fachliches Interesse, Verwendung mathematischer Lernstrategien) ergänzt, die im Zusammenhang mit wissenschaftspropädeutischem Lernen stehen und als günstige Studieneingangsvoraussetzungen gelten (2.7.3).

Eine kurze Zusammenfassung der theoretischen Überlegungen und die Forschungsziele der Arbeit (2.8) leiten abschließend zu den konkreten Fragestellungen in Kapitel 3 über.

Der Weg durch die theoretischen Überlegungen dieser Arbeit, beginnend mit den beiden Ausgangspunkten *Wissenschaftspropädeutisches Lernen* (überfachlich) und *Mathematik* (fachspezifisch), ist in Abbildung 2.1 dargestellt.

Abbildung 2.1 Wegbeschreibung durch die theoretischen Überlegungen der Arbeit



2.1 Definition und Bedeutung von Wissenschaftspropädeutik

2.1.1 Wissenschaft, Wissenschaftspropädeutik, Wissenschaftsorientiertheit

Ausgangspunkt der Begriffsdefinition von Wissenschaftspropädeutik ist im Folgenden die Klärung des Begriffs Wissenschaft sowie die Antwort auf die Frage, wie man zu wissenschaftlichem Wissen gelangen kann. Darauf aufbauend klärt sich der für diese Arbeit zentrale Begriff des wissenschaftspropädeutischen Arbeitens als eine im Schulkontext relevante Vorstufe von wissenschaftlichem Arbeiten. Voneinander abzugrenzen sind dabei wissenschaftspropädeutisches und wissenschaftsorientiertes Lernen.

Die Frage nach dem Wesen der *Wissenschaft* beantwortet der deutsche Philosoph und Hochschullehrer Karl Jaspers folgendermaßen: „Wissenschaft ist die methodische Erkenntnis, deren Inhalt zwingend gewiß und allgemeingültig ist.“ (Jaspers, 1980, S. 12) Damit sind drei Grundzüge wissenschaftlichen Wissens verbunden: (1) Wissenschaft ist fest verbunden mit dem methodischen Bewusstsein. Damit ist gemeint, dass nicht nur das *Wissen an sich* bekannt ist, sondern auch der *Weg, der zur Erkenntnis führte*, sowie der *Standort* und die *Grenzen*, sodass das Wissen richtig eingeordnet und seine Relativität eingesehen werden kann. Das Gegenteil dieses wissenschaftlichen Wissens ist das unmethodische Meinen oder das Hinnehmen auf guten Glauben hin und ohne zu hinterfragen. (2) Wissenschaftliches *Wissen* ist zwingend gewiss. Das heißt, was aus wissenschaftlicher Perspektive verständlich und nachvollziehbar ist, das hat aus normativ-objektiver Perspektive Bestand und Richtigkeit und benötigt nicht die eigene Ansicht einer Person. Das Gegenteil ist die subjektive *Überzeugung* von etwas, die sich nur durch die persönliche Sichtweise realisiert und demzufolge nicht deckungsgleich mit der Norm sein muss. Zentrales Anliegen dieser Arbeit ist unter anderem herauszufinden, inwieweit sich in Schülerüberzeugungen zu Mathematik (subjektive Sicht) ein adäquates Bild der Wissenschaftsdisziplin (normative Sicht) zeigt. (3) *Wissenschaftliche* Erkenntnisse sind allgemeingültig. Diese Allgemeingültigkeit zeigt sich dadurch, dass jeder, der wissenschaftlich denkt und arbeitet, diese wissenschaftlichen Erkenntnisse erfahren kann. Aufgrund der Einschränkung durch Fragestellung, Gegenstandsbereich und Methodik sind die Erkenntnisse ein spezialisiertes, relatives und perspektivisches Wissen, welches eine innerhalb der jeweiligen Disziplin intersubjektiv definierte Wahrheit repräsentiert. Das Gegenteil ist die Nichtallgemeingültigkeit der *philosophischen* Erkenntnis oder Überzeugung. Die spekulative Philosophie als die eigentliche Einzelwissenschaft beansprucht ein umfassendes Wissen, das für die absolute Wahrheit steht (Hahn, 2010).

Für das Begriffsverständnis im Folgenden dieser Arbeit wird *Wissenschaftspropädeutik* nun durch Klärung des Wesens der Wissenschaft und aus dem Wortbestandteil Propädeutik, der griechischer Herkunft ist und im eigentlichen Sinn „Vor-Bildung“ bedeutet, abgeleitet:

> *Wissenschaftspropädeutik ist eine Vorbildung oder ein Vorunterricht hinsichtlich der Wissenschaft. Demzufolge ist wissenschaftspropädeutisches Denken und Arbeiten als eine Art Vorstufe des wissenschaftlichen zu verstehen. Dabei ist wissenschaftspropädeutischer Unterricht in der*

Schule nicht gekennzeichnet durch die Vorwegnahme wissenschaftlicher Inhalte der Hochschule, sondern vielmehr führt die selbstständige, spezifische Auseinandersetzung mit exemplarischen wissenschaftlichen Inhaltsbereichen, Denkformen und Arbeitsweisen zur Hochschule hin und bereitet auf diese vor.

Diese Idee eines auf Wissenschaft vorbereitenden Unterrichts ist nicht neu, wie es die Wortherkunft bereits vermuten lässt. Schon im antiken Griechenland befasste man sich mit der Frage nach dem Verhältnis der Erziehung des Menschen zur Wissenschaft (Hahn, 2010). Auf konzeptuelle Überlegungen zu wissenschaftspropädeutischem Lernen speziell in der schulischen Erziehung wird in Kapitel 2.2 eingegangen.

An dieser Stelle sollen noch die häufig in demselben Kontext auftretenden Begriffe des wissenschaftspropädeutischen und wissenschaftsorientierten Lernens voneinander abgegrenzt werden. Unter dem Begriff der Wissenschafts*propädeutik* ist eine Art und Weise zu verstehen, wie Lernen und Lehren gestaltet werden sollten, damit es weniger die Übermittlung von Wissen als Inhalt hat, sondern vielmehr das „Wissen schaffen“ selbst. Es handelt sich hierbei also um einen Lern*prozess*. Dagegen bezieht sich der Begriff der Wissenschafts*orientiertheit* auf die Beschaffenheit der schulischen Lern*gegenstände*. Die vermittelten Inhalte und Methoden müssen vor der jeweiligen Bezugswissenschaft legitimierbar, das heißt als wissenschaftlich konstituierte Inhalte repräsentiert sein (Habel, 1990). Diese Forderung hat dem Deutschen Bildungsrat (1970) zufolge für den Unterricht jeder Schulart, jeder Schulstufe und jedes Schulfachs zu gelten (Hahn, 2013). Daraus ergibt sich letzten Endes, dass beide Begriffe aufeinander verweisen, denn wissenschaftspropädeutische Lernprozesse vollziehen sich in einem Unterricht mit wissenschaftsorientierten Lerngegenständen und Methoden.

2.1.2 Wissenschaftspropädeutik als didaktisches Prinzip gymnasialen Oberstufenunterrichts

In der Bonner Vereinbarung der Kultusministerkonferenz im Jahr 1972 (KMK, 1972) wurde die gymnasiale Oberstufe als Kurssystem mit Grund- und Leitungskursen und individuellen Wahlmöglichkeiten neu organisiert, zudem wurde festgeschrieben, dass sich die Abschlussnote im Abiturzeugnis aus Leistungen der beiden Abschlussjahre und der Abiturprüfung zusammensetzt. Der Begriff Wissenschaftspropädeutik wird seit dieser Vereinbarung aus dem Jahr 1972 sowie den fünf Jahre später weiter ausdifferenzierten „Empfehlungen zur Arbeit in der gymnasialen Oberstufe“ (bestätigt im Jahr 1988) explizit in amtlichen Texten zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe verwendet (Huber, 2010). Konkret wurde dem Arbeiten in den Grund- und Leistungskursen die gemeinsame Aufgabe unterstellt, eine wissenschaftspropädeutische Grundbildung zu vermitteln, genauer eine Vorbereitung auf die Methoden wissenschaftlichen Arbeitens (KMK, 1988). Wissenschaftspropädeutisches Arbeiten wird dabei als ein *didaktisches Prinzip* verstanden, welches den Unterrichtsstil der gymnasialen Oberstufe prägen soll. Zum Einüben in wissenschaftliches Arbeiten gehört es demnach, dass Schüler a) die Eigenart des jeweiligen Unterrichtsgegenstandes berücksichtigen, b) die Methoden des jeweiligen Sachgebietes kennenlernen und anwenden und c) über die angewendeten Methoden nachdenken und sie mit anderen vergleichen (ebd.).

An dieser Stelle sei bereits darauf hingewiesen, dass diese Dreiteilung nach a) einem *Gegenstand*, b) dem *Arbeiten* mit diesem Gegenstand und c) dem Nachdenken und *Reflektieren* über das Arbeiten mit diesem Gegenstand die Grundlage einer Kategorisierung mit drei Bereichen bildet, auf deren Basis im Rahmen der vorliegenden Arbeit wissenschaftspropädeutisches Lernen im Fach Mathematik theoretisch erarbeitet und empirisch untersucht wurde. Darauf wird explizit in Abschnitt 2.2.4 eingegangen sowie in 4.3.3 beim methodischen Vorgehen der Untersuchung Bezug genommen.

Die Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe aus dem Jahr 1972 wurde inzwischen mehrfach fortgeschrieben. Seit der „Weiterentwicklung der Prinzipien der gymnasialen Oberstufe und des Abiturs“ (KMK, 1995) durch eine von der Kultusministerkonferenz eingerichtete Expertenkommission gilt das Prinzip der Wissenschaftspropädeutik als eine von drei herausgestellten Zielsetzungen des gymnasialen Oberstufenunterrichts. Die sogenannte *Trias der Ziele der gymnasialen Oberstufe* ist in der Vereinbarung an erster Stelle formuliert und umfasst vertiefte Allgemeinbildung, die unter Einbeziehung wissenschaftspropädeutischer Bildung die Voraussetzung der allgemeinen Studierfähigkeit darstellt (Abbildung 2.2).

Abbildung 2.2 Wissenschaftspropädeutik als Teil der Trias der Ziele der gymnasialen Oberstufe

In diesem Kontext bedeutet *vertiefte Allgemeinbildung*, dass der Oberstufenunterricht durch die Vielfalt allgemein bildender Fächer den Schülern ein solides gemeinsames Orientierungswissen mit exemplarischen Vertiefungen anbietet, das für eine verständige und kritische Teilhabe am gesellschaftlichen und öffentlichen Leben unentbehrlich ist. *Wissenschaftspropädeutische Kompetenzen* verstehen sich als die Fähigkeit, sich selbstständig mit exemplarischen wissenschaftlichen Fragestellungen auseinanderzusetzen (vgl. 2.1.1). Diese beiden Ziele, ein hinreichendes Niveau an vertiefter Allgemeinbildung und entsprechende wissenschaftspropädeutische Kompetenzen, gelten als Voraussetzung für allgemeine *Studierfähigkeit* (Bosse, 2019), unter der diejenigen Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Haltungen und Einstellungen zusammengefasst werden können, die für das erfolgreiche Absolvieren eines bestimmten Studiengangs notwendig sind (Bescherer, 2003).

Aktuell gelten diese Zielsetzungen gemäß der „Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfung“ (KMK, 2018) nach wie vor. Allerdings scheint sich der

Bildungsauftrag des Gymnasiums in den letzten Jahrzehnten gewandelt zu haben, denn demographische Veränderungen, die eine größere Heterogenität unter den Gymnasiasten mit sich brachten, und der „PISA-Schock“ im Jahr 2001 führten zu einem Spannungsverhältnis zwischen kompetenzorientierter Allgemeinbildung und Wissenschaftspropädeutik (Blömeke, 2016). In den Mittelpunkt des gymnasialen Bildungsauftrags ist dadurch statt einer exemplarischen Tiefe im Interesse der Wissenschaftspropädeutik eher eine Breite im Interesse der Allgemeinbildung gerückt. Umso wichtiger erscheint es vor dieser Feststellung, dass die einzelnen Bundesländer die Handlungsfreiheit nutzen, die sie aktuell beispielsweise in Bezug auf eine „besondere Lernleistung“ der Schüler haben, und spezielle Unterrichtsformate wie das *Wissenschaftspropädeutische Seminar* der gymnasialen Oberstufe in Bayern (vgl. 2.3) etablieren, durch welche wissenschaftspropädeutisches Lernen in exemplarischer Tiefe stattfinden kann.

2.2 Konzeptuelle Überlegungen zur Wissenschaftspropädeutik

2.2.1 Wissenschaftspropädeutisches Konzept nach Humboldt

Konzeptuelle Überlegungen zur Wissenschaftspropädeutik, vor allem in der Sekundarstufe II, reichen bis in das frühe 19. Jahrhundert zurück, als man auf abstrakter Ebene Propädeutik als Ziel der neuhumanistischen Oberstufe definierte. Grundlegende Sichtweisen zum Verhältnis von Wissenschaft und Bildung am Übergang vom Gymnasium zur Universität entwickelte unter anderem Wilhelm von Humboldt (1767-1835), der den wissenschaftspropädeutischen Auftrag der Schule folgendermaßen formulierte (Habel, 1990):

> *Auf der anderen Seite aber ist es hauptsächlich Pflicht des Staates, seine Schulen so anzuordnen, daß sie den höheren wissenschaftlichen Anstalten gehörig in die Hände arbeiten. Dies beruht vorzüglich auf einer richtigen Einsicht ihres Verhältnisses zu denselben und der fruchtbar werdenden Überzeugung, daß nicht sie als Schulen berufen sind, schon den Unterricht der Universitäten zu antizipieren, noch die Universitäten ein bloßes, übrigens gleichartiges Komplement zu ihnen, nur eine höhere Schulklasse sind, sondern daß der Übertritt von der Schule zur Universität ein Abschnitt im jugendlichen Leben ist, auf den die Schule im Falle des Gelingens den Zögling so rein hinstellt, daß er […] eine Sehnsucht in sich tragen wird, sich zur Wissenschaft zu erheben, die ihm bis dahin nur gleichsam von fern gezeigt war. (Humboldt 1810/1984; zitiert nach Habel, 1990, S. 41)*

Damit bringt Humboldt seine Vorstellung vom Verhältnis zwischen Schul- und Hochschulunterricht klar zum Ausdruck: Das Lehren und Lernen im Gymnasium ist noch keine wissenschaftliche Tätigkeit an sich, sondern eine Vorbereitung und Hinführung zu wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen der Universität. Idealerweise erzeugt der wissenschaftspropädeutische Unterricht beim Schüler eine Neugierde und Sehnsucht nach Wissenschaft (Hahn, 2010). Merkmal wissenschaftspropädeutischen Arbeitens war für Humboldt der Erwerb des philosophischen Handwerkszeugs, vor allem in den Sprachen (Griechisch, Latein, Deutsch) und in der Mathematik. Erfahrungswissenschaften, Geschichte und Naturkunde hatten für ihn im Lehrplan