



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Wie kognitiv anspruchsvoll sind Prüfungsaufgaben der
neuen, kompetenzorientierten Reifeprüfung im Fach
Biologie und Umweltkunde?
Eine quantitative Analyse“

verfasst von / submitted by

Birgit Roiser

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2017 / Vienna, 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet

A 190 344 445

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Englisch UF Biologie
und Umweltkunde

Betreut von / Supervisor

Ass.-Prof. Mag. Dr. Suzanne Kapelari, MA

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
TEIL I: Theoretische und methodische Grundlegung		3
2	Von PISA zu Bildungsstandards und Kompetenzorientierung	3
2.1	Neuakzentuierung schulischer Bildungsziele.....	3
2.1.1	Allgemeine Dimensionen von schulischem Lernen.....	3
2.1.2	Kompetenzorientierung – Begriffsklärung.....	4
2.2	Einfluss der internationalen Vergleichsstudie PISA	7
2.2.1	Hintergründe und Ziele der PISA-Vergleichsstudie.....	7
2.2.2	Scientific Literacy: Naturwissenschaftliches Bildungsverständnis nach PISA ...	8
2.2.3	Naturwissenschafts-Kompetenzprofil nach PISA 2006	9
2.2.4	Grenzen des Modells Naturwissenschaftskompetenz nach PISA	11
2.2.5	PISA 2006 Naturwissenschaften: Die österreichischen Ergebnisse.....	12
2.2.6	PISA und Bildungsstandards.....	14
2.3	Von Input- zu Outputsteuerung im österreichischen Schulsystem	14
2.3.1	Phasen der Qualitätssicherung im österreichischen Schulsystem	14
2.3.2	Konzeption von Bildungsstandards im deutschsprachigem Raum.....	15
2.3.3	Bildungsstandards im internationalen Vergleich	17
2.3.4	Die Bildungsstandards-Politik in Österreich	19
2.3.5	Implementation von Bildungsstandards auf Unterrichtsebene	22
2.4	Bildungsstandards und Kompetenzorientierung in den Naturwissenschaften	26
2.4.1	Kompetenzorientiertes Unterrichten am Beispiel Naturwissenschaften	26
2.4.2	Das Kompetenzmodell in Biologie	27
2.4.3	Naturwissenschaftliche Bildungsstandards im internationalen Vergleich	28
2.4.4	Aufgabenentwicklung als Begleitmaßnahme	29
2.4.5	Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung.....	29
3	Aufgabenkultur in Lern- und Prüfungssituationen	33
3.1	Aufgaben und Aufgabenkultur – begriffliche Klärung	33
3.1.1	Aufgabentypologien: Lern- und Prüfungsaufgaben.....	34
3.1.2	Die Rolle von Aufgaben im Kontext von Bildungsstandards	34
3.1.3	Qualitätskriterien zur Weiterentwicklung der Aufgabenkultur	35
3.2	Aktueller Forschungsstand zur Aufgabenkultur im Biologieunterricht	36
3.2.1	Forschungsstand I: Merkmale zur Erfassung der Aufgabenkultur.....	36
3.2.2	Forschungsstand II: Kognitive Anforderungsdimensionen von Aufgaben	38

3.2.3	Forschungsstand III: Empirische Untersuchungen zur Aufgabenqualität im Unterricht und bei Abschlussprüfungen	45
4	Forschungsrahmen & Forschungsfragen.....	49
4.1	Initiative des AECC-Bio: Sammlung mit kompetenzorientierten Maturaaufgaben ...	49
4.1.1	Projekt: Quantitative Analyse von Maturaaufgaben	50
4.1.2	Forschungsschwerpunkt und Forschungsfragen	51
5	Forschungsmethodisches Vorgehen.....	52
5.1	Das Kategoriensystem zur Analyse kompetenzorientierter Maturaaufgaben	53
5.2	Vorgehensweise bei der Kategorisierung	54
5.3	Einschränkungen der kategoriengestützten Datenanalyse	56
TEIL II: Empirischer Ergebnisteil		58
6	Ergebnisse der Aufgabenanalyse: Kognitive Anforderungsdimensionen in mündlichen Maturaaufgaben	58
6.1	Häufigkeiten der kognitiven Anforderungsdimensionen	58
6.2	Kognitive Anforderungsdimensionen im Vergleich.....	59
6.2.1	Die kognitiven Anforderungsdimensionen im Hinblick auf Wissensarten	59
6.2.2	Reproduktion von Wissen in mündlichen Maturaaufgaben	71
6.2.3	Kognitive Anforderungsdimensionen und Lebensweltbezug	74
6.2.4	Kognitive Anforderungsdimensionen und Offenheit.....	76
6.2.5	Kognitive Anforderungsdimensionen und Materialbezug	77
6.3	Einordnung der kognitiven Anforderungsdimension durch die Lehrperson	78
6.4	Aufgaben mit weitem Transfer.....	81
6.4.1	Inhaltliche Zuordnung der Maturaaufgaben	81
6.4.2	Aufgaben mit weitem Transfer in Hinsicht auf Fachinhalte	82
6.4.3	Experimenteller Bezug in Aufgaben mit weitem Transfer	86
7	Diskussion	90
7.1	Beantwortung der Forschungsfragen	90
7.2	Vergleich der Ergebnisse mit anderen Untersuchungen zur Aufgabenkultur	94
7.3	Pädagogischer Ausblick	96
8	Handreichung: Kognitive Anforderungsdimensionen in Maturaaufgaben	98
8.1	Theoretische Einführung zu kognitiven Anforderungsdimensionen.....	98
8.2	Gestaltungsmöglichkeiten für Reifeprüfungsaufgaben.....	101
9	Literaturverzeichnis	112
10	Abbildungsverzeichnis	119

11 Tabellenverzeichnis	120
12 Übersicht von Aufgabenbeispielen	121
13 Anhang	123
13.1 Zusammenfassung	123
13.2 Abstract	124

1 Einleitung

Die Ergebnisse der PISA (*Program for International Student Assessment*)-Naturwissenschaftsschwerpunkt-Testung 2006 zeigen, dass österreichische Schüler und Schülerinnen große Schwierigkeiten beim Lösen von Aufgabenstellungen mit komplexen kognitiven Anforderungen zeigen (Lembens et al. 2009a). Vor dem Hintergrund der bildungspolitischen Reform durch die Einführung von Bildungsstandards (BMUKK 2009) wurden auch in den naturwissenschaftlichen Fächern umfangreiche Maßnahmen zur Verbesserung der von PISA aufgedeckten Schwachstellen des Unterrichts in die Wege geleitet. Beeinflusst vom PISA Bildungskonzept für die Naturwissenschaften – der *Scientific Literacy* – erlebt die gegenwärtige Unterrichtskultur mit Einführung der Kompetenzorientierung einen Paradigmenwechsel, indem die Fähigkeit, Wissen in lebensweltlichen Situationen anwenden zu können als eine Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche, gesellschaftliche Partizipation in das Zentrum gerückt wird. Dieses bisher vernachlässigte, gesellschaftlich orientierte Lernziel kontrastiert mit dem traditionellen Bildungsverständnis von schulischem Lernen, bei dem das disziplinäre Vermitteln von Wissen, das lediglich auf eine Reproduktionsleistung bei den Schülern und Schülerinnen abzielt, im Vordergrund steht (Csapó 2010). Damit Lehrpersonen die Kompetenz entwickeln, diesen tiefgreifenden Paradigmenwechsel auf Unterrichtsebene umsetzen zu können, bedarf es neben bildungspolitischen Steuerungsentscheidungen zusätzlicher Begleitmaßnahmen seitens der LehrerInnenfortbildung. Ausgehend von der gesetzlichen Vorgabe zur Gestaltung einer kompetenzorientierten Reifeprüfungsaufgabe im Zuge der Einführung der Neuen Diplom- und Reifeprüfung setzt eine Initiative des AECC-Bio (*Austrian Educational Competence Centre – Biology*) im Rahmen der Unterstützungsmaßnahmen bei der Entwicklung von kompetenzorientierten Prüfungsaufgaben an, um in weiterer Folge eine Verbesserung der Unterrichtsqualität im Sinne der kompetenzorientierten Unterrichtsgestaltung zu erreichen. Die vorliegende Forschungsarbeit ist in ein Forschungsprojekt eingebettet, mit der Zielsetzung, basierend auf einer quantitativen Analyse der von Lehrpersonen eingereichten Maturafragen, eine an Schwierigkeiten angepasste Handreichung zur Gestaltung von kompetenzorientierten Maturaaufgaben bereit zu stellen. Im theoretischen Teil der vorliegenden Arbeit werden die Ursachen der bildungspolitischen Reform in Österreich sowie die Gestaltung der Reformmaßnahmen mit spezifischem Fokus auf die naturwissenschaftlichen Fächer erläutert (Kapitel 2.1 bis 2.4). Im Kapitel 2.5 steht der aktuelle Forschungsstand zur Aufgabenkultur in den naturwissenschaftlichen Fächern im Fokus. In diesem Kapitel werden außerdem der Forschungsrahmen sowie der spezielle Forschungsfokus (kognitive Anforderungsniveaus in Prüfungsaufgaben) der vorliegenden Arbeit im Detail vorgestellt. Am Ende dieses Kapitels werden die, dieser Arbeit zugrundeliegenden Forschungsfragen präsentiert. Anschließend wird in Kapitel 4 das forschungsmethodische Vorgehen zur Realisierung des

Forschungsvorhabens angeführt. Nach einer ausführlichen Ergebnispräsentation, die sowohl quantitative als auch qualitative Analysen von Maturaaufgaben beinhaltet, werden die Ergebnisse vor dem forschungstheoretischen Hintergrund diskutiert (Kapitel 6). Abschließend wird ein Vorschlag für eine an Schwierigkeiten angepasste Handreichung zur Erstellung von Maturaaufgaben angefügt (Kapitel 7).

TEIL I: Theoretische und methodische Grundlegung

2 Von PISA zu Bildungsstandards und Kompetenzorientierung

Der einführende Theorieteil der vorliegenden Arbeit dient der Einbettung des Forschungsvorhabens im bildungstheoretischen Kontext. Ausgehend von der internationalen Schulleistungsvergleichsstudie PISA wird die Neuorientierung schulischer Bildungsziele diskutiert sowie der Weg zur Einführung von Kompetenzorientierung und Bildungsstandards beleuchtet. Dabei sollen die theoretisch-konzeptionellen Grundlagen dieser bildungspolitischen Reform aufbereitet werden. Die Darlegung der Rolle der naturwissenschaftlichen Fächer in diesem Reformvorhaben soll einen besonderen Schwerpunkt einnehmen.

2.1 Neuakzentuierung schulischer Bildungsziele

In der aktuellen Bildungsdiskussion erleben wir, zuletzt ausgelöst vom pragmatischen Bildungsbegriff der PISA Studie und der im Zuge der Bildungsstandards eingeführten Kompetenzorientierung, eine neue Schwerpunktverschiebung von schulischer Bildung. Um diese Neuakzentuierung des Bildungsbegriffes nach PISA nachvollziehen zu können, werden zunächst allgemeine Bildungsziele von schulischem Lernen diskutiert.

2.1.1 Allgemeine Dimensionen von schulischem Lernen

Aus Sicht europäischer Bildungswissenschaftsdiskussion fasst Csapó (2010) Ziele von schulischer Bildung unter drei verschiedenen Aspekten zusammen. Einerseits soll schulische Bildung der Entfaltung des individuellen Intellekts dienen, andererseits muss sie Individuen für die gesellschaftliche Partizipation vorbereiten, indem das Wissen in außerschulischen Kontexten in Anwendung gebracht werden soll. Ferner muss schulische Bildung den sich immer schneller verkürzenden „Halbwertszeiten des Wissens“ (Neuweg 2011, S.8) in unserer schnelllebigen Gesellschaft gerecht werden. Besonders im Fachgebiet der Naturwissenschaften sind Akteure des schulischen Lernens mit ständiger Veränderung und Erweiterung des Wissenstandes konfrontiert.

Die verschiedenen Zielsetzungen schulischer Bildung korrespondieren mit den von Csapó (2010) entwickelten drei Dimensionen von schulischem Lernen. Die disziplinäre oder inhaltliche Dimension¹ (Csapó 2010) bezieht sich auf das Aneignen von kanonisiertem und tradiertem Wissen. Die aus dieser Lerndimension resultierende Form des Wissens umfasst Expertise, oder etwas abgeschwächer, zumindest das Erlangen fachspezifischer Fähigkeiten. Diese Dimension von Lernen umfasst metaperspektivisch das Verstehen des menschlichen Intellekts und allgemeine kognitive Prozesse, die Wissen generieren. Korrespondierende Formen des Wissens werden oft unter den Begriffen „thinking skills“ oder auch

¹ Die Bezeichnungen der Dimensionen wurden vom Englischen in das Deutsche übersetzt.

„Schlüsselqualifikation“ (Neuweg 2011, S.8) zusammengefasst. Die kulturelle oder soziale Dimension (Csapó 2010) wird über den jeweiligen Kontext der Wissensanwendung definiert und ist von den Anforderungen geprägt, die die moderne Gesellschaft als Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme definiert. Die entsprechende Wissensform wird als „literacy“, oder im deutschsprachigem Zusammenhang als „Grundbildung“ definiert (Csapó 2010, S.14). Jedoch impliziert diese deutsche Übersetzung ein, im Vergleich zur angloamerikanischen Tradition differenziertes Verständnis von dieser Wissensdimension. Da der Begriff Grundbildung auf einen erneuten Versuch einen Grundkanon an Wissen zu definieren hindeutet, bevorzugt Kattmann (2003, S.115) die Übersetzung „Lesefähigkeit“. Dieser Begriff ist nicht im engeren Sinn als Lese- und Schreibfähigkeit zu verstehen, sondern bezeichnet eine Kulturtechnik, die Schüler und Schülerinnen zur Anwendbarkeit des schulischen Wissens im außerschulischen Kontext befähigt.

Die drei vorgestellten Dimensionen können in verschiedenen Schwerpunktsetzungen in der historischen Entwicklung des bildungswissenschaftlichen Diskurses rund um Bildungsziele wiedergefunden werden. Das deutsche Bildungssystem ist von einer langen Tradition, die das disziplinäre Vermitteln von Wissen in den Vordergrund stellt, geprägt. Bei diesem Bildungsgedanken wird das kanonisierte Wissen durch die Lehrperson oder Bücher tradiert (Csapó 2010). Dabei werden die im Modell von Csapó (2010) enthaltenen psychologischen und gesellschaftlichen Dimensionen von schulischem Lernen weitgehend vernachlässigt. Durch internationale Vergleichsstudien wie PISA kommt es zu einer Neuakzentuierung des Bildungsverständnisses, die weg vom disziplinären Bildungsverständnis führt und die gesellschaftliche Dimension von schulischem Lernen in den Vordergrund stellt. Um eine, für erfolgreiches Abschneiden innerhalb sowie außerhalb des Schulkontextes nötige Balance zwischen allen drei Bereichen zu schaffen, ist eine Schwerpunktverschiebung „vom Wissen zum Können“ (Ohly 2008, S.60) nötig, die durch die Einführung der Kompetenzorientierung realisiert wird.

2.1.2 Kompetenzorientierung – Begriffsklärung

2.1.2.1 Definitionen des Kompetenzbegriffs

Die Integration der drei Dimensionen von schulischem Lernen wird laut Csapó (2010) durch den aktuell viel diskutierten Begriff der Kompetenz verwirklicht. Bei näherer Betrachtung der Wortherkunft des Kompetenzbegriffes wird deutlich, inwiefern dieser alle drei Dimensionen von schulischem Lernen vereinen kann. Laut der Herkunft des Wortes ist Kompetenz das „Zusammentreffen von individuellen Voraussetzungen und Anforderungen der Umwelt“ (Ziegler et al. 2012, S.14). Somit ist der Kompetenzbegriff einerseits klar vom vorhandenen kognitiven Leistungspotential, das als Intelligenz bezeichnet wird, zu trennen. Kompetenz als Resultat der Wissensanwendung steht immer in Verbindung zu einem Inhaltsgebiet (Ziegler

et al. 2012). Lernende sind nicht per se kompetent, sondern können in einer spezifischen Situation kompetent handeln. Jedoch beschreibt der Kompetenzbegriff nur ein konstruiertes, subjektgebundenes Potential, auf das zum Bewältigen einer Anforderung zurückgegriffen werden kann, welches jedoch nur in einer spezifischen Situation durch die Performanz sichtbar werden kann (Slepcevic-Zach und Tafner 2012). Performanz inkludiert zusätzlich zu subjektspezifischen Aspekten, wie zum Beispiel Motivation und Werthaltungen, auch situationsbezogene externe Aspekte, die das Handeln beeinflussen können. In diesem Sinne sind Kompetenzen immer bereichsspezifisch, da die Performanz als Kompetenzausübung auch den situativen Kontext inkludiert (Ohly 2008). Auch wenn in Bezug auf den Umfang der Anwendbarkeit in der Diskussion um den Kompetenzbegriff fachbezogene und allgemeine überfachliche Kompetenzen unterschieden werden, ist ihre Transfermöglichkeit auf allgemeine kognitiven Fähigkeiten somit zu hinterfragen (Ohly 2008). Laut Ziegler et al. (2012) wird zum Beispiel das Ausbilden einer allgemeinen Lernkompetenz als unwahrscheinlich erachtet und diese Vorstellung einer allgemeinen Lernfähigkeit in den Kognitionswissenschaften dem Intelligenzbegriff zugeschrieben. Ebenso unrealistisch erscheint das Ausbilden einer Kompetenzausprägung wie „Lebenskompetenz“ zu sein, welche der Bewältigung aller Lebenssituationen dienen soll, wie sie zum Beispiel bei Schaefer (2002, S.87) zu finden ist. Zumindest darf von diesen allgemeinen Formulierungen wie Handlungskompetenz mit Teilkompetenzen wie Fach-, Methoden-, Sozial-, und Selbstkompetenz nicht geschlussfolgert werden, dass ein situationsunabhängiger Einsatz von Kompetenzen möglich sei (Ohly 2008).

2.1.2.2 Der Weinertsche Kompetenzbegriff

Auch Weinert (2002), dessen Definition die wahrscheinlich einflussreichste Auslegung des Kompetenzbegriffs darstellt, versteht Kompetenzen als anforderungsspezifisch und nicht als eine allgemeine, kognitive Fähigkeit zum Problemlösen, was im zweiten Teil seiner Definition deutlich wird. Laut Weinert (2002, S.27-28) sind Kompetenzen „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“. Um die Komplexität dieser Definition zu verdeutlichen, identifizieren Schecker und Parchmann (2006, S.46) sieben verschiedene Teilaspekte, die im Weinertschen Kompetenzverständnis enthalten sind und im weiteren Verlauf diskutiert werden: „Fähigkeiten, Wissen, Verstehen, Können, Handeln, Erfahrung und Motivation“.

Die Dimension ‚Verstehen‘ bezieht sich auf die Qualität des Wissensaufbaus, die für eine Kompetenzausbildung notwendig ist und mit dem Faktor Zeit verknüpft ist. Langfristiger Kompetenzaufbau erfolgt nicht durch kurzfristiges Auswendiglernen, sogenanntem „Bulimie-

Lernen“ (Ziegler et al. 2012, S.20), da Kompetenz nicht nur durch die Menge des erworbenen Wissensumfanges, sondern viel mehr durch die Verknüpfung von Wissensseinheiten über einen längeren Zeitraum hinweg entsteht. Damit ist gemeint, dass neues Wissen immer an bereits bestehende Erfahrungen, die als Vorwissen bezeichnet werden, angeknüpft wird. Für Verstehen auf hohem Niveau ist das explizite Nachvollziehen von Zusammenhängen Voraussetzung, wobei bei intensiver Auseinandersetzung diese Wissensverknüpfung schon automatisiert vorhanden sein kann (Ziegler et al. 2012).

Der Weinertsche Kompetenzbegriff ist aber nicht nur auf kognitive Prozesse reduzierbar, sondern umfasst auch Motivation, Willenskraft und Emotion, die die individuelle Anstrengungsbereitschaft beeinflussen können. Zudem verweist die Weinertsche Definition auch auf die individuelle Verantwortung beim Handeln und könnte somit auch eine ethische Dimension inkludieren. Aufgrund der Schwierigkeit diese zu messen, finden nicht-kognitive Komponenten, die für Kompetenzausbildung ausschlaggebend sein können, in der Praxis bei der Kompetenzmodellierung kaum Berücksichtigung (Schecker und Parchmann 2006).

In Bezug auf die Dimension ‚Handeln‘ muss zudem zwischen verschiedenen Anwendungskontexten unterschieden werden. Während Kompetenzen im Schulkontext in pädagogisch konstruierten Kontexten Anwendung finden, wird die Bewältigung von realen Anforderungen der Umwelt in der Berufswelt zumeist als Qualifikation bezeichnet und aus Sicht der Nachfrage definiert. Kompetenz in der Berufswelt zielt auf die Verwertung von Fähigkeiten ab und ist somit stark nutzenorientiert (Slepcevic-Zach und Tafner 2012).

Es kann zusammengefasst werden, dass somit bestimmte Ansprüche an die Qualität, Komplexität und den Umfang, im Sinne des Anwendungsbereichs, der zu erwerbenden kognitiven Fähigkeiten gestellt werden. Jedoch können Kompetenzen auch quantitativ beschrieben werden, da eine Kompetenzausprägung auf unterschiedlichen Niveaus vorhanden sein kann (Ohly 2008).

2.1.2.3 Kompetenzmessung durch Kompetenzmodelle

Anschließend an die begriffliche Klärung des Konstrukts ‚Kompetenzorientierung‘ wird die Frage beantwortet, wie die Diagnose von Kompetenzen, die der Weiterentwicklung des Bildungswesens dienen soll, stattfinden kann. Als Instrument der Kompetenzmessung dienen dabei Kompetenzmodelle. Schecker und Parchmann (2006) unterscheiden bei der Modellierung von Kompetenzen grundsätzlich zwischen Kompetenzstrukturmodellen und Kompetenzentwicklungsmodellen.

Strukturmodelle sollen veranschaulichen, welche Voraussetzungen für das Lösen von Aufgaben in bestimmten Anforderungsbereichen notwendig sind. Sie bestehen aus verschiedenen Dimensionen, wie zum Beispiel einer Inhaltsdimension, die wiederum in Komponenten unterteilt sind und folglich verschiedene Kompetenzausprägungen in einem „n-

dimensionalem Kompetenzraum“ darstellen können (Schecker und Parchmann 2006, S.53). Bei der Erstellung der Modelle können bereits existierende theoretische Annahmen zu einer Kompetenz oder auch aufgrund von Beobachtungen gewonnene empirische Erkenntnisse als Ausgangslage zur Darstellung der Dimensionalität einer Kompetenz dienen (Schwabe et al. 2012). Verschiedene Modelle unterscheiden sich in der Anzahl der Dimensionen sowie den jeweiligen, dazugehörigen Komponenten. Laut Ohly (2008) sind manche Kompetenztaxonomien derartig umfangreich, dass sie im Unterrichtsgeschehen nicht mehr erreicht werden können. Andere Modellierungen wiederum sind zugunsten der Testökonomie bewusst in ihrer Dimensionalität reduziert (Schwabe et al. 2012). Diese Strukturmodelle können zu Entwicklungsmodellen werden, wenn sie zusätzlich den Verlauf der Kompetenzausbildung je nach Alters- oder Schulstufen abbilden (Schecker und Parchmann 2006).

Generell ist es unverzichtbar, Kompetenzmodelle nicht nur ausgehend von fachlichen Inhalten zu erstellen, sondern ihre Struktur durch Erkenntnisse der Lernpsychologie zu fundieren. Jedoch gibt es noch zu wenige Erkenntnisse in diesem Bereich, um die Korrespondenz der tatsächlichen Entwicklung von Kompetenzen und Annahmen in Entwicklungsmodellen exakt beurteilen zu können (Schecker und Parchmann 2006). In Bezug auf die Wissensdimension hinterfragen Schecker und Parchmann (2006, S.50) zum Beispiel, ob die Kompetenzausbildung tatsächlich in Form von „Basiskonzepten“, die in vielen Modellen die Komponenten der Wissensdimension darstellen, geschieht. Empirische Testungen von Kompetenzen sind nötig, um herauszufinden, ob diese Modelle tatsächlich relevante Aspekte der Kompetenzen von Lernenden, ihre Niveaustufung und zeitliche Ausbildung angemessen abbilden können (Schecker und Parchmann 2006).

Kompetenzmessung erfolgt auf der Individualebene, Schulebene sowie landesweit und international (Schwabe et al. 2012). Da internationale Studien Kompetenzentwicklung im internationalen Vergleich abbilden und somit ein Monitoring des jeweiligen nationalen Bildungssystems durchführen, können diese große Auswirkungen auf Entscheidungen auf den unteren Ebenen ausüben. Im nächsten Schritt werden somit Hintergründe und Ziele der Schulleistungsstudie PISA näher vorgestellt. Ebenso wird das Modell der Naturwissenschaftskompetenz der PISA Testung 2006 detailliert beleuchtet.

2.2 Einfluss der internationalen Vergleichsstudie PISA

2.2.1 Hintergründe und Ziele der PISA-Vergleichsstudie

Das von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) durchgeführte Bildungsforschungsprogramm PISA erfasst in regelmäßigen Abständen den „kumulativen Ertrag von Bildungssystemen gegen Ende der Pflichtschulzeit“ (Schreiner et al. 2007, S.7). PISA misst bei 15/16-jährigen Schüler und Schülerinnen das Vorhandensein von

Basiskompetenzen, die notwendig für eine erfolgreiche Teilnahme am alltäglichen und zukünftigen, außerschulischen Leben sind. Indem der Fokus nicht auf den Erwerb von spezifischen Wissensinhalten, die sich je nach nationalem Curriculum unterscheiden würden, sondern auf das Erlangen von Basiskompetenzen gelenkt wird, ermöglicht die Studie einen internationalen Vergleich von Schülerleistungen. Dadurch können Stärken und Schwächen nationaler Schulsysteme identifiziert werden, jedoch nicht Kausalzusammenhänge erstellt werden, die unterschiedliche Qualitätsausprägungen verschiedener Bildungssysteme erklären würden (Schreiner et al. 2007). Im Zuge der Testung werden auch als „Kontextindikatoren“ bezeichnete Hintergrundinformationen zum schulischen und außerschulischen Lernkontext erfasst (Schreiner et al. 2007, S.9). Als Basisdomänen wurden Lese-Kompetenz, Mathematik und Naturwissenschaftskompetenz ausgewählt (Schreiner et al. 2007). Letzteres bildete erstmals den Schwerpunkt der Erhebung im Jahr 2006. Im folgenden Kapitel wird mit Bezug auf die Testung im Jahr 2006 die Auffassung von einer naturwissenschaftlichen Bildung nach PISA diskutiert.

2.2.2 Scientific Literacy: Naturwissenschaftliches Bildungsverständnis nach PISA

Um das Modell der Naturwissenschafts-Kompetenz, das der PISA Testung unterliegt, nachvollziehen zu können, ist es zunächst wichtig, das dem angloamerikanischen Raum entstammende Konstrukt der *Scientific Literacy*² kurz vorzustellen. Der Begriff *Scientific Literacy* erfährt verschiedene Auslegungen, auf die jedoch nicht im Detail eingegangen werden kann³. Nach Bybee und Towbridge (1996, zitiert in Lembens et al. 2009a, S.32-33) wird *Scientific Literacy* zum Beispiel folgendermaßen definiert: „School science education contributes to the broader goals of education by providing students with a scientific understanding of the natural world through knowledge of the historical, social and intellectual contexts within which science is practised. The ability to apply such scientific knowledge to aspects of one’s personal and civic life is referred to as scientific literacy.“

Insgesamt herrscht Übereinstimmung, dass für die breite Bevölkerung ein hohes Maß an naturwissenschaftlicher Bildung, das über das Memorieren von Sachwissen hinausgeht, für eine verantwortliche Teilnahme an einer modernen Gesellschaft ein anzustrebendes Ziel ist (Strobl 2008; DeBoer 2000; Gräber und Nentwig 2002), jedoch gibt es unterschiedliche Meinungen bezüglich der Realisierung dieser hochgesteckten Zielsetzung. Um die Komplexität dieses Bildungsideals zu relativieren, entwickelt Bybee (2002, S.25-26) ein Modell naturwissenschaftlicher Bildung, das den Erwerb von *Scientific Literacy* als einen kontinuierlichen Prozess mit vier unterschiedliche Niveaus veranschaulicht.

² Der englische Begriff *Scientific Literacy* wird im Folgenden anstatt der deutschen Übersetzung naturwissenschaftliche Grundbildung verwendet.

³ Eine ausführliche Analyse der Diskussion rund um *Scientific Literacy* findet sich in Gräber et al. (2002).

- Nominale *Scientific Literacy* ist vom Vorhandensein naiver Alltagsvorstellungen charakterisiert. Bybee (2002, S.25) bezeichnet sie als „Scheinfähigkeit“, die es zu überwinden gilt, um höhere Niveaus zu erreichen
- Funktionale *Scientific Literacy* umfasst Kenntnis naturwissenschaftlicher Termini und Definitionen, sowie Faktenwissen. Bybee (2002, S.26) spricht in diesem Zusammenhang von „Vokabelwissen“.
- Konzeptionelle und Prozedurale *Scientific Literacy* geht über bloßes Faktenwissen hinaus, indem Lernende auf diesem Niveau Informationen in konzeptionelle Beziehungen stellen können sowie unterschiedliche Teilaspekte der naturwissenschaftlichen Disziplinen in eine Gesamtstruktur einordnen können. Darüber hinaus ist das Verständnis wissenschaftlicher Prozesse und Verfahren sowie Erlangen von naturwissenschaftlicher „Fragefähigkeit“ (Bybee 2002, S.28) inkludiert. Beide Aspekte werden durch einen Bezug auf sogenannte „übergreifende Theorien“ (Kattmann 2003, S.118) erfasst. In der Biologie können zum Beispiel Einzelkonzepte unter Heranziehung der Evolutionstheorie wissenschaftlich korrekt verstanden werden.
- Multidimensionale *Scientific Literacy* umfasst ein Verständnis des Wesens der Naturwissenschaft. Sie reicht über die Einzeldisziplin hinaus, indem der Bezug von Naturwissenschaften zu anderen Disziplinen wie der Technik, ihre gesellschaftliche Relevanz und ein Verständnis von Wissenschaftsgeschichte beinhaltet sind.

Bybee (2002) fordert eine Balance zwischen funktionalen, konzeptionellen und prozeduralen sowie multidimensionalen Teilaspekten von *Scientific Literacy*, sodass deutlich wird, dass dieses Modell nicht als hierarchisches Stufenmodell zu verstehen ist.

Das Konzept der *Scientific Literacy* hat in hohem Maße das Verständnis der Naturwissenschaftskompetenz im Kontext der PISA Testung beeinflusst. Der PISA Framework Naturwissenschaft baut offensichtlich auf das vorgestellte Stufenmodell nach Bybee (2002) auf.

2.2.3 Naturwissenschafts-Kompetenzprofil nach PISA 2006

Um die Kompetenzausprägung in den naturwissenschaftlichen Fächern messen zu können, wurde für PISA 2006 ein überarbeitetes Kompetenzmodell präsentiert. Die verschiedenen Ebenen des theoretischen Rahmenkonzepts der PISA Testung 2006 werden in Abbildung 1 dargestellt.

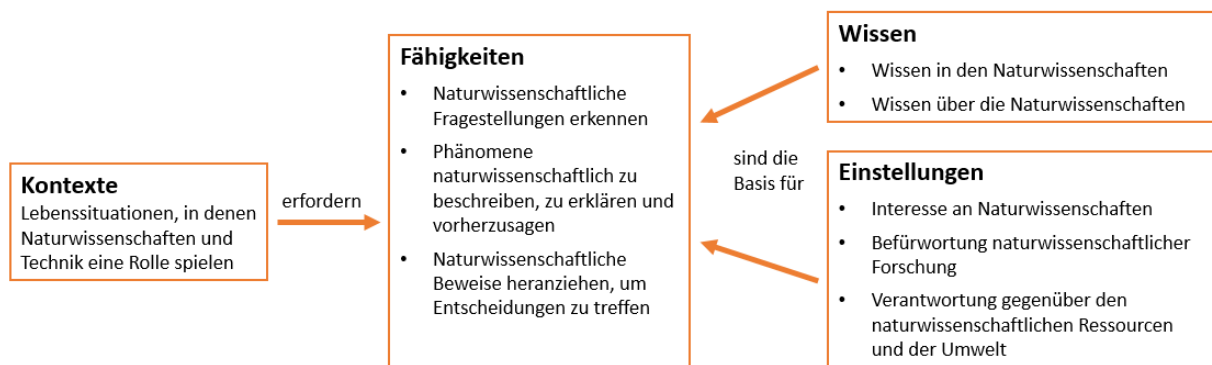


Abbildung 1: Theoretisches Rahmenkonzept Naturwissenschaft PISA 2006 (Lembens et al. 2009a, S.34)

Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, dass sowohl Wissen und Fähigkeiten, die in einem lebensweltlichen Kontext Anwendung finden, als auch Einstellungen zu Naturwissenschaften von 15/16-jährigen Schüler und Schülerinnen erhoben wurden. Während hier die affektive Dimension auch inkludiert ist, konzentriert sich das Kompetenzstufenmodell, welches später vorgestellt wird, nur auf die kognitive Dimension der Kompetenzausprägung. Die Ebene ‚Wissen‘ ist in „Wissen in den Naturwissenschaften“ mit den interdisziplinären Kategorien „Physikalische Systeme, Biologische Systeme, Erd- und Weltraumsysteme sowie Technologische Systeme“, als auch in „Wissen über die Naturwissenschaften“ mit den beiden Unterkategorien „Forschen als zentraler Prozess“ und „Erklärungen als Ergebnisse von Forschung“ untergliedert (Lembens et al. 2009a, S.34). Durch die beiden Ebenen ‚Fähigkeiten‘ als auch ‚Wissen‘ wird verdeutlicht, dass im PISA Rahmenkonzept fachbezogenes Wissen eine Rolle spielt, jedoch wird eine Auffassung von Naturwissenschaftskompetenz präsentiert, die deutlich über das Reproduzieren von Faktenwissen hinausgeht. Eine Schwerpunktsetzung auf die gesellschaftliche Dimension (Csapó 2010) von schulischem Lernen wird durch die Ebene ‚Kontexte‘, die untergliedert wird in persönliche, soziale und globale Anwendungsbereiche wie „Gesundheit, natürliche Ressourcen, Umwelt, Gefahren sowie Grenzen von Naturwissenschaft und Technik“, garantiert (Lembens et al. 2009a, S.35).

Um die Bandbreite der erwarteten Kompetenzausprägung bei 15/16-Jährigen zu veranschaulichen, wird zusätzlich ein Kompetenzstufenmodell mit anfangs fünf und ab 2006 sechs Niveaus erstellt, welches sich stark an das bereits präsentierten Modell nach Bybee (2002) anlehnt. Es wurden lediglich die Gradierungen funktional und konzeptionell jeweils in zwei Abstufungen unterteilt. Die auffälligste Abänderung stellte die Ausklammerung der multidimensionalen Ebene im früheren Entwurf dar, mit der Begründung, dieses Niveau sei zu hoch für 15/16-Jährige (Lembens et al. 2009a). Für Kattmann (2003), der diese pragmatische Reduzierung kritisiert, ist diese Dimension unverzichtbar, da sie einen Bezug zwischen der

nominalen Stufe, die von lebensweltlichen Alltagsvorstellungen geprägt ist, und wissenschaftlichen Vorstellungen schaffen kann.

2.2.4 Grenzen des Modells Naturwissenschaftskompetenz nach PISA

Obwohl es insgesamt positiv zu bewerten ist, dass bei der PISA-Testung auf das explizite Abfragen von fachbezogenem Faktenwissen verzichtet wird, so können dennoch einige Kritikpunkte am funktionalen Bildungsverständnis von PISA aufgezeigt werden. Da das naturwissenschaftliche Bildungsideal über die lebenspraktischen Anwendbarkeit definiert ist, wird die Leistung des Individuums an der Verwertbarkeit in der Gesellschaft gemessen, anstatt die Perspektive des Lernenden in den Vordergrund zu stellen (Lembens et al. 2009a).

Weiters dominiert im Bildungsverständnis nach PISA die „Handlungsfähigkeit durch Wissen und Können des Einzelnen zum Lösen von „echten“ Problemen in der aktuellen und zukünftigen Welt“ (Schreiner et al. 2007, S.7), jedoch passiert diese Entscheidungsfällung nur theoretisch im Kontext konstruierter Anwendungssituationen, sodass die Aussagekraft für das tatsächliche Handeln in realen Situationen limitiert ist (Lembens et al. 2009a). Ferner erfolgt eine Beschränkung auf kognitive Fähigkeiten, da praktisches Ausführen im gegenwärtigen Testdesign nicht gemessen werden kann. Dadurch werden im Fall der Naturwissenschaften manuelle Kompetenzen, die für das Durchführen von Experimenten benötigt werden, nicht erfasst, obwohl diese einen wesentlichen Bestandteil des naturwissenschaftlichen Bildungsziel darstellen sollten (Schecker und Parchmann 2006; Lembens et al. 2009b). Auch der Forderung Weinerts (2002) nach der Einbeziehung motivationaler, volitionaler und emotionaler Dimensionen beim Erfassen der naturwissenschaftlichen Kompetenzausprägung wird nicht Folge geleistet (Lembens et al. 2009a).

Weiters wird die Realisierung eines Kompetenzmodelles im Sinne eines Stufenmodelles mit zunehmender kognitiver Komplexität kritisiert, da Kompetenzausbildung tendenziell nicht linear erfolgt. Im Stufenmodell erscheint es zudem, als ob die unterste Stufe von geringerer Wertigkeit sei. Auch wenn Bybee (2002) in seinem Modell die Gleichwertigkeit der oberen drei Stufen betont, so wird die erste nominale Kompetenzausprägung als unzureichend dargestellt, obwohl zum Beispiel Alltagsvorstellungen sehr wohl komplexe Strukturen aufweisen. In manchen Lebenssituationen kann eine Kompetenzausprägung, die der nominalen Dimension entspricht, gegenüber konzeptionellem Wissen oder Transferfähigkeit eher gefragt sein (Schecker und Parchmann 2006).

Zudem wird die Beziehung, die beim Lernen zwischen einzelnen Niveaus der Kompetenzausprägung hergestellt wird, wie zum Beispiel das Verhältnis zwischen Alltagsvorstellungen und wissenschaftlichen Konzepten, im PISA-Modell ausgeklammert (Kattmann 2003). Kattmann (2003) fordert den Rückbezug auf lebensweltliche Vorstellungen

der Schüler und Schülerinnen als eine Form der Anwendungsorientierung, die über die Anwendung wissenschaftlicher Konzepte in Problemstellungen des Alltags hinausgeht.

Trotz berechtigter Kritik am Testdesign von PISA, muss jedoch beachtet werden, dass bei der Konstruktion von Testaufgaben auch die Testökonomie und Praktikabilität eine Rolle spielen, sodass Testaufgaben nicht mit didaktisch wertvollen Lernaufgaben gleichgesetzt werden können.

Bevor nun die österreichischen Ergebnisse zur PISA Testung im Detail vorgestellt werden, kann konstatiert werden, dass die zuvor für das allgemeine Bildungsverständnis diskutierte Schwerpunktverschiebung schulischer Bildungsziele von der disziplinären zur gesellschaftlichen Dimension von Lernen und Wissen anhand des *Scientific Literacy* Konstrukts und der darauf aufbauenden Definition einer Naturwissenschaftskompetenz nach PISA verdeutlicht wurde. Das Verständnis von naturwissenschaftlicher Bildung, das dem angloamerikanischen Raum entspringt, unterscheidet sich grundlegend von der Auffassung die dem deutschen Schulsystem traditionell zugrunde liegt. Einer naturwissenschaftlichen Grundbildung nach PISA liegt kein kanonischer Bildungsbegriff zu Grunde, welche der disziplinären Dimension nach Csapó (2010) entsprechen würde, sondern ein Bildungsverständnis, welches die Anwendbarkeit im gesellschaftlichen Kontext betont. Angesichts dieser Diskrepanz wird das schwache Abschneiden der österreichischen Schüler und Schülerinnen in einigen Bereichen erklärbar.

2.2.5 PISA 2006 Naturwissenschaften: Die österreichischen Ergebnisse

Auf den ersten Blick scheinen die Ergebnisse zufriedenstellend zu sein, da Österreich mit 511 Punkten signifikant über dem OECD-Mittelwert liegt und einen der Rangplätze 8-15 einnimmt (Schreiner et al. 2007). Eine Trendanalyse durch einen Vergleich mit den früheren Testungen ist jedoch nicht möglich, da das Modell der Naturwissenschaftskompetenz für 2006 neu erstellt wurde. Die Verteilung auf die sechs Kompetenzstufen ist stark gestreut. In Österreich, der Schweiz und Deutschland erreichen 10% der Schüler und Schülerinnen die beiden höheren Stufen, während 19% nur die unterste Kompetenzstufe ausbilden (Schreiner 2007). In der Analyse ausgewählter Bereiche werden jedoch Problembereiche österreichischer Schüler und Schülerinnen deutlich. Eine Stärke der österreichischen Schüler und Schülerinnen ist das naturwissenschaftliche Erklären von Phänomenen, während die Kategorien „Heranziehen naturwissenschaftlicher Beweise“ und „Wissen in den Naturwissenschaften“ sowie Aufgaben, die Erd- und Weltraumsystemen zuzuordnen sind, eine relative Schwäche darstellen. Die Ergebnisse der Schweiz und Deutschland weichen in diesen Bereichen nicht signifikant ab (Schreiner 2007).

In der Analyse österreichischer Ergebnisse aus fachdidaktischer Sicht (Lembens et al. 2009b) wird auf mögliche Einflussfaktoren von Schülerleistungen auf der Ebene des Unterrichts eingegangen. Zuerst ist es fraglich, ob die PISA-Themenbereiche im Unterricht behandelt wurden, da in Österreich im Unterschied zu Spitzenländern zu diesem Zeitpunkt aufgrund der autonomen Interpretation des Lehrplans durch Lehrpersonen keine einheitliche Festlegung von Inhalten herrschte. Zudem gibt es in der Sekundarstufe I keinen fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht, der die Ausbildung einer überdisziplinären Sichtweise, wie sie für PISA-Aufgaben erforderlich wäre, fördern würde.

Weiters ermöglicht die Interpretation der Ergebnisse, allgemeine Rückschlüsse auf die naturwissenschaftliche Unterrichtspraxis im deutschsprachigen Raum zu ziehen. So wird mehrfach die im deutschsprachigen Raum dominierende Methode des „fragend-entwickelnden“ Unterrichts (Seidel und Prenzel 2006, S.238; Prenzel 2000, S.106) als Erklärung für Stärken und Schwächen der österreichischen Schüler und Schülerinnen angeführt. Damit ist eine Gestaltung des Unterrichts gemeint, die das Lehrer-Schülergespräch auf das Erreichen eines bestimmten Lösungszieles hin eingeengt und nicht auf die vorhandene lebensweltliche Wissensbasis der Lernenden eingeht. Bereits Baumert et al. (1997) führten das schlechte Abschneiden der deutschen Schüler und Schülerinnen bei der TIMSS-Studie, insbesondere das Scheitern an komplexen Aufgaben mit Anwendungskontext, auf diese Form der Unterrichtschoreographie zurück. Die PISA-Ergebnisse offenbaren ebenfalls, dass im Unterricht österreichischen Schüler und Schülerinnen unterdurchschnittlich wenig Gelegenheiten zum Erklären eigener Ideen geboten werden (Schreiner 2007). Die Form des fragend-entwickelnden Unterrichts dürfte darüber hinaus auch die Durchführung von Prüfungen, bei denen zumeist kurze, stichwortartige Antworten gefordert werden, beeinflussen (Lembens et al. 2009b). Prenzel (2000) weist ebenfalls darauf hin, dass eine Weiterentwicklung der Prüfungsaufgabenkultur notwendig ist, um die Lernwirksamkeit eines anwendungsorientierten Unterrichts zu erhöhen.

Zusätzlich wird durch erhobene Kontextinformationen deutlich, dass im Vergleich zu anderen Ländern das eigenständige Durchführen von Experimenten im Unterricht nur eine untergeordnete Rolle spielt (Schreiner 2007). In Bezug auf Interesse und Motivation für naturwissenschaftliche Fächer sehen österreichische Schüler und Schülerinnen nur geringen Nutzen der Naturwissenschaften für die Gesellschaft, schätzen den persönlichen Nutzen am geringsten von allen Vergleichsländern ein und haben wenige Freude an Naturwissenschaften (Schreiner 2007). Die zukunftsorientierte Motivation, die angibt, ob man im späteren Berufsleben im Bereich der Naturwissenschaften tätig sein will, ist bei österreichischen Schüler und Schülerinnen ebenfalls am geringsten ausgeprägt im Vergleich der Länder, wobei jeweils Unterschiede je nach Schultyp zu vermerken sind (Schreiner 2007). Lembens et al. (2009b)

führen in ihrer Interpretation diese Ergebnisse auf den zu geringen Alltagsbezug im naturwissenschaftlichen Unterricht und auf eine fehlende Vermittlung der gesellschaftlichen Relevanz gewisser Themenbereiche durch die Lehrperson zurück. Immerhin geben nur 21% der Schüler und Schülerinnen an, ähnlich dem Schnitt der anderen Länder, im Unterricht naturwissenschaftliche Konzepte auf Alltagsprobleme anzuwenden (Schreiner 2007).

Insgesamt kann somit ein Zusammenhang zwischen Unterrichtspraxis und PISA-Ergebnissen hergestellt werden und somit Problembereiche, die hinderlich für das Erreichen des Bildungszieles nach PISA sind, identifiziert werden. Im weiteren Verlauf wird auf die Konsequenzen eingegangen, die von bildungspolitischen Entscheidungsträgern als Antwort auf die PISA-Ergebnisse getroffen wurden und den aufgedeckten Problembereichen entgegenwirken sollen.

2.2.6 PISA und Bildungsstandards

Durch die Veröffentlichung der PISA-Ergebnisse wurden grundlegende Problembereiche des österreichischen Schulsystems aufgedeckt, wodurch ein wichtiger Impuls zur Weiterentwicklung des Bildungswesens geschaffen wurde. Ausgehend vom PISA-Grundkonzept der ergebnisorientierten Outputsteuerung erfolgte im Schulwesen ebenfalls eine Umorientierung der Steuerungsphilosophie durch Einführung der Bildungsstandards. Im weiteren Verlauf wird dieser Wechsel von Input- zu Outputsteuerung, welcher der Qualitätssicherung des österreichischen Schulsystems dienen soll, ausführlich erläutert. Anschließend an diese allgemein, bildungspolitischen Erläuterungen wird die Rolle der naturwissenschaftlichen Fächer in dieser bildungspolitischen Reform rund um Bildungsstandards ins Zentrum gerückt werden. Es kann vorweggenommen werden, dass das theoretische Rahmenkonzept sowie die Ergebnisse der PISA Testungen in den naturwissenschaftlichen Fächern maßgeblich die Reformbewegungen beeinflussen. Schließlich wurden basierend auf den Erkenntnissen durch PISA 2006 und unter Einfluss des Konzeptes der *Scientific Literacy* sowie Aufgabenkultur und Testverfahren von PISA, die Entwicklung von Kompetenzmodellen sowie Verfahren zur Evaluation des Unterrichts in die Wege geleitet.

2.3 Von Input- zu Outputsteuerung im österreichischen Schulsystem

2.3.1 Phasen der Qualitätssicherung im österreichischen Schulsystem

Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung im Schulwesen umfasst „Maßnahmen [...], die die Leistungsfähigkeit des Schulsystems feststellen, aufrecht erhalten, steigern und an aktuelle Erfordernisse anpassen sollen“ (Altrichter und Eder 2009, S.305). Die Qualität des nationalen Bildungssystems ist nicht nur ausschlaggebend für das individuelle Leben, sondern

hat auch Einfluss auf das wirtschaftliche Wohlergehen eines Staates (Fend 2009). Laut Weinert (2002) ist eine Überprüfung der pädagogischen Wirksamkeit von Bildungsinstitutionen notwendig, da Ergebnisse Bildungsindikatoren für die Gesellschaft darstellen. Aufgrund der Gesellschaftsrelevanz des Bildungssystems werden Fragen der Qualitätsentwicklung häufig unter Einbeziehung der Öffentlichkeit diskutiert.

Im historischen Verlauf der österreichischen Schulentwicklung wurden in verschiedenen Phasen unterschiedliche Steuerungsphilosophien verfolgt (Altrichter und Eder 2009). Nach einer Phase, in der zum Beispiel das Schulsystem an sich Gegenstand des gesellschaftlichen Diskurses war, rückte in den 1980er Jahren die Organisation der Einzelschule als Ebene der Schulentwicklung in das Zentrum der öffentlichen Aufmerksamkeit. Diese Phase der Dezentralisation ist durch große Autonomie in Bezug auf die Interpretation des Lehrplans durch die Lehrperson und in Bezug auf die Organisation des Schulprogramms der Einzelschule gekennzeichnet (Altrichter und Eder 2009). In der Schulentwicklungsdiskussion wurde jedoch lange nicht hinterfragt, wie die Leistungen der Schüler und Schülerinnen im internationalen Vergleich ausfallen würden, sodass die Ergebnisse der Vergleichsstudien TIMSS 1995 und PISA 2000 zu ernüchternden Einschätzungen führten. Laut Weinert (2002, S.21) sind diese Ergebnisse maßgeblich an der „Neustrukturierung der öffentlichen und professionellen Aufmerksamkeit“ beteiligt, da Fragen, die die Qualität des Unterrichts betreffen, nun im Fokus des öffentlichen Diskurses stehen. Die Leitfrage ist nicht mehr, welche Inhalte gelehrt werden sollen, sondern welche Lernprozesse sich auf der Seite der Schüler und Schülerinnen ereignen und wie erfolgreich diese sind (Zeitler et al. 2010). Im Unterschied zu bisherigen Reformansätzen erstreckt sich die Wirksamkeit der ergebnisorientierten Outputsteuerung über alle am Bildungsgeschehen beteiligten Ebenen hinweg und reicht im Idealfall bis zur Individualebene.

In Österreich werden als zentrales Steuerungsinstrument und zentrale Kontrollmaßnahme Bildungsstandards eingeführt. Im weiteren Verlauf wird die Bedeutung dieses Begriffes im deutschsprachigen Bildungsdiskurs diskutiert sowie die mit diesem Steuerungsmodell intendierten Wirkungshoffnungen im Detail vorgestellt.

2.3.2 Konzeption von Bildungsstandards im deutschsprachigen Raum

Im pädagogischen Kontext wird dem Begriff ‚Standard‘, der eine normative Wertung beschreibt, häufig zunächst Skepsis entgegengebracht, da dieser Begriff unserem traditionellen Bildungsverständnis zu widersprechen scheint, indem durch Standardisierung die persönliche Entfaltung des Individuums eingeschränkt werden könnte (Klieme 2005, S.9). Bei näherer Auseinandersetzung wird jedoch ersichtlich, wie Standardisierung und eine Qualitätssicherung des Bildungsertrages in Verbindung stehen. Bildungsstandards können auf die Frage, wie hoch der Bildungsertrag von institutionellem Lernen im Schulkontext ist, eine

Antwort liefern, indem sie als normative Vorgaben eine Basis für die Überprüfung von Bildungsqualität darstellen (Klieme 2005). Die Steuerung von Bildungssystemen durch Standardisierung kann je nach Nation unterschiedlich gestaltet sein. Hier wird näher auf die Expertise um Klieme et al. (2007) zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards in Deutschland eingegangen, welche als Vorreiter im deutschsprachigen Raum gilt. Laut Klieme et al. (2007, S.9) beschreiben Bildungsstandards „präzise, verständlich und fokussiert die wesentlichen Ziele der pädagogischen Arbeit“. Bildungsstandards repräsentieren somit den Bildungsauftrag des schulischen Lernens. Im Vergleich werden Bildungsstandards in der österreichischen gesetzlichen Verordnung etwas knapper formuliert als „konkret formulierte Lernergebnisse“ definiert (BMUKK 2009, S.1).

Die konkrete Gestaltung der Bildungsstandards wird von Klieme et al. (2007) folgendermaßen festgelegt: „Bildungsstandards greifen allgemeine Bildungsziele auf. Sie legen fest, welche Kompetenzen die Kinder oder Jugendlichen bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufe mindestens erworben haben sollen. Die Kompetenzen werden so konkret beschrieben, dass sie in Aufgabenstellungen umgesetzt und prinzipiell mit Hilfe von Testverfahren erfasst werden können“ (Klieme et al. 2007, S. 9).

Die Umsetzung von Bildungsstandards erfolgt somit in einer Abfolge dreier Schritte, durch die ersichtlich wird, in welchem Zusammenhang Bildungsstandards, Kompetenzen und Kompetenzmodelle stehen. Für die Festlegung von Bildungsstandards sind zuallererst Zielentscheidungen notwendig, durch die Wissensinhalte und Fähigkeiten als Bildungsziele definiert werden, die dem gesellschaftlichen Anspruch entsprechen. Dadurch wird abermals deutlich, dass Bildungsstandards wie die Vergleichsstudie PISA die im Modell von Csapó (2010) gesellschaftliche Dimension von schulischem Lernen in den Vordergrund stellen. Als nächstes müssen diese generellen Erwartungssetzungen in der pädagogischen Umsetzung durch Kompetenzmodelle konkretisiert werden. Innovativ ist hierbei, dass Kompetenzmodelle nicht wie Lehrpläne umfangreiche Listen mit Lerninhalten vorgeben, sondern „Grunddimensionen der Lernentwicklung“ in einem Gegenstand abbilden (Klieme et al. 2007, S.21). Kompetenzmodelle als „Operationalisierungen von Bildungszielen“ (Klieme et al. 2007, S.71) legen fest, welche Kompetenzen Schüler und Schülerinnen je nach Altersstufe ausbilden müssen, damit ein Bildungsziel als erreicht gilt. Für die Entwicklung der Bildungsstandards wird der vieldeutige Kompetenzbegriff, in enger Anlehnung an Weinert (2002), als domänenspezifisch verstanden und ist folglich abgrenzbar von fachübergreifenden Schlüsselqualifikationen (Klieme et al. 2007). Im Zuge der Einführung von Bildungsstandards stellen theoretische und empirische Untersuchungen des fachspezifischen Kompetenzerwerbs einen Forschungsschwerpunkt der Fachdidaktiken dar und dienen als Grundlage für die Erstellung von Kompetenzmodellen (Klieme et al. 2007). Kompetenzmodelle

an sich sind jedoch Konstrukte, die nur mit Hilfe von konkreten Aufgabenbeispielen im Unterricht Anwendung finden können. Um als letzten Schritt Kompetenzorientierung im Unterricht zu implementieren und den Kompetenzerwerb von Lernprozessen und somit das Erreichen von Bildungszielen überprüfen zu können, bedarf es einerseits spezieller Aufgabenformate, durch die Kompetenzen erworben werden können und andererseits Testverfahren, durch die der Kompetenzerwerb schließlich sichtbar gemacht werden kann. Im Unterricht finden Kompetenzmodelle somit Anwendung, indem sie zwischen abstrakten Bildungszielen und Aufgaben mit einer konkreten Anwendungssituation vermitteln. Zum Beispiel kann eine Einordnung einer Aufgabe im Kompetenzmodell Auskunft über die Anforderungen dieses Beispiels an die Schüler und Schülerinnen geben (Klieme et al. 2007).

Obwohl im Detail verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten für Standardisierung im Bildungssystem möglich sind, können laut Klieme et al. (2007, S.24-25) sieben Voraussetzungen für Bildungsstandards festgelegt werden, die Qualitätssicherung ermöglichen: „Fachlichkeit“, „Fokussierung“, „Kumulativität“ (kumulatives, vernetztes Lernen), „Verbindlichkeit für alle“, „Differenzierung“ (Kompetenzstufung), „Verständlichkeit“ und „Realisierbarkeit“. Die Aspekte „Fokussierung“ und „Kumulativität“ verdeutlichen den innovativen Charakter der Bildungsstandards. Ersteres meint, dass sich Bildungsstandards nicht auf die gesamte Breite des schulischen Lernens beziehen, sondern verbindliche Kernbereiche festlegen (Klieme et al. 2007). Das Merkmal „Kumulativität“ trifft zu, da Lernergebnisse nicht als das Reproduzieren von Lehrplaninhalten, sondern in Bezug auf den Erwerb von ausgewählten Basiskompetenzen über einen längeren Zeitraum hinweg gemessen werden. Im internationalen Vergleich wird ersichtlich, dass in anderen Ländern deutliche Unterschiede in Bezug auf das Merkmal „Verbindlichkeit“ im Sinne der Konsequenzen sowie im Hinblick auf den Zielinhalt und das Zielniveau festzustellen sind.

2.3.3 Bildungsstandards im internationalen Vergleich

Während der Begriff ‚Standard‘ in der deutschsprachigen Bildungsdiskussion sehr jung ist, wurde der Begriff in England zum Beispiel erstmals 1860 verwendet (Klieme 2005). Anstatt der Lehrpläne wurden auch in den USA schon früh *Content Standards*, die Lerninhalte von schulischem Lernen festlegen und ergebnisorientierte *Performance Standards*, zur Leistungsmessung, festgelegt (Klieme 2005). Standards und Curricula stehen somit in enger Verbindung, jedoch ist in den einzelnen Nationen die Reihenfolge der Entwicklung unterschiedlich. Während in England Standards über Inhalte definiert werden und durch die Überprüfung der tatsächlichen Leistungen zu Performance Standards werden, gehen Deutschland, Österreich und Schweiz den umgekehrten Weg, indem Standards festgelegt werden und darauf basierend Curricula entwickelt werden, die den Weg zum Erreichen der Standards darstellen (Schanze und Nentwig 2008).

Auch in Bezug auf das durch Standards definierte Zielniveau gibt es unterschiedliche Ausprägungen. Sogenannte Minimalstandards definieren das „basale Anforderungsniveau“, während sogenannte Regelstandards sich auf ein „durchschnittliche[s] Erwartungsniveau“ beziehen (Maag Merki 2005, S.12). Laut Schanze und Nentwig (2008) liegt bei Nicht-Erreichen der Minimalstandards die Verantwortung bei der Lehrperson oder der Schule und im Vergleich bei Regelstandards tendenziell in der Verantwortung des Lernenden. Wie im nachfolgenden Kapitel erläutert werden wird, wurden in Deutschland und in Österreich trotz Empfehlung für Minimalstandards durch Expertengruppen Regelstandards eingeführt. Umsetzungen der Standards variieren auch aufgrund von Unterschieden in der Steuerung des Bildungssystems. In Ländern mit einem föderalen System, wie zum Beispiel Deutschland oder den USA, passiert die Realisierung der zentralen Standards in den Bundesländern, womit sie sich von Ländern mit zentral organisierten Bildungssystemen unterscheiden. Zudem können Standards je nach Nation für unterschiedliche Zeitpunkte im Bildungsweg formuliert werden. Zum Beispiel werden die Standards in den USA für jeden Jahrgang festgelegt (Schanze und Nentwig 2008).

Auch bei der Überprüfung der Standards können grundlegende Unterschiede festgestellt werden, wie Schanze und Nentwig (2008) am Beispiel der Naturwissenschaften darlegen. Testverfahren zur Messung der Zielsetzungen können zentral oder lokal durchgeführt werden, wobei der Großteil der Nationen eine zentrale Überprüfung vorsieht. Einen anderen Weg geht hier Finnland, wo Bildungsergebnisse lokal auf Schulebene überprüft werden.

Charakteristisch für standardbasierte Schulreformen allgemein ist, dass ein politischer Steuerungsimpuls zu Auswirkungen auf den unterschiedlichen Ebenen des Bildungssystems führt. Der Mechanismus, der die Steuerungsintention überträgt, variiert jedoch in unterschiedlichen Umsetzungen, wobei hierbei zwischen angloamerikanischen und europäischen Varianten der Standardsetzung unterschieden wird (Herzog 2010). Bei ersteren handelt es sich um sogenannte „*High-Stakes* Testungen“ mit „folgenreichen Konsequenzen für die Schulen, Lehrpersonen und/oder Schüler und Schülerinnen“ (Maag Merki 2005, S.13). Jedoch wird durch diese, mit Konsequenzen verbundene Form der Standardisierung der Unterricht an der Testung ausgerichtet und es kommt sehr wahrscheinlich zu einem „*Teaching-to-the-Test* Effekt“. In Deutschland, Österreich und der Schweiz wurden Standards als sogenannte „*Low-Stakes* Testungen“ (Maag Merki 2005, S.13) konzipiert, die ohne folgenreiche Konsequenzen für Beteiligte auskommen und stattdessen auf Kompetenzmodelle setzen, die den Steuerungsimpuls über die Ebenen hinweg übertragen sollen. Laut Herzog (2010) können Kompetenzmodelle eine Anbindung der politischen Steuerungsintentionen an den konkreten Unterricht möglich machen.

Nach diesem Überblick über international unterschiedliche Auslegungen des Standardbegriffs im Bildungswesen wird im Detail auf die Entwicklungsschritte zur Einführung von Bildungsstandards in Österreich eingegangen.

2.3.4 Die Bildungsstandards-Politik in Österreich

Bereits 2000 wurden unter der neuen Bundesregierung „nationale Leistungsstandards“ gefordert, jedoch wurde dieser Vorschlag in der akademischen Erziehungswissenschaftsdiskussion nicht aufgegriffen (Specht 2006, S.16). Im Jahr 2003 wurde in Deutschland das Klieme Gutachten (Klieme et al. 2007) veröffentlicht, sodass das Thema Bildungsstandards in das Zentrum des öffentlichen Interesses rückte und auch in Österreich politische Handlungsfähigkeit gefordert wurde. Im Frühjahr 2003 wurde eine vierköpfige Expertengruppe, genannt „Zukunftskommission“, mit der Entwicklung eines Entwurfes innerhalb eines halben Jahres beauftragt (Specht 2006). Das Ergebnis folgt in weiten Teilen dem Klieme-Gutachten (Klieme et al. 2007). Standardtestungen sollen an zentralen Schnittstellen des österreichischen Schulsystems (4./8.Schulstufe) in den Fächern Deutsch, Mathematik und erste Fremdsprache flächendeckend jährlich durchgeführt werden (BMUKK 2009). Bildungsstandards werden in ihrem ersten Entwurf zudem als Mindeststandards konzipiert und sollen, anders als der Klieme-Entwurf (Klieme et al. 2007), auch in die Leistungsbeurteilung einbezogen werden, indem bei positivem Abschneiden bei der Standardtestung eine negative Leistungsbeurteilung nicht möglich ist (Specht 2006). Der Entwurf wurde durch eine politische Steuergruppe Anfang 2004 in einigen Punkten, vermutlich aufgrund des zu hohen Ressourcenaufwandes und der, mit einem Nichterreichen der Mindeststandards verbundenen, schwierigen Konsequenzen, abgeändert. Wie in Deutschland werden von der Steuergruppe Regelstandards mit mittlerem Anforderungsniveau verordnet und die Auswirkungen der Standards auf die schulische Leistungsbeurteilung werden explizit aufgehoben (Specht 2006). Parallel zur Entwicklungsphase wurden in der Zeit von 2003 bis 2007 Bildungsstandards in zwei Pilotphasen an Pilotschulen erprobt (Specht 2006). Im Jahr 2008 wurden Bildungsstandards durch die Novellierung von §17 des Schulunterrichtsgesetzes (Bundesgesetzblatt (BGBl.) I Nr.117) (BMUKK 2008) und im darauffolgenden Jahr durch die Bundesgesetz-Verordnung BGBl. II Nr.1 „Bildungsstandards im Schulwesen“ (BMUKK 2009) gesetzlich verankert. Daraufhin wurden im Frühjahr 2009 und 2010 sogenannte Baselinetestungen in der 4. und 8. Schulstufe durchgeführt, deren Ergebnisse Ausgangsdaten für die ersten Standardüberprüfungen darstellen sollen. Nach einer Pilottestung 2011 fanden 2012 erste Standardüberprüfungen in der 8.Schulstufe und 2013 in der 4.Schulstufe jeweils in Mathematik statt (Grillitsch 2010). Seit 2012 gibt es somit flächendeckende Standardtestungen, die jährlich jeweils in einem Fach, wobei abwechselnd in der 4. und 8.Schulstufe getestet wird, durchgeführt werden.

2.3.4.1 Funktionen von Bildungsstandards auf unterschiedlichen Ebenen

Grundsätzlich können je nach Ebene des Schulwesens zwei Funktionen von Bildungsstandards unterschieden werden. Die externen überregionalen Testverfahren zur Überprüfung von Schülerkompetenzen stellen einerseits als System-Monitoring eine Grundlage für Steuerungsentscheidungen der Politik dar und bieten dadurch eine objektive Ergebnismeldung an Akteure auf verschiedenen Ebenen des Bildungswesens an (Lucyshyn und Specht 2008). Sollten die Ergebnisse dieser Testverfahren zur individuellen Leistungsbeurteilung herangezogen werden, könnte als zusätzliche Funktion das Erreichen einer höheren Vergleichbarkeit und Chancengerechtigkeit bei der individuellen Leistungsbeurteilung zwischen Schulen und Lehrpersonen genannt werden, jedoch ist diese Externalisierung der Leistungsbeurteilung nicht im Entwurf der österreichischen Bildungsstandards inbegriffen (Altrichter und Kanape-Willingshofer 2012).

Zusätzlich zur System-Monitor-Funktion zielen Bildungsstandards auf Unterrichtsebene auch auf die Qualitätsentwicklung von Unterricht ab (Lucyshyn und Specht 2008). Die Unterrichtswirksamkeit wird einerseits durch den Mechanismus der „datengeleiteten Unterrichtsentwicklung“, die durch die Ergebnismeldung an die Lehrperson initiiert werden soll, realisiert. Andererseits werden Bildungsstandards auf Unterrichtsebene durch zusätzliche Maßnahmen seitens der LehrerInnenfortbildung wirksam, die eine Einführung von kompetenzorientiertem Unterricht fördern (Lucyshyn und Specht 2008, S.319).

Zusammenfassend können die bildungspolitischen Erwartungen somit folgendermaßen beschrieben werden: langfristige systematische Qualitätsentwicklung, Transparenz, Objektivität, Vergleichbarkeit und Chancengerechtigkeit, wobei letztere beiden nicht auf die individuelle Leistungsbeurteilung zu beziehen sind, sowie Kompetenzorientierung im Unterricht (Altrichter und Kanape-Willingshofer 2012). Die Realisierbarkeit der System-Monitor-Funktion wurde durch die Ergebnisse der internationalen Vergleichsstudien gestützt, da in Ländern mit einem System der Rechenschaftspflicht über Ergebnisse von Bildungsprozessen insgesamt besser abschneiden (Schanze und Nentwig 2008; Lucyshyn und Specht 2008). Im Folgenden wird der Fokus auf die Umsetzung der zweiten, noch eher umstrittenen Zielsetzung von Bildungsstandards gelegt, die auf die Unterrichtswirksamkeit abzielt. Die Wirkhoffnungen auf Unterrichtsebene werden anhand eines Modells vorgestellt.

2.3.4.2 Wirkungsmodell der Bildungsstandards

Unter einem sogenannten Wirkungsmodell versteht man allgemein alle Prozesse, die zur Erfüllung der erwarteten Wirkungen eines politischen Programmes in die Wege geleitet werden (Altrichter und Kanape-Willingshofer 2012). Im Folgenden wird nach Altrichter und Kanape-Willingshofer (2012) das Wirkungskonzept am Beispiel Österreich näher erläutert.

Abbildung 2 gibt einen Überblick über die Prozessabfolge zur Erreichung der Unterrichtswirksamkeit.

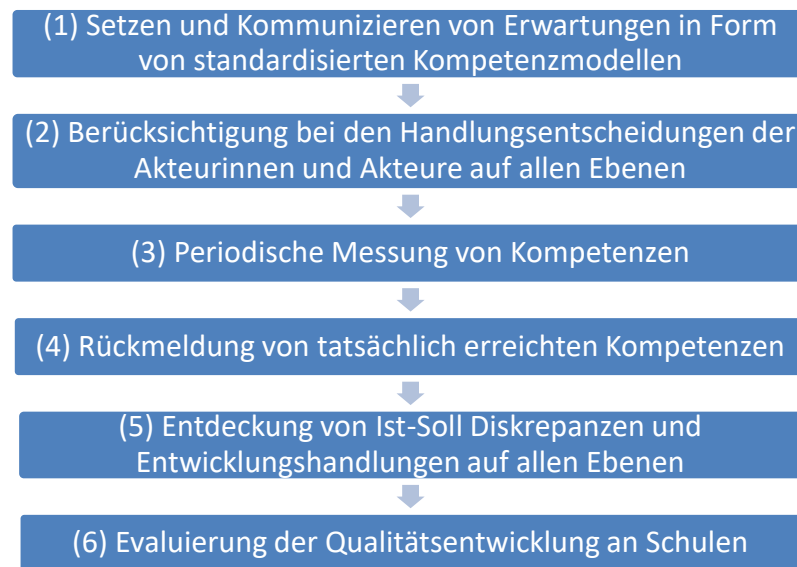


Abbildung 2: Wirkungsmodell von Bildungsstandards am Beispiel Österreich (abgeändert nach Altrichter und Kanape-Willingshofer 2012, S.362-363)

Schritt 1 umfasst das Festlegen von allgemeinen Bildungszielen und deren Operationalisierung durch Kompetenzmodelle und wurde bereits im vorhergehenden Kapitel näher diskutiert. Die Standardisierung von Erwartungen ermöglicht im späteren Schritt die Überprüfung der Zielsetzungen. Schritt 2 sieht vor, dass, wie in der Verordnung der Bildungsstandards vorgesehen, Lehrpersonen diese Zielsetzungen zu einem orientierenden Prinzip von Unterrichtsplanung und -gestaltung machen sowie bei der Beobachtung und Diagnose von Entwicklungsverläufen der Schüler und Schülerinnen berücksichtigen (BMUKK 2009).

Die Ergebnisse von periodischen Überprüfungen (Schritt 3) werden an die Schulen weitergeleitet (Schritt 4). Das Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung (BIFIE) wurde mit der Durchführung der Testung und Rückmeldung an Zielgruppen betraut. Die Ergebnismeldung erfolgt für einzelne Schüler und Schülerinnen individuell, während für Lehrpersonen Leistungen der Klasse, für Direktoren und Direktorinnen Leistungen der Schule aggregiert rückgemeldet werden. Zusätzlich werden die Ergebnisse in einem nationalen Bericht veröffentlicht (BIFIE 2012).

Rückmeldungen sollen für Beteiligte „Ist-Soll Diskrepanzen“ (Altrichter und Kanape-Willingshofer 2012, S.362) aufdecken und dadurch verstärkte Selbstreflexion (Schritt 5) initiieren, die wiederum zu ebenenspezifischen Steuerungshandlungen durch die entsprechenden Beteiligten führen soll. Es stellt sich an diesem Punkt jedoch die Frage, wie Lehrpersonen von der Ergebnsrückmeldung Entwicklungsentscheidungen, die den Unterricht

betreffen, ableiten sollen. Von den offiziellen Vorgaben zur Art und Weise der Rückmeldung kann man nur wenig Konkretes ableiten. Ergebnisse sollen so rückgemeldet werden, dass sie „für langfristige systematische Qualitätsentwicklung in den Schulen nutzbringend verwendet werden können“ (BMUKK 2008). Laut Altrichter und Kanape-Willingshofer (2012, S.363) soll in der österreichischen Variante eine „kognitive Einsicht in eine Ist-Soll Diskrepanz“ zu Handlungsentscheidungen führen, wobei konkret zum Beispiel die Einführung der Kompetenzorientierung damit gemeint sein könnte. Durch diese Prozessabfolge wird insgesamt eine Evaluierung der Qualitätsentwicklung an Schulen möglich (Schritt 6).

In Bezug auf die Steuerfunktion von Bildungsstandard ist hier hervorzuheben, dass die Innovation gegenüber bisherigen Lehrplänen oder Lehrzielformulierungen darin besteht, dass die Festlegung der Zielsetzung und die Umwandlung dieser Bildungsziele in Kompetenzmodelle (Schritt 1) sowie die Messung von Kompetenzen (Schritt 3) nicht mehr ausschließlich von den Lehrpersonen selbst getroffen wird, sondern extern durch Experten oder Expertinnen durchgeführt wird (Neuweg 2004).

2.3.5 Implementation von Bildungsstandards auf Unterrichtsebene

Die Wirkung der Bildungsstandards wurde zuvor plausibel argumentiert, jedoch ist der Weg von den Bildungsstandards zu Qualitätsentwicklungen im Unterricht, wie zum Beispiel einer kognitiv aktivierenden Unterrichtsgestaltung, von einigen Schwierigkeiten gekennzeichnet. Allgemein versteht man unter Implementation die „Aufnahme der Neuerung an ihrem sozialen Zielort“ (Altrichter und Wiesinger 2004, S.220). Im Zusammenhang von Bildungsstandards würde das bedeuten, dass Lehrpersonen Bildungsstandards bei der Planung und Durchführung des Unterrichts berücksichtigen.

Laut Zeitler et al. (2010) wird durch die Änderung in der Steuerungsphilosophie eine Verbindung der unterschiedlichen Ebenen des Schulsystems hergestellt, indem Ergebnisse Auskunft über Lernleistungen auf Unterrichtsebene geben, jedoch ist damit nicht automatisch ein Wirkzusammenhang mit der Verbesserung der Unterrichtsqualität gegeben. Um nachvollziehen können, warum die Umstellung von Input- zu Outputorientierung mit Schwierigkeiten verbunden ist, wird das Zustandekommen von Steuerung häufig aus einer interdisziplinären Governance-Perspektive betrachtet, welche die „Handlungskoordination zwischen verschiedenen sozialen Akteuren in komplexen Mehrebenensystemen“ untersucht (Altrichter 2008, S.81). Dadurch wird ersichtlich, dass ein komplexes soziales System wie das Bildungssystem in der Weitergabe eines Steuerungsimpulses keiner linearen Steuerungslogik folgt, bei der der Staat Steuerungssubjekt und die Schule mit ihren Akteuren Steuerungsobjekte repräsentieren würden, sondern Steuerung als ein Ergebnis der Interaktion zwischen Akteuren, die sich auf unterschiedlichen, miteinander verflochtenen Ebenen befinden, zu verstehen ist (Krüger 2015). Vor diesem Hintergrund sind die Akzeptanz und

Einstellungen der beteiligten Akteure, ihre Kompetenzen die Innovation umzusetzen sowie Formen der Handlungskoordination und deren strukturelle Begleitmaßnahmen entscheidende Faktoren, die den Weg der Implementation einer neuen Steuerungsphilosophie beeinflussen (Altrichter 2008).

Die Nutzung des Datenfeedbacks durch Lehrpersonen wird häufig als Schlüsselstelle identifiziert, die Schwierigkeiten bei der Umsetzung des Wirkungsmodells bereitet. Neuweg (2004, S.12) kritisiert das fehlende Wirkungskonzept der Bildungsreform folgendermaßen: „Zu den fatalsten denkbaren Irrtümern [...] gehört die Vorstellung, Unterricht würde alleine dadurch besser, dass man ihm Ziele vorgibt und Informationen über die Zielerreichungsgrade sammelt.“ Durch Ergebnismeldung alleine kann keine „Selbsteilung durch Information“ (Neuweg 2004, S.10), stattfinden. Damit ist gemeint, dass durch eine ausschließliche Outputsteuerung nur Ist-Soll Differenzen aufgezeigt werden können, jedoch nicht die für Verbesserungsmaßnahmen notwendigen Informationen geliefert werden, wie es zu einem bestimmten Ergebnis kam (Altrichter und Posch, 2004). Zudem wird die Konsequenzlosigkeit der Datenrückmeldungen für die Unterrichtsentwicklung durch die ungünstige Entscheidung Testungen am Ende der 4. und 8. Schulstufe durchzuführen verstärkt, da die betreffenden Klassen zum Zeitpunkt der Ergebnismeldung im darauffolgenden Herbst teilweise aufgelöst wurden (Altrichter und Kanape-Willingshofer 2012).

Somit können Lehrpersonen als Schlüsselpersonen für eine erfolgreiche Implementation der Bildungsstandards auf Unterrichtsebene identifiziert werden, deren Einstellungen gegenüber der bildungspolitischen Reform in hohem Maße die Wirksamkeit der Bildungsstandards auf der Unterrichtsebene beeinflussen. Erste Analysen zur Rezeption der Bildungsstandards unter der Lehrerschaft bestätigen die Kritik des „fehlenden Implementier- und Wirkungskonzept“ (Altrichter und Posch 2004, S.3) und geben Aufschluss über Einstellungen zu den bildungspolitischen Reformansätzen. Eine positive Haltung gegenüber Bildungsstandards wäre eine erste Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Implementation, jedoch zeigt eine Analyse allgemeiner Einstellungen der Lehrpersonen in Wiener Schulen durch Beer (2007) eine allgemeine Skepsis gegenüber der Reform auf. 72% der Gefragten freuen sich *nicht* darauf mit Bildungsstandards zu arbeiten. Weiters sieht eine Mehrheit der Befragten (82%) keinen positiven Einfluss auf Unterrichtsqualität und ist *nicht* der Meinung, dass Bildungsstandards zentrale Probleme in Österreichs Schulen lösen können (92%). Zwei Jahre später resümiert eine durch das BIFIE durchgeführte flächendeckende, stichprobenartige Befragung von Lehrpersonen und Schulleiter oder Leiterinnen an Schulen, welche an der sogenannten Baselinetestung in der 8. Schulstufe im Frühjahr 2009 teilgenommen haben, eine „weitgehend undifferenzierte und teilweise kritische Haltung“ in Bezug auf die Implementation der Reform (Grillitsch 2010, S.73). Schaffung von Transparenz und Chancengleichheit werden

als positive Aspekte wahrgenommen werden, während dennoch die positive Auswirkung auf das eigene Handeln nach wie vor eher gering eingeschätzt wird (Grillitsch 2010). Zum Zeitpunkt der Baselinetestung 2009 scheint somit die Wirksamkeit der Bildungsstandards auf die Unterrichtsentwicklung für Lehrpersonen noch nicht konkret vorstellbar. Die Skepsis gegenüber den Bildungsstandards könnte durch Befürchtungen, die bildungspolitische Reformmaßnahmen würden ausschließlich der Kontrolle des pädagogischen Handelns dienen und würden zu einem Schulranking führen, verstärkt werden. Auch Altrichter und Posch (2004) befürchten, dass einzelne Schulen und auch Medien aus Wettbewerbsgründen für eine Veröffentlichung der Ergebnisse plädieren könnten. Jedoch zeigt sich in der Befragung des BIFIEs auch, dass Befürchtungen dieser Art mit zunehmendem Grad der Informiertheit abnehmen. Bei Lehrpersonen, die bis zu diesem Zeitpunkt noch keine Fortbildung besucht hatten, fanden Aussagen über mögliche problematischen Aspekte höhere Zustimmung (Grillitsch 2010).

Neben einer positiven Einstellung braucht es zusätzlich die nötige Kompetenz, die Innovation in der Praxis umzusetzen. Empirische Untersuchungen bestätigen (Grillitsch 2010), dass Schwierigkeiten darin bestehen, basierend auf den Rückmeldungen, den Unterricht zu verbessern. Obwohl paradoxerweise Bildungsstandards als Unterstützungsmaßnahmen für Diagnose, Selbstreflexion und Unterrichtsgestaltung verstanden werden, verwenden nur zirka sieben Prozent Bildungsstandards tatsächlich in der Unterrichtsplanung. Auch hier scheint es eine Korrelation mit dem Grad der Informiertheit zu geben.

Somit stellt sich die Frage, in welchem Ausmaß sich Lehrpersonen über die bildungspolitische Reform informiert fühlen und wie weit Fortbildungsangebote genutzt werden. Der Informationsstand zum Zeitpunkt der Befragung scheint sehr ausgeprägt in Bezug auf Ziele und Funktion der bildungspolitischen Reform zu sein, jedoch ist Verbesserungsbedarf vor allem im Bereich der Rückmeldung der Ergebnisse (nur 27,4 % gut bis sehr gut informiert) erwünscht (Grillitsch 2010, S.18). Lehrkräften scheint nicht klar zu sein, wie die Ergebnissrückmeldungen in eine verbesserte Unterrichtspraxis umgesetzt werden sollen. Auffällig ist zudem, dass Schulleiter einen höheren Grad an Informiertheit angeben als Lehrpersonen, was ein Hinweis für eine, zum Zeitpunkt der Erhebung, gering ausgeprägte Kommunikation zwischen verschiedenen Akteuren sein könnte. Etwas mehr als die Hälfte der Befragten hat bis zu diesem Zeitpunkt eine Fortbildung besucht, wobei nur 30 % der Befragten das Angebot an Fortbildungen als völlig oder eher ausreichend bewerten⁴ (Grillitsch 2010, S.35). Damit für Lehrpersonen ein produktiver Umgang mit den Ergebnissrückmeldungen möglich wird, müssen in der Lehrerinnenfortbildung speziell die Themen Umgang mit Ergebnissrückmeldungen und kompetenzorientierte Unterrichtsentwicklung und in das Zentrum

⁴ Hier ist jedoch anzumerken, dass 40% in dieser Frage unentschieden sind (Grillitsch 2010, S.35).

rücken. Laut Dubs (2006) wurde ersteres bisher stärker verfolgt, während die notwendige Kompetenzausbildung zur Weiterentwicklung des Unterrichts in der Lehrerfortbildung vernachlässigt wurde.

Es muss an dieser Stelle außerdem angemerkt werden, dass, auch wenn Lehrpersonen als Leitfiguren der erfolgreichen Implementierung im Zentrum stehen, dennoch andere Faktoren die Umsetzung in der Praxis ebenfalls beeinflussen. Lehrpersonen können nur den Unterricht, nicht aber dessen Rahmenbedingungen beeinflussen. Es können somit nicht ausschließlich die Leistungen der Lehrpersonen für die in den Testungen sichtbar werdende Kompetenzausbildung der Lernenden verantwortlich gemacht werden (Neuweg 2004). Lernende sind außerdem keine „Planungsobjekte“, sondern am Unterrichtsgeschehen aktiv Mitwirkende, sodass sie ebenso in die Umsetzung einer neuen Unterrichtskultur miteinbezogen werden müssen (Altrichter und Posch 2007, S.665).

Zusammenfassend können nach Altrichter und Posch (2007) zwei grundlegende Schwachstellen des im vorherigen Kapitel präsentierten Idealmodell der ergebnisorientierten Steuerung identifiziert werden. Einerseits scheint die von den Bildungsstandards ausgehende Steuerfunktion durch ergebnisorientierte Outputorientierung nicht ausreichend zu sein, um, wie gehofft, zur Verbesserung der Unterrichtsqualität und zum Einzug der Kompetenzorientierung zu führen (siehe Abbildung 2, Schritt 5). Andererseits ist es in der Anfangsphase nicht gelungen, Lehrpersonen genügend zu informieren und zur Berücksichtigung der Standards bei Unterrichtsplanung zu motivieren (siehe Abbildung 2, Schritt 2).

Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass bei einem derartig tiefgreifenden Paradigmenwechsel im Sinne einer Anpassung der Unterrichtskultur mit einer längeren Wirkungsdauer gerechnet werden muss (Grillitsch 2010). Die vorgestellten empirischen Untersuchungen wurden alle zu einem Zeitpunkt durchgeführt, zu dem für Beteiligte noch wenig Gelegenheit geboten wurde, die Bildungsstandards in ihrer tatsächlichen Umsetzung über einen längeren Zeitraum hinweg zu erleben. Grillitsch (2010, S.10) ist der Meinung, dass „die erlebte Bedeutsamkeit einer Innovation“ die „intrinsische Motivation“ der Lehrpersonen erweckt und somit der Einführungsprozess positiv beeinflusst wird. Jedoch liegen zum jetzigen Zeitpunkt keine Evaluationsstudien vor, die langfristige, positive Veränderungen belegen können.

Nachdem Problembereiche der Bildungsreform allgemein diskutiert wurden, wird im weiteren Verlauf konkret für die naturwissenschaftlichen Fächer der Weg der Einführung von Bildungsstandards und Kompetenzorientierung beschrieben sowie damit verbundene Schwierigkeiten aufgezeigt.

2.4 Bildungsstandards und Kompetenzorientierung in den Naturwissenschaften

Durch die internationale Vergleichsstudien TIMSS und PISA und mögliche Vorbildwirkung des anglo-amerikanischen Raums wurden auch die naturwissenschaftlichen Fächer in die Diskussion um Bildungsstandards und Kompetenzorientierung miteinbezogen. Aufgrund der Ausklammerung der naturwissenschaftlichen Fächer in der offiziellen gesetzlichen Verordnung der Bildungsstandards (BMUKK 2009), ist die Implementation von Bildungsstandards und Kompetenzorientierung im Unterricht jedoch in Österreich nicht gesetzlich bindend. Auch wenn keine zentral geregelte Überprüfung wie in den Fächern Deutsch, Mathematik und in den lebenden Fremdsprachen vorgesehen ist, so wurden dennoch einige Maßnahmen zur Qualitätssicherung, wie zum Beispiel die Entwicklung von Kompetenzmodellen und kompetenzorientierten Aufgabenbeispielen, in die Wege geleitet. Im Detail sind unterschiedliche Entwicklungsverläufe und Zuständigkeiten in der Sekundarstufe I und Sekundarstufe II zu beobachten (Schiffl 2016a).

2.4.1 Kompetenzorientiertes Unterrichten am Beispiel Naturwissenschaften

Bevor diese Initiativen im Detail vorgestellt werden, soll näher auf die Zielvorstellung dieser Unterstützungsmaßnahmen eingegangen werden und damit die Frage beantwortet werden, wie kompetenzorientiertes Unterrichten konkret in den naturwissenschaftlichen Fächern und speziell in Biologie aussehen kann. Laut Venus-Wagner et al. (2012, S.189) soll „[n]icht das additive Abarbeiten von Lehrplaninhalten [...], sondern die intensive Bearbeitung wesentlicher grundlegender naturwissenschaftlicher Konzepte“ das Ziel sein. Folglich muss naturwissenschaftliche Kompetenz über die Wiedergabe von isolierten Einzelfakten hinausgehen und, im Sinne des kumulativen Lernens, nachhaltiges Verstehen von zentralen Konzepten und prozeduralen Handlungsweisen der Naturwissenschaften stärker in das Zentrum gerückt werden (Venus-Wagner et al. 2012). Eine geforderte kognitive Aktivierung kann durch einen stärker schülerzentrierten und methodenreichen, naturwissenschaftlichen Unterricht, in dem die Kompetenzen der Schüler und Schülerinnen im aktiven Tun sichtbar werden, erzielt werden. Um zum Beispiel prozedurale Kompetenzen zu erlangen und den Wissenserwerb in den Naturwissenschaften nachvollziehen zu können, ist das Durchführen von Experimenten im Unterricht unverzichtbar und ein „show-and-tell“ Ansatz, bei dem Lernende nur Zuseher sind, nicht ausreichend (Venus-Wagner et al. 2012, S.196). Eine stark ausgeprägte Inhaltsorientierung soll von Möglichkeiten der Wissensanwendung abgelöst werden. Diese Erweiterung der Inhaltsdimension spiegelt sich auch in den einzelnen Kompetenzmodellen wieder, die zusätzlich eine Handlungsdimension vorweisen, worauf im folgenden Kapitel im Detail eingegangen wird.

2.4.2 Das Kompetenzmodell in Biologie

In der Sekundarstufe I wurde 2006 mit der Entwicklung eines Kompetenzstrukturmodells (siehe Abbildung 3) durch das BIFIE begonnen und 2011 eine vorläufige Endversion präsentiert. Die Inhaltsdimension wurde in Anlehnung an den Lehrplan erstellt, die Handlungsdimension wurde in die drei Großbereiche „Wissen organisieren“, „Erkenntnisse gewinnen“ und „Schlüsse ziehen“ unterteilt und die Anforderungsdimension reicht von „reproduzierende[m] Handeln“ bis zu „weitgehend selbstständige[m] Handeln“ (BIFIE 2011, S.2-3).

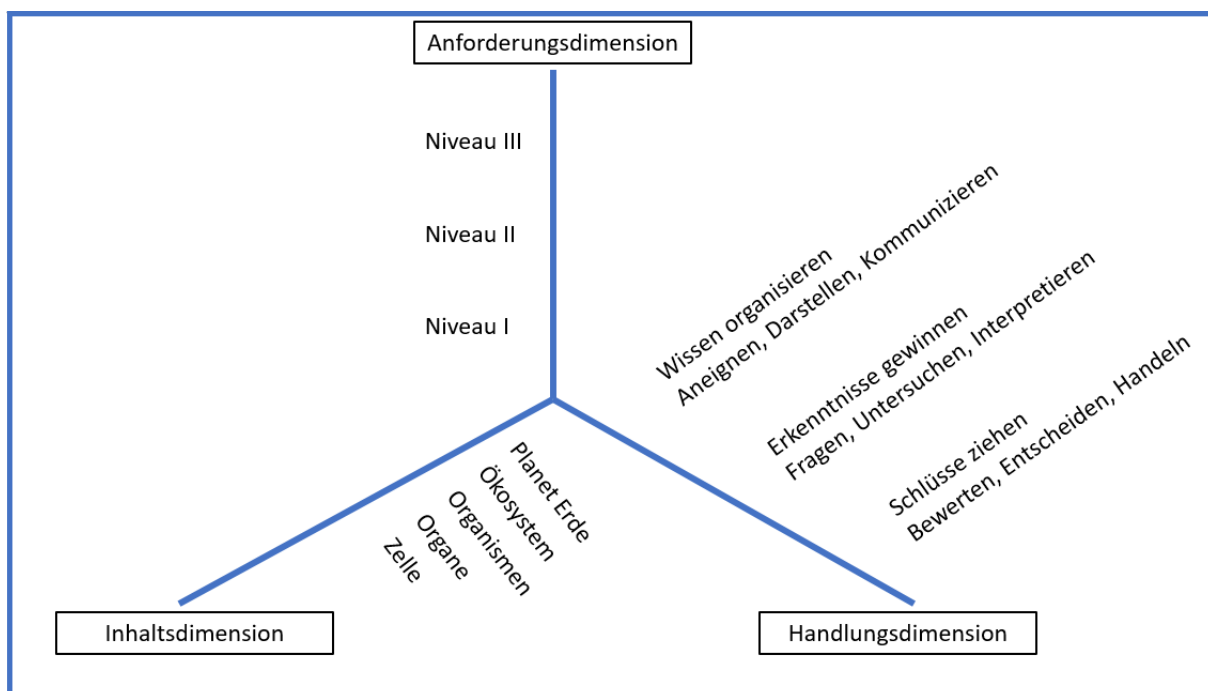


Abbildung 3: Kompetenzstrukturmodell der Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe am Beispiel Biologie (abgeändert nach BIFIE 2011, S.1-3)

In der Sekundarstufe II wurde erst 2012 begonnen ein Kompetenzmodell zu entwickeln. Ausgehend vom empirisch geprüften Modell der Sekundarstufe I wurde für jedes der naturwissenschaftlichen Fächer getrennt ein Modell erstellt. Die Inhaltsdimension wurde an die Themen der Oberstufe angepasst und innerhalb der drei Großbereiche der Handlungsdimension wurden Ergänzungen durchgeführt, um das Modell an den Leistungsbereich der Oberstufe anzupassen (BMUKK 2016). Als nächste Schritte werden von Schiffli (2016a) die Weiterentwicklung in ein Kompetenzstufenmodell sowie die empirische Validierung gefordert, die bis zu dem jetzigen Zeitpunkt nicht angeordnet wurde.

Zum jetzigen Zeitpunkt sind die Resultate der Kompetenzmodellentwicklung laut Schiffli (2016a) noch nicht zufriedenstellend. Besonders im Vergleich mit Deutschland und der Schweiz wird deutlich, dass diese Länder Österreich in der Entwicklung der naturwissenschaftlichen Bildungsstandards einen Schritt voraus sind.

2.4.3 Naturwissenschaftliche Bildungsstandards im internationalen Vergleich

Im Unterschied zu Österreich wurden sowohl in Deutschland durch die KMK 2004 Regelstandards für den Mittleren Schulabschluss (Ende der 10.Schulstufe) in Biologie, Chemie und Physik (KMK 2005) als auch in der Schweiz durch die EDK (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren) 2011 Basisstandards für die 2., 6. und 9. Schulstufe für die naturwissenschaftlichen Fächer festgelegt (EDK 2011). Die Kompetenzmodelle der drei Länder weisen jeweils drei Dimensionen auf, aber unterscheiden sich in den Bezeichnungen und jeweiligen Auslegungen dieser Dimensionen.

Im deutschen Modell ist die Handlungsdimension „Kompetenzbereich“ benannt und gliedert sich in die 4 Bereiche: „Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung“ (KMK 2005, S.7). Der Bereich Kommunikation ist in der österreichischen Variante in den anderen drei Bereichen enthalten (Schiffl 2016a). Die Inhaltsdimension orientiert sich nicht am Lehrplan, sondern enthält die drei Basiskonzepte „System, Struktur, Funktion und Entwicklung“ (KMK 2005, S.7). In Deutschland wurden die einzelnen Kompetenzbereiche in getrennten Forschungsgruppen, wie zum Beispiel die Bewertungskompetenz durch Eggert und Bögeholz (2006), empirisch überprüft. Basierend auf den Erkenntnissen wurden Testaufgaben zur Standardtestung entworfen. Aufgrund fehlender Standardtestungen wurde in Österreich auf die deutschen Ergebnisse der Kompetenzmessungen zurückgegriffen (Schiffl 2016a).

Wie unterschiedlich das Verständnis einer naturwissenschaftlichen Grundbildung aussehen kann, zeigt im Vergleich das umfangreiche Schweizermodell, welches vom Konsortium HarmoS Naturwissenschaften (Harmonisierung der obligatorischen Schule) für die naturwissenschaftlichen Fächer entwickelt wurde. Das Konsortium beruft sich explizit auf die anglo-amerikanische *Scientific Literacy* Diskussion, das Naturwissenschaftskompetenzmodell von PISA und die Standards der KMK, die als Orientierungshilfen dienen (Labudde und Adamina 2008). Das Kompetenzmodell ist somit theoretisch fundiert und wurde ebenso in seiner Dimensionalität empirisch mittels Papier-und-Bleistift Testungen im 2., 6., und 9. Schuljahr validiert. Die Testung diente auch dazu auf empirischer Grundlage Basisstandards in Form von Grundkompetenzen für die jeweilige Schulstufe zu definieren und in der Praxis überprüfte Referenzbeispiele zur Veranschaulichung der Standards zu erhalten (Labudde und Adamina 2008). In der Handlungsdimension entschied man sich für die Bezeichnungen „Handlungsaspekte“ mit acht Unterteilungen, weiters „Themenbereiche“ untergliedert in sieben Inhalte, und „Niveaubeschreibungen“ mit vier Stufen. Die Komponenten der Handlungsdimension beziehen sich, im Unterschied zum deutschen und österreichischen Modell, nicht nur auf kognitive Anforderungen, sondern auch affektive Aspekte wie zum

Beispiel „Interesse und Neugierde wecken“ oder fachübergreifende Kompetenzen wie „Eigenständig arbeiten, mit anderen zusammenarbeiten“ (EDK 2011, S.6).

2.4.4 Aufgabenentwicklung als Begleitmaßnahme

Um die Implementierung von Kompetenzorientierung in den naturwissenschaftlichen Fächern zu erleichtern, wurde in Österreich speziell im Bereich der Aufgabenentwicklung angesetzt. Im Zuge der Entwicklung des Kompetenzmodells für die Sekundarstufe I wurden zum Beispiel prototypische Aufgaben für den Unterrichtseinsatz erstellt und einer empirischen Überprüfung unterzogen. Die Pilotierungen fanden im Mai 2008 und im Februar 2009 statt mit jeweils zirka 7000 teilnehmenden Schüler und Schülerinnen. Im Vordergrund dieser Initiative stand die Veranschaulichung der Bereiche des Kompetenzmodells durch entsprechende Aufgabenbeispiele. Die Aufgaben wurden online in einem Aufgabenpool gesammelt (Weiglhofer und Venus-Wagner 2010).

Neben prototypischen Unterrichtsaufgaben wurde ein weiterer Schwerpunkt auf die Entwicklung sogenannter Testaufgaben als Instrument informeller Kompetenzmessung (IKM) gesetzt, die Lehrpersonen bei der Evaluierung der Kompetenzausbildung der Lernenden unterstützen sollen und sich von offiziellen Standarderhebungen abgrenzen. Dazu wurde das Kompetenzstrukturmodell der Sekundarstufe I in ein Kompetenzstufenmodell überführt und diese Stufung empirischer Prüfung unterzogen (Schiffl 2016b). Ab 2016 wurden erste Aufgabenbeispiele auf der Homepage des BIFIEs präsentiert, wobei weitere Aufgabenformate in Entwicklung sind (Schiffl 2016a).

Neben den vorgestellten Begleitmaßnahmen wird die Einführung der Kompetenzorientierung im naturwissenschaftlichen Unterricht insbesondere durch die gesetzliche Verordnung der Standardisierten kompetenzorientierten Reifeprüfung vorangetrieben.

2.4.5 Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung

2.4.5.1 Die neue Reife- und Diplomprüfung im Gesamtmodell

Ab dem Schuljahr 2014/15 wird für alle allgemeinbildenden höheren Schulstandorte die Standardisierte Diplom- und Reifeprüfung verordnet und die schriftlichen Klausurarbeiten somit als zentral vorgegebene Standardtestungen eingeführt (Schiffl 2016a). Einerseits werden zentralen Abschlussprüfungen die primären Funktionen der Selektion und Qualifikation zugeschrieben, womit die Ausstellung eines Abschlusszertifikats sowie die „Verteilung beruflicher Lebenschancen“ gemeint ist (Krüger 2015, S.93). Zudem soll die Chancengerechtigkeit durch Vergleichbarkeit der schulischen Abschlüsse erhöht werden (Krüger 2015). Sekundär stehen zentrale Abschlussprüfungen im Dienste der Qualitätssicherung schulischer Bildungsprozesse und nehmen eine Kontrollfunktion ein. Die Reform der Reifeprüfung ist somit im Gesamtkonzept der Bildungsstandards als eine

Maßnahme zum Vollzug des Paradigmenwechsels hin zu ergebnisorientierter Outputsteuerung einzuordnen (Hackl 2014). Laut Hackl (2014 S.63) handelt es sich um eine „dritte Standardtestung“ am Ende der 12.Schulstufe. Im Unterschied zu den anderen beiden Standardtestungen ist diese jedoch mit Konsequenzen für den Bildungsverlauf der Lernenden verbunden und somit als *High-Stakes* Testung einzuordnen. In Bezug auf das Anforderungsniveau handelt es sich nicht um Regelstandards, sondern Mindeststandards. Im Kontext der Matura wurde somit eine vielfach geforderte Verschärfung der bisherigen *Low Stakes* Testungen, welche nur geringe Unterrichtswirksamkeit zeigten, eingeführt (Hackl 2014).

Die Standardisierte Reifeprüfung soll nicht nur der individuellen Leistungsbeurteilung dienen, sondern auch als „Motor für die Unterrichtsentwicklung“ wirken (BIFIE 2013, S.6). Krüger (2015) fasst diesen Nutzen zentraler Abschlussprüfungen als Motivationsfunktion zusammen. Schließlich setzt eine erfolgreiche Vorbereitung auf die Standardisierte Reifeprüfung eine Unterrichtsgestaltung voraus, die Bildungsstandards berücksichtigt und für den Kompetenzerwerb förderlich ist (BIFIE 2013). So können über die Einführung zentraler Abschlussprüfungen Innovationen schneller auf der Unterrichtsebene wirksam werden. Die Motivationsfunktion zentraler Abschlussprüfungen ist somit eng mit einer Innovationsfunktion verknüpft (Krüger 2015). Letztere kann am Beispiel naturwissenschaftlicher Bildungsstandards in Österreich verdeutlicht werden. Aufgrund der Ausklammerung der naturwissenschaftlichen Fächer in der offiziellen Verordnung der Bildungsstandards (BMUKK 2009) ist der Unterricht nicht gesetzlich bindend kompetenzorientiert zu gestalten, jedoch wurden durch die Verpflichtung zur Vorgabe einer kompetenzorientierten Aufgabenstellung bei der mündlichen Reifeprüfung in der Sekundarstufe II (BMBF 2014) naturwissenschaftliche Bildungsstandards eingeführt und folglich die Lehrpersonen zu kompetenzorientierter Unterrichtsgestaltung animiert, da diese Lernende optimal auf die Abschlussprüfung vorbereiten wollen.

Das Gesamtmodell der Standardisierten Reifeprüfung besteht aus drei Säulen: vorwissenschaftliche Arbeit, schriftliche Klausuren in ausgewählten Fächern (Deutsch, Mathematik, lebende Fremdsprache) und mündliche Prüfungen, wobei der modulare Aufbau der sieben Teilprüfungen im Detail in Abbildung 4 veranschaulicht wird.

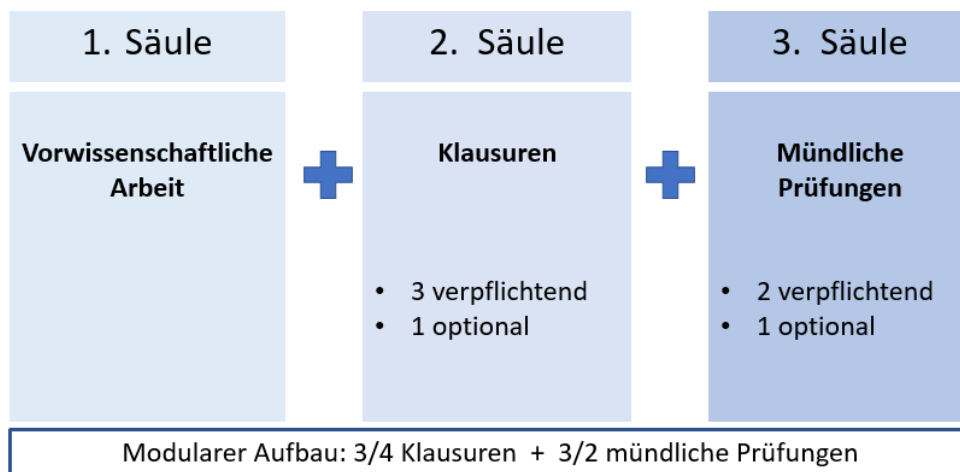


Abbildung 4: Drei-Säulen Modell der Neuen Diplom- und Reifeprüfung (BIFIE 2013, S.3)

Die Klausurarbeiten werden zentral vorgegeben, aber mit Hilfe von standardisierten Beurteilungsrichtlinien von den Lehrpersonen korrigiert (BIFIE 2013). In Realgymnasien ist zudem auch in den naturwissenschaftlichen Fächern eine schriftliche Klausur möglich, wobei diese am Schulstandort erstellt wird (Schiffl 2016a). Die Festlegung der für die mündliche Teilprüfung relevanten Themenbereiche sowie die Entwicklung der kompetenzorientierten Aufgabenstellungen erfolgt am Schulstandort durch die Fachlehrerschaft. Da in der vorliegenden Arbeit mündliche Reifeprüfungsaufgaben analysiert werden, wird die Durchführung dieser dritten Teilprüfung am Beispiel Biologie und Umweltkunde näher erläutert.

2.4.5.2 Die kompetenzorientierte mündliche Reifeprüfung in Biologie

In der Handreichung zur mündlichen kompetenzorientierten Reifeprüfung im Fach Biologie und Umweltkunde finden sich folgenden Angaben zur Gestaltung der Aufgabenstellung. Eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung besteht laut § 29 RPVO aus „voneinander unabhängige[n] Aufgaben mit Anforderungen in den Bereichen der Reproduktions- und Transferleistungen sowie der Bereiche Reflexion und Problemlösen“ (BMBF 2014, S.12). In der Handreichung des Bundesministeriums für Bildung und Frauen (BMBF 2014, S.12) werden die Anforderungsbereiche stichwortartig beschrieben.

- Reproduktionsleistung: fachspezifische Sachverhalte wiedergeben und darstellen, Art des Materials bestimmen, Informationen aus Material entnehmen, Fachtermini verwenden, Arbeitstechniken anwenden, etc.
- Transferleistung: Zusammenhänge erklären, Sachverhalte verknüpfen und einordnen, Materialien analysieren, Sach- und Werturteile unterscheiden
- Reflexion und Problemlösen: Sachverhalte und Probleme erörtern, Hypothesen entwickeln, eigene Urteilsbildung reflektieren

Die drei Handlungsbereiche des Kompetenzmodells (Wissen organisieren, Erkenntnisse gewinnen und Schlussfolgerungen ziehen) scheinen den vorgestellten Anforderungsbereichen der mündlichen Reifeprüfung sehr ähnlich zu sein, jedoch sind sie nicht gleichzusetzen. Eine Reproduktionsleistung ist zum Beispiel tendenziell, aber nicht ausschließlich, im Bereich ‚Wissen organisieren‘ einzuordnen (Schiffl 2016a). Im Leitfaden für die mündliche Reifeprüfung im Fach Biologie und Umweltkunde ist das Kompetenzmodell inkludiert und kann den Lehrpersonen als Orientierungshilfe bei der Erstellung kompetenzorientierter Aufgaben dienen (BMBF 2012).

Die Anzahl der festzulegenden Themenbereiche ist von den Wochenstunden in Biologie und Umweltkunde abhängig. Für jeden Themenbereich sind mindestens zwei kompetenzorientierte Aufgabenstellungen mit gleichwertigem Anspruchsniveau zu erstellen. Die Auswahl des Themenbereichs erfolgt mittels Ziehung zweier Themenbereiche aus dem Themenpool durch den Prüfling, welcher sich anschließend für einen der beiden Themenbereiche entscheidet. Der Fachlehrer wählt eine aus den zu diesem Themenbereich vorbereiteten Aufgabenstellungen aus, die vom Prüfling in einer zwischen zehn und 20 Minuten dauernden mündlichen Prüfung zu bearbeiten ist (BMBF 2014).

Insgesamt war die Einführung von naturwissenschaftlichen Bildungsstandards im Rahmen der neuen Diplom- und Reifeprüfung mit einigen Schwierigkeiten aufgrund des engen zeitlichen Rahmens verbunden. Die für die Handreichungen notwendigen Kompetenzmodelle mussten basierend auf dem empirisch überprüften Modell der 8. Schulstufe unter Zeitdruck entwickelt werden. Aufgabenhefte mit Beispielen für Reifeprüfungsaufgaben wurden ebenfalls verspätet veröffentlicht (Schiffl 2016a), sodass Lehrpersonen wenig Anhaltspunkte bei der Erstellung kompetenzorientierter Prüfungsaufgaben hatten. Um Lehrer und Lehrerinnen an diesem Punkt zu unterstützen, wurde 2013 eine Initiative des Fachdidaktik Zentrums AECC-Bio (Austrian Educational Competence Centre) gestartet mit dem Ziel einen Aufgabenpool mit kompetenzorientierten Reifeprüfungsaufgaben zu erstellen (Wenzl et al. 2016). Lehrpersonen können ihre selbst erstellten kompetenzorientierten Maturaaufgaben inklusive einem Erwartungshorizont einreichen und erhalten Feedback. Nach Überarbeitung der Aufgaben hinsichtlich der Kriterien der Kompetenzorientierung werden diese in einem Dropboxordner gesammelt, zu dem alle beteiligten Lehrpersonen Zugriff erhalten. Die Aufgabensammlung enthält zirka 140 überarbeitete Beispielaufgaben, die die ministeriellen Vorgaben zur Erstellung von Prüfungsaufgaben erfüllen. Sie wurden von insgesamt zirka 100 Lehrpersonen aus ganz Österreich eingereicht (Wenzl et al. 2016).

Zusammenfassend kann für die Naturwissenschaften konstatiert werden, dass die Einführung der Bildungsstandards und der Neuen Diplom- und Reifeprüfung notwendige Impulse zur Weiterentwicklung der Unterrichtsgestaltung setzten, jedoch zusätzlich zu bildungspolitischen

Steuerungshandlungen weitere Unterstützungsmaßnahmen notwendig sind, damit Lehrpersonen an den von PISA aufgedeckten Schwachstellen des naturwissenschaftlichen Unterrichts ansetzen können und die nötige Kompetenz entwickeln, ihren Unterricht im Sinne der Kompetenzorientierung weiterzuentwickeln. Da der Neuen Diplom und Reifeprüfung, wie bereits erwähnt, eine Innovationsfunktion zugeschrieben wird (Krüger 2015), könnte es eine vielversprechende Idee sein, im Rahmen der Unterstützungsmaßnahmen bei der Entwicklung von kompetenzorientierten Maturaaufgaben anzusetzen.

3 Aufgabenkultur in Lern- und Prüfungssituationen

Vor dem Hintergrund der vorliegenden Arbeit dient dieses Kapitel dazu, die theoretische Basis zur Analyse von Aufgaben aufzubereiten sowie den aktuellen Forschungsstand in Bezug auf das Thema ‚Aufgabenkultur in Prüfungsaufgaben sowie im Unterricht‘ zu beleuchten. Zudem werden unterschiedliche fachliche sowie überfachliche Klassifizierungsmöglichkeiten von Aufgaben näher vorgestellt. Hinsichtlich des Fokus der vorliegenden Arbeit auf die kognitive Anforderungsdimension von Prüfungsaufgaben wird in einem späteren Kapitel das Aufgabenmerkmal der kognitiven Anforderung im Detail diskutiert werden.

3.1 Aufgaben und Aufgabenkultur – begriffliche Klärung

Jatzwauk (2007, S.12) vereint in seiner Definition die wesentlichen Elemente, die in vielen Auslegung des Aufgabenbegriffs inbegriffen sind. Laut ihm sind Aufgaben „inhaltsbezogene Denk- und Handlungsaufforderungen“, die in mündlicher und schriftlicher Form erfolgen können. Eine eher engere Auffassung von Aufgaben formuliert Leisen (2006, S.263), indem seine Definition zusätzlich betont, dass das Angebot zum Denken und Handeln mit einer Lerngelegenheit unterschiedlicher Natur in Verbindung steht. Laut ihm sind Aufgaben „professionelle Konstruktionen im Rahmen didaktischer Arrangements mit einer didaktischen Absicht (Lernen, Üben, Wiederholen, Vernetzen, Leisten, ...)“.

Krüger (2015) beruft sich auf das weitere Aufgabenverständnis nach Jatzwauk (2007), aber fügt eine Unterscheidung zwischen einer Sichtstruktur, die formale Aufgabenmerkmale umfasst und einer Sachstruktur, die sich auf inhalts- und prozessbezogene Aufgabenanteile bezieht, hinzu. Die Sichtstruktur, oder auch Oberflächenstruktur, beinhaltet in der Aufgabe konkret erwähnte Konzepte, während die Sachstruktur, oder auch Tiefenstruktur, ein nicht in der Aufgabe beschriebenes Prinzip meint, das zum Lösen der Aufgabe herangezogen werden muss. Zum Beispiel können sich variierende Kontexte, also Aufgabenstellungen mit unterschiedlichen Oberflächenstrukturen, auf die gleiche Tiefenstruktur (ein Beispiel wäre das Prinzip der Stoff- und Energieumwandlung) beziehen (Häußler und Lind 1998).

Im Kontext des aktuellen bildungspolitischen Diskurses wird bei Maßnahmen zur Unterrichtsentwicklung sehr häufig auf den Begriff der Aufgabenkultur verwiesen, jedoch wird

dieser oft unscharf verwendet (Krüger 2015). Krüger (2015, S.23) unterscheidet einerseits eine normative Auffassung von Aufgabenkultur im Sinne einer „Kultivierung eines didaktisch besseren Umgangs mit dem Kulturerzeugnis Aufgabe“. Im Kontext dieser Auslegung sind häufig zu findende Formulierungen wie ‚Weiterentwicklung der Aufgabenkultur‘ oder ‚Neue Aufgabenkultur‘ einzuordnen. Davon ist ein nicht normatives Verständnis, welches unter dem Begriff ein Sichtbarwerden der „Art und Weise der Gestaltung von Aufgaben sowie [...] des Einsatzes von Aufgaben durch beteiligte Akteure“ versteht, abzugrenzen (Krüger 2015, S.25-26). Aufgabenmerkmale zur Darstellung der Aufgabenkultur werden im Detail in einem späterem Kapitel beschrieben.

3.1.1 Aufgabentypologien: Lern- und Prüfungsaufgaben

In der Literatur können je nach didaktischer Funktion unterschiedliche Typen von Aufgaben unterschieden werden, wobei viele Autoren die Zweiteilung in Lernaufgaben und Leistungsaufgaben als grundsätzliche Klassifikation nennen (Leisen 2006; Thonhauser 2008).

Bei Lernaufgaben innerhalb des Unterrichts, unterscheidet Jatzwauk (2007) zwischen Aufforderungen im Unterrichtsgespräch (mündliche Fragen) und Aufgaben in Schülerarbeitsphasen, wobei letzteren eine hohe Lernwirksamkeit zugeschrieben wird. Einerseits sollen Aufgaben Lernprozesse im Sinne des Wissenserwerbs initiieren, andererseits zu einem späteren Zeitpunkt im Bildungsprozess der Sicherung und Anwendung von Wissen dienen. Köster (2008, S.5) unterscheidet in diesem Zusammenhang zwischen „Erarbeitungs- und Übungsaufgaben“. Der Aufgabeneinsatz im Unterricht ist somit nicht auf eine Sozialform oder eine Phase des Lernprozesses beschränkt.

Leistungsaufgaben dienen der „Überprüfung von Wissen und Können“ (Köster 2008, S.3). Leisen (2006, S.260) differenziert hierbei zwischen „Testaufgaben, Diagnoseaufgaben und Evaluationsaufgaben“. Leistungsaufgaben können schulintern erstellt werden, wobei eine große Bandbreite der Leistungsbeurteilung (Portfolios, Referaten, Schularbeiten, ...) existiert, andererseits können Prüfungsaufgaben als Evaluationsaufgaben auch schulextern in Form von zentralen Abschlussprüfungen sowie nationalen und internationalen Vergleichstests konzipiert werden (Krüger 2015).

Nach dieser allgemeinen Einführung zum Aufgabenbegriff wird im weiteren Verlauf die Rolle von Aufgaben im Zusammenhang von aktuellen bildungspolitischen Reformen zusammengefasst.

3.1.2 Die Rolle von Aufgaben im Kontext von Bildungsstandards

Im Rahmen der Konzeption deutschsprachiger Bildungsstandards wurden Aufgabenstellungen als eine wichtige Komponente identifiziert, die Qualitätssicherung durch Bildungsstandards an Schulen ermöglichen. Es wurde bereits festgestellt, dass

Kompetenzmodelle als wissenschaftliche Konstrukte verschiedenartige kognitive Anforderungsdimensionen spezifizieren, die nur beim Lösen von Aufgabenstellungen sichtbar und somit empirisch überprüfbar werden (Klieme et al. 2007). Kompetenzausbildung kann nur aus einer Anwendung von Wissen, die durch den Einsatz von Aufgaben ermöglicht wird, resultieren (Ziegler et al. 2012). Lernende sind nicht per se kompetent, sondern Kompetenzerwerb kann nur in einer spezifischen Aufgabensituation stattfinden. Kompetenzorientierter Unterricht muss somit aufgabenorientiert gestaltet sein.

Aus Sicht der Lehrperson sind Aufgaben ein „Handwerkszeug“ für ein qualitätsvolles didaktisches Handeln (Maier 2016, S.6). Einerseits können Bildungsstandards für die Durchführung des Unterrichts berücksichtigt werden, indem diese abstrakten Bildungsziele in Form von Beispielaufgaben (vgl. Aufgabenpool für Naturwissenschaften (Weiglhofer und Venus-Wagner 2010)) zur Anwendung im Unterricht aufbereitet werden. Andererseits können mithilfe von Aufgabenstellungen die Ergebnisse von Lernprozessen im Hinblick auf das Erreichen von Bildungszielen getestet werden (Klieme et al. 2007). Bei Prüfungsaufgaben dieser Art handelt es sich um schulextern gestellte nationale Vergleichstests, die die Grundlage für die Umsetzung der System-Monitor Funktion der Bildungsstandards darstellen oder sogenannte Diagnoseaufgaben, die Lehrpersonen mit einem Instrument ausstatten, den Kompetenzerwerb der Schüler und Schülerinnen lokal verfolgen zu können (Schiffl 2016b)). Ergebnisse dieser beiden Formen der Kompetenzmessung sollen die Weiterentwicklung des Unterrichts erleichtern.

Ein Hauptaugenmerk der Qualitätssicherung des Unterrichts wird auf die Weiterentwicklung der Aufgabenkultur gelegt. Somit ist die Kenntnis von lernförderlichen Qualitätskriterien der sogenannten neuen Aufgabenkultur für Lehrpersonen unverzichtbar. Es soll nun die Frage beantwortet werden, wie die vielerorts geforderte, neue Aufgabenkultur in der konkreten Umsetzung aussehen soll.

3.1.3 Qualitätskriterien zur Weiterentwicklung der Aufgabenkultur

Durch eine Weiterentwicklung der Aufgabenkultur können Auswirkungen auf die Unterrichtskultur und somit auf die Lernkultur erreicht werden. Die Lernwirksamkeit dieser Unterrichtselemente wird folgendermaßen beschrieben: Kompetenzorientierte „Aufgaben sind kognitive Anforderungen an Schüler und Schülerinnen, die bei idealer Passung mit den Lernvoraussetzungen zu einer aktiven Auseinandersetzung mit dem zu erlernenden Wissen führen können“ (Maier 2016, S.6). In dieser Definition sind kognitivistische Ansätze von Lerntheorien, mit Fokus auf den Ablauf kognitiver Prozesse im Gedächtnis, und konstruktivistische Ansätze, die eine selbstständige Auseinandersetzung mit einer neuartigen Situation und folglich eine eigenständige Weiterentwicklung der kognitiven Strukturen in das Zentrum stellen, vereint (Wagner und Huber 2015).

Vor dem Hintergrund kognitivistischer und konstruktivistischer Lerntheorien sind folgende Aufgabenmerkmale für eine kognitive Aktivierung sowie selbsttätige Auseinandersetzung mit Problemsituationen lernförderlich: *Offenheit* der Aufgabengestaltung fördert Problemlösefähigkeit und eigenständige Wissenskonstruktion, indem unterschiedliche Herangehensweisen und somit individuelle Lernwege ermöglicht werden. Zusätzlich zur Offenheit können *Variationen* in der Aufgabengestaltung individuellen Lernvoraussetzungen entgegenkommen und jedem Lernenden eine optimale Lerngelegenheit bieten. *Kontextualisierung* führt zu nachhaltigem Lernen durch Verbinden von Fachwissen mit lebensweltlichen Anwendungssituationen und dem *Vorwissen* der Schüler und Schülerinnen. Daraus resultiert ein erforderliches *Vernetzen von Wissen*, wodurch komplexe Wissensstrukturen gebildet werden und Konzepte in ihrer Gesamtheit erfasst werden. Kognitiv-aktivierende Aufgaben erfordern durch Kontextualisierung eine *Transferleistung*, indem Wissensinhalte in einer konkreten Situation angewendet werden. Zudem stellt die Situierung einer Aufgabe in einem lebensweltlichen Zusammenhang einen Interessensbezug für Lernende dar. (Krüger 2015; Leisen 2005; Kleinknecht 2011).

Aufgaben, die die vorgestellten Qualitätsmerkmale erfüllen, stellen aus Sicht der Schüler und Schülerinnen optimale Lerngelegenheiten dar. Eine Weiterentwicklung der Aufgabenqualität erfordert zusätzlich einen gezielten Einsatz von Aufgaben zur Steuerung der Unterrichtsgestaltung (Krüger 2015). Aufgaben sollen nicht nur in der Übungsphase, sondern zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Lernprozesses Verwendung finden. Dadurch wird die Unterrichtsentwicklung, die traditionell in der Form eines „Frage-Antwort-Spiels“ choreographiert wurde, durch selbstständige, schülerzentrierte Erarbeitungsphasen abgelöst, die eine höhere kognitive Aktivierung ermöglichen (Leisen 2003, S.116).

Im folgenden Kapitel wird der aktuelle Forschungsstand zur Aufgabenkultur im naturwissenschaftlichen Unterricht und speziell im Biologieunterricht präsentiert.

3.2 Aktueller Forschungsstand zur Aufgabenkultur im Biologieunterricht

3.2.1 Forschungsstand I: Merkmale zur Erfassung der Aufgabenkultur

Um die Qualität von Lern- und Prüfungsaufgaben beurteilen zu können, wurden von verschiedensten Autoren Kategoriensysteme entwickelt, die der Erfassung von Aufgabenmerkmalen und des Aufgabeneinsatzes dienen sollen. Die vorgestellten Kategoriensysteme unterscheiden sich im Umfang und in ihrer Auswahl der zu untersuchenden Kategorien, beziehungsweise in den jeweiligen konkreten Ausprägungen der Kategorien. Zudem entwerfen Autoren entweder fächerübergreifende Taxonomien (Maier et al. 2010), übergreifende Kategoriensysteme für die Naturwissenschaften (Kühn 2010) oder

beziehen sich speziell auf die jeweiligen Fächer wie Mathematik (Neubrand 2002; Blömeke et al. 2006) oder Biologie (Jatzwauk 2007; Krüger 2015; Florian et al. 2015). Kategoriensysteme dienen entweder der Erfassung von Lernaufgaben (Jatzwauk 2007; Blömeke et al. 2006; Neubrand 2002; Maier et al. 2010) oder Prüfungsaufgaben (Krüger 2015; Kühn 2010; Eberle et al. 2008).

Krüger (2015) unterscheidet bei der Aufgabenanalyse zwischen Gliederungs-, Sicht- sowie Sachstruktur. Die Gliederungsstruktur einer Aufgabe gibt einen Überblick über die verschiedenen übergeordneten Analyseeinheiten einer Aufgabe. Kühn (2010) differenziert zwischen folgenden unterschiedlichen Analysekategorien: Prüfungsaufgabe, Aufgabe, Teilaufgabe und Operatoraufgabe. Eine Prüfungsaufgabe umfasst alles, was dem Schüler oder der Schülerin bei der Prüfung vorgelegt wird. Sie besteht in der Regel aus mehreren Aufgaben, die mit einer fortlaufenden Nummer versehen werden (1.,2.). Jede Aufgabe kann wieder in einzelne Teilaufgaben untergliedert sein, welche zum Beispiel mit der Bezeichnung 1.1, 1.2. oder a), b) versehen werden können. Die Operatoraufgabe definiert Kühn (2010) nach Jatzwauk (2007, S.85) als „jede inhaltsbezogene Denk- und Handlungsaufforderung, die genau einen eigenständigen Operator oder eine einem eigenständigen Operator äquivalente Formulierung enthält“. Sie wird von vielen Autoren als Analyseeinheit verwendet (Jatzwauk 2007; Krüger 2015; Kühn 2010).

In der folgenden Tabelle 1 wird repräsentativ das Kategoriensystem von Maier et al. (2010) vorgestellt, da es das einzige mit überfachlichem Anwendungsanspruch ist. Es erfasst sowohl Kategorien der Sicht- als auch Sachstruktur von Aufgaben. In der ersten Spalte werden die Kategorien genannt und in der zweiten Spalte die jeweiligen Ausprägungen beschrieben. In der dritten Spalte sind exemplarisch Autoren, die die jeweilige Kategorie ebenfalls verwenden und, gegebenenfalls, deren Benennung dieser Kategorie aufgezählt. Am Ende der Tabelle werden weitere, häufig verwendete Kategorien, die jedoch nicht in der Taxonomie nach Maier et al. (2010) enthalten sind, aufgeführt.

Tabelle 1: Übersicht verschiedener Aufgabenmerkmale

Kategorien nach Maier et al. (2010)	Ausprägungen nach Maier et al. (2010)	Autoren (exemplarisch)
Wissensart	Fakten – Prozeduren – Konzepte - Metakognition	(Krüger 2015; Neubrand 2002)
Kognitiver Prozess⁵	Reproduktion – naher Transfer – weiter Transfer – Problemlösen (siehe im Detail Kapitel 2.3.3)	Niveau des kognitiven Prozesses (Jatzwauk 2007), kognitive Anforderungen (Krüger 2015; Florian et al. 2015; Blömeke et al. 2006), kognitiver Anspruch (Neubrand 2002), Anforderungsbereiche (Kühn 2010)
Wissenseinheiten (WE)	1 WE – bis zu 4 WE – mehr als 4WE	(Neubrand 2002)
Offenheit	Divergent - konvergent, definiert - ungenau	(Kühn 2010; Krüger 2015; Blömeke et al. 2006)
Lebensweltbezug	Keiner – Konstruiert – authentisch - real	Kontextualisierung (Krüger 2015), Kontext (Neubrand 2002), Anwendungsbezug (Kühn 2010), Repräsentation authentischer Situation (Blömeke et al. 2006)
Sprachlogische Komplexität	Niedrig – mittel - hoch	(Blömeke et al., 2006)
Repräsentationsformen des Wissens	Eine – Integration - Transformation	
Sonstige Kategorien (abweichend von (Maier et al. 2010))		
Antwortformat	(Krüger 2015; Kühn 2010; Jatzwauk 2007)	
Inhaltliche Einordnung	(Krüger 2015; Kühn 2010; Florian et al. 2015; Neubrand 2002)	
curriculare Validität	(Kühn 2010)	
fachspezifische Kompetenzen	(Krüger 2015; Jatzwauk 2007; Kühn 2010)	
Integration in den Unterricht	(Jatzwauk 2007)	
Darstellungsform	(Krüger 2015; Florian et al. 2015),	
Aufgabenart	(Kühn 2010),	
Sozialform	(Blömeke et al. 2006; Jatzwauk 2007)	

Da in der vorliegenden Arbeit die kognitive Anforderungsdimension von Prüfungsaufgaben einen zentralen Forschungsschwerpunkt bildet, wird im folgenden Kapitel das Aufgabenmerkmal ‚kognitive Anforderungsdimension‘ im Detail diskutiert.

3.2.2 Forschungsstand II: Kognitive Anforderungsdimensionen von Aufgaben

Ein Hauptaugenmerk der Weiterentwicklung der Prüfungsaufgabenkultur liegt auf dem Übergang von Reproduktionsaufgaben zu Transferaufgaben. Diese beiden kognitiven Anforderungsdimensionen werden im Folgenden vor dem Hintergrund schulischer

⁵ In der vorliegenden Arbeit werden die Bezeichnungen kognitive Anforderungsdimension oder Anforderungsniveau gewählt.

Bildungsziele diskutiert, bevor näher auf mögliche Kategorisierungen der kognitiven Anforderungsdimensionen eingegangen wird.

3.2.2.1 Wissensreproduktion durch mentales Einprägen

Vor Einführung der Bildungsstandards stand im Schulsystem Inputorientierung, also die durch die Lehrpläne vorgegebene Vermittlung von Inhalten, im Zentrum, welche in die disziplinäre Dimension von schulischem Lernen nach Csapó (2010) einzuordnen ist. Das daraus resultierende Fachwissen wurde in Prüfungssituationen durch Aufgaben, die zum Reproduzieren von fachlichen Inhalten anregen, überprüft.

Häufig liegt dem Reproduzieren von Wissen ein Lernprozess des Auswendiglernens zu Grunde, welcher nicht zwingend mit nachhaltigem Verstehen im Sinne des bedeutungsvollen Lernens gleichzusetzen ist. Laut Hackl (2014, S.68) „tut [der Schüler/die Schülerin] nichts anderes, als die krisenhafte Strukturtransformation im eigenen Denken zu vermeiden und die Aneignung des Neuen an eine immer gleiche, gewohnte und mehr oder minder bewährte Bewältigungsstrategie zu assimilieren.“ Der Schüler oder die Schülerin eignet sich Wissen als „immer gleich zu kopierende und im Gedächtnis abzulegende Vorlagen“ an. Es handelt sich somit um einen Prozess des mentalen Einprägens. Der Schüler oder die Schülerin kann eine Prüfungssituation nur bewältigen, wenn die Prüfungssituation nicht vom Kontext des Lernens abweicht (Csapó 2010), was bedeutet, dass eine Wiedergabe in der Form, in der das Wissen abgespeichert wurde, gefordert wird.

Laut Maier et al. (2010) ist der kognitive Prozess der Reproduktion nicht auf Faktenwissen zu begrenzen, sondern kann sich auf verschiedene Wissensarten beziehen. Zum Beispiel kann sogar prozedurales Wissen reproduziert werden, wenn gefordert wird, den Ablauf eines bestimmten Experiments wiederzugeben. Auch wenn Hackl (2014) betont, dass Reproduzieren ein kognitiver Prozess von geringem Anforderungsniveau ist, so kann jedoch die Einschätzung des Anforderungsniveaus nicht einfach allgemein getroffen werden. Die Komplexität von Reproduktion variiert je nach Wissensart, Umfang des Wissens und Zeitraum, der zwischen Aneignung und Wiedergabe des Wissens liegt. Zum Beispiel ist eine Reproduktion von einzelner Faktenwissen nicht mit dem Wiedergeben von komplexen Abläufen gleichzusetzen. insgesamt ist eine Beschränkung auf die kognitive Anforderungsdimension ‚Reproduktion‘ nicht ausreichend, da so weitere wichtige kognitive Anforderungsdimensionen von schulischem Lernen ausgeblendet werden.

Würde sich das schulische Bildungsziel nur auf die disziplinäre Dimension beschränken, so wäre es ausreichend, zu beurteilen, ob der Lernende sich Fachinhalte über einen längeren Zeitraum hinweg mental einprägen kann und diese in der Prüfungssituation korrekt wiedergeben kann (Anderson und Krathwohl 2001). Jedoch wird dadurch das Bildungsziel der sozialen und kulturellen Anwendung von schulischem Lernen vernachlässigt (Csapó 2010).

Durch ausschließliches Reproduzieren wird kein „welterschließendes und handlungsermächtigendes Potenzial“ erlangt (Hackl 2014, S.68). Damit ist gemeint, dass, wenn schulisches Lernen nicht über das Reproduzieren von Wissen hinausgeht, komplexe und unvorhersehbare kognitive Anforderungen, die das reale Leben an Individuen stellt, nur sehr unwahrscheinlich erfolgreich bewältigt werden können. Lernende müssen über die notwendigen kognitiven Strukturen verfügen, die ihnen ermöglichen, das angeeignete Wissen je nach Situation flexibel anwenden zu können.

Im Folgenden wird erläutert, inwiefern der Prozess des Wissenstransfers aus lerntheoretischer Sicht gegenüber der Wissensreproduktion ein höheres kognitives Aktivierungspotential an Lernende stellt.

3.2.2.2 Transfer als Wissenskonstruktion

Im Gegensatz zum Auswendiglernen liegt dem Wissenstransfer bedeutsames Lernen („meaningful learning“) zu Grunde (Anderson und Krathwohl 2001, S.65). Anderson und Krathwohl (2001, S.63, Hervorhebung im Original) beschreiben den Unterschied folgendermaßen: „[R]etention requires that students *remember* what they have learned, whereas transfer requires not only to remember but also to *make sense of and be able to use* what they have learned“. Diese beiden kognitiven Prozesse unterscheiden sich somit in den zu Grunde liegenden lerntheoretischen Ansätzen. Vor dem Hintergrund kognitivistischer Lerntheorien, die kognitiven Prozesse im Gedächtnis des Lernenden in das Zentrum des Interesses stellen (Wagner und Huber 2015), ist Auswendiglernen ein Wissenserwerb („*knowledge acquisition*“) durch Hinzufügen von kognitiven Strukturen im Gedächtnis (Anderson und Krathwohl 2001, S.65). Der konstruktivistische Ansatz hingegen betont bedeutsames Lernen durch aktive Wissenskonstruktion („*knowledge construction*“) (Anderson und Krathwohl 2001, S.65). Dabei entwickelt der Lernende im Prozess der individuellen Wissenskonstruktion eigenständig bereits existierende kognitive Strukturen weiter. Lernen geht über das bloße Ausbilden von kognitiven Strukturen hinaus, indem Wissen mental integriert und organisiert wird. Der präsentierte Input wird mit bereits existierendem Wissen abgeglichen und aktiv nach relevanten Informationen gefiltert (Anderson und Krathwohl 2001; Wagner und Huber 2015). Laut Anderson und Krathwohl (2001) ist bedeutsames Lernen unverzichtbar, da Lernende dadurch kognitive Prozesse trainieren, die über das Reproduzieren von Wissen hinausgehen und schließlich zum erfolgreichen Lösen von Problemstellungen herangezogen werden können.

In der Praxis kann dieses hohe Maß an kognitiver Aktivierung durch gezielte Variation des Anforderungsniveaus von Lernaufgaben bewirkt werden. Eine kognitiv aktivierende Lernaufgabe sollte kognitive Anforderungen an den Lernenden stellen, die etwas über den individuell vorhandenen kognitiven Fähigkeiten liegen, aber für den Lernenden noch zu

bewältigen sind. Dadurch wird ein progressiver Erwerb von komplexeren, kognitiven Fähigkeiten erzielt (Wagner und Huber 2015).

Zudem gibt es unterschiedliche Ausprägungen von kognitiven Anforderungsdimensionen, welche in Stufenmodellen, sogenannten Lernzieltaxonomien, veranschaulicht werden können.

3.2.2.3 Taxonomien der kognitiven Anforderungsdimensionen im Vergleich

Ein sehr prominentes Modell kognitiver Anforderungsdimensionen ist die Bloomsche Lernzieltaxonomie, welche 2001 durch Anderson und Krathwohl (2001) revidiert wurde. Sie besteht aus einer Wissensdimension, (mit den vier Unterkategorien Faktenwissen, prozedurales Wissen, konzeptionelles Wissen und metakognitives Wissen) und einer kognitiven Anforderungsdimension (Anderson und Krathwohl 2001). Die einzelnen Stufen der kognitiven Anforderungsdimension sind in Abbildung 5 dargestellt. Die unteren Stufen sind jeweils in den darüberliegenden integriert. Zum Beispiel erfordern viele Aufgaben zusätzlich, aber nicht ausschließlich, das Reproduzieren von Wissen. In den Beschreibungen der einzelnen Stufen wird deutlich, dass jeweils für die Ausführung der übergeordneten kognitiven Anforderungsdimensionen wiederum eine Integration verschiedener untergeordneter kognitiver Anforderungsdimensionen notwendig ist (Anderson und Krathwohl 2001).

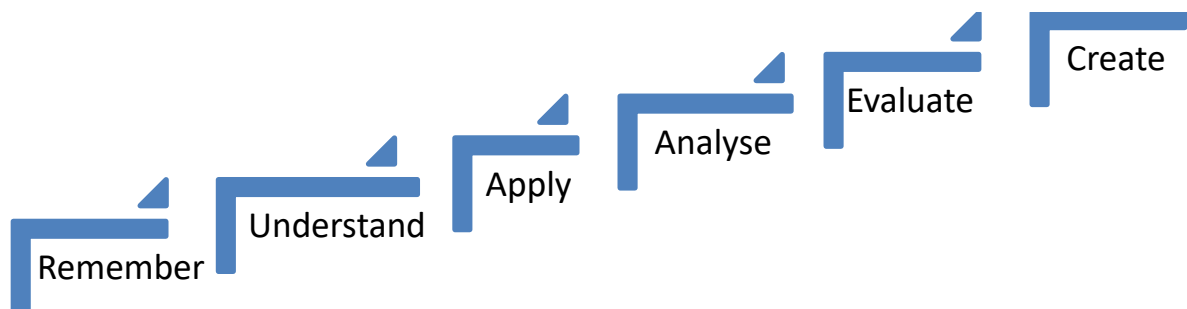


Abbildung 5: Stufenmodell der kognitiven Anforderungsdimension der Bloomschen Lernzieltaxonomie (abgeändert nach Anderson und Krathwohl 2001, S.67-68)

Die erste Stufe *Erinnern* umfasst den Abruf von Wissen in der Form, in der es gelernt wurde (Anderson und Krathwohl 2001). Laut Anderson und Krathwohl (2001, S.69) umfasst Reproduktion den Prozess des Erkennens („*recognize or identify*“), wobei der Abgleich von Wissen aus dem Gedächtnis mit dem präsentierten Material gemeint ist. Ein Beispiel hierfür wäre, zu erkennen, ob eine Information korrekt, inkorrekt oder nicht vorhanden ist. Zusätzlich kann das Wiedergeben („*recall*“) von relevantem Wissen verlangt sein (Anderson und Krathwohl 2001, S.69). Sobald der Abruf des Wissens jedoch zu einer Umorganisation des Wissens in irgendeiner Form führt, geht dieser kognitiver Prozess über bloßes Abrufen hinaus.

Das zweite Lernziel, das speziell im Unterrichtskontext vermehrt gefordert wird, umfasst *Verstehen* von vorgetragenen oder präsentierten Inhalten in unterschiedlichen Darstellungsformen. Folgende kognitive Prozesse werden zum Beispiel dieser Stufe

zugeordnet: interpretieren, ein Beispiel geben, kategorisieren, zusammenfassen, Zusammenhänge erkennen, vergleichen (Anderson und Krathwohl 2001).

Für die nächste Stufe ist das Lernziel der Prozess des *Anwendens*, welcher sich in bekannten Situationen sowie in unbekannten Situationen vollziehen kann. Beim Anwenden in vertrauten Kontexten handelt es sich laut Anderson und Krathwohl (2001, S.77) um Übungen („*exercises*“), bei denen dem Lernenden aufgrund von Routine bewusst ist, welches prozedurale Wissen zur Anwendung kommen soll. Ein typisches Beispiel wäre ein Mathematikbeispiel, das dem Lernenden aufgrund vorheriger Übungsbeispiele bekannt ist, jedoch andere Zahlen verwendet werden. Beim Anwenden in unbekannten Situationen handelt es sich im Problemstellungen, bei denen zum Lösen vorhandenes, prozedurales Wissen modifiziert werden muss und ein Lösungsweg nicht nur durch bloßes Ausüben („*executing*“), sondern durch Verstehen des Problems („*implementing*“) entwickelt wird (Anderson und Krathwohl 2001, S.77). Dadurch sind die kognitiven Anforderungsdimensionen Verstehen und Kreieren ebenfalls involviert.

Beim Prozess des *Analysierens* ist es erforderlich, präsentiertes Material in Bestandteile zu zerlegen und deren Beziehung zueinander zu erkennen. Dabei sind die kognitiven Prozesse organisieren, unterscheiden und zuordnen („*organize*“, „*differentiate*“, „*attribute*“) miteinbezogen (Anderson und Krathwohl 2001, S.79). Laut Anderson und Krathwohl (2001) handelt es sich bei diesen Anforderungsdimensionen um eine Ausweitung des Verstehens oder auch um eine Voraussetzung für das Beurteilen oder das Kreieren. Besonders die Dimensionen ‚Verstehen‘, ‚Analysieren‘ und ‚Beurteilen‘ sind in Aufgaben oft untrennbar miteinander verknüpft.

Bei der Anforderungsdimension *Beurteilen* ist vom Lernenden gefordert, nach bestimmten Kriterien Entscheidungen zu treffen. Dabei kann zum Beispiel das kritische Betrachten und Abwägen von Vor- und Nachteilen involviert sein (Anderson und Krathwohl 2001).

Die letzte Stufe *Kreieren* verlangt vom Lernenden, bereits vorhandene kognitive Strukturen sowie vorhandenes Material zu kombinieren oder umzuordnen, sodass ein neues, kreatives „Produkt“ entsteht (Anderson und Krathwohl 200, S.851). Bei dieser Anforderungsdimension werden zuerst mögliche Lösungen zu einem Problem durchgedacht („*generate*“), wobei einer dieser Lösungswege in einen Plan verwandelt wird („*plan*“), welcher schließlich in die Praxis umgesetzt wird („*produce*“) (Anderson und Krathwohl 2001, S.86). Im Vergleich zur Anforderungsdimension ‚Verstehen‘ ist das Kreieren häufig durch divergente Lösungswege charakterisiert (Anderson und Krathwohl 2001).

Während zuvor kognitive Anforderungsdimensionen einzeln und jeweils „dekontextualisiert“, also unabhängig von der miteinbezogenen Wissensart, erläutert wurden, ist in der Praxis diese

Differenzierung nicht so einfach vorzunehmen (Anderson und Krathwohl 2001, S.89). Die meisten Aufgaben erfordern eine Integration von mehreren kognitiven Anforderungsdimensionen sowie Wissensarten, sodass eine eindeutige Zuordnung oft nicht möglich ist. Jedoch liegt der Hauptaugenmerk auf der Bloomschen Lernzieltaxonomie darauf, Lehrpersonen eine Idee zu vermitteln, wie Aufgaben in ihrer kognitiven Anforderungsdimension über das Niveau des Erinnerns hinaus erweitert werden können (Anderson und Krathwohl 2001).

Eine weitere Möglichkeit der Modellierung von kognitiven Lernzielen wurde von Marzano und Kendall (2008) beschrieben. Grundsätzlich werden bei der ersten Dimension die drei Wissensdomänen Information oder deklaratives Wissen, mentale Prozeduren oder prozedurales Wissen sowie physisch-motorische Prozeduren unterschieden. Letzteres umfasst das Ausführen von bestimmten Bewegungsabläufen, wie zum Beispiel das Erstellen eines Mikroskopiepräparats. In der Bloomschen Lernzieltaxonomie wird nicht zwischen mentalen und physisch-motorischen Prozeduren differenziert, sondern diese werden in eine Kategorie, genannt Prozeduren, zusammengefasst. Gerade in den Naturwissenschaften nimmt das praktische Ausführen von Experimenten jedoch einen zentralen Stellenwert ein, wobei physisch-motofische Prozeduren eine Rolle spielen und von mentalem Prozedurwissen („how-to“) zu unterscheiden sind (Marzano und Kendall 2008, S.12).

Bei der zweiten Dimension der Taxonomie nach Marzano und Kendall (2008, S.16) werden vier Ebenen des kognitiven Systems unterschieden: *Retrieval – Comprehension – Analysis – Knowledge Utilization*, wobei drei dieser Stufen auch bei (Anderson und Krathwohl 2001) vorkommen. Zudem unterscheidet sich diese Variante der Kategorisierung auch in den jeweils zugeteilten, untergeordneten kognitiven Anforderungsdimensionen. Bei der ersten Ebene ‚Abrufen‘ wird ebenfalls zwischen Erkennen und Abrufen unterschieden. Eine Prozedur abrufen kann einerseits das Wiedergeben der, der Prozedur zugrunde liegenden Information erfordern oder andererseits das tatsächliche Ausüben der mentalen oder physisch-motorischen Prozedur („*executing*“) meinen (Marzano und Kendall 2008, S.37). Auch wenn Abrufen generell das niedrigste Anforderungsniveau ist, so repräsentiert das Abrufen einer Prozedur im Sinne des Ausübens laut Marzano und Kendall (2008) häufig eine der höchsten Anforderungen für Lernende.

Weiters unterteilen Marzano und Kendall (2009, S.17) die Ebene des *Verstehens* in die untergeordneten Anforderungsdimensionen „integrieren“, womit das Erkennen einer Hauptaussage gemeint ist, und „symbolisieren“. Das Umwandeln einer Information in eine andere Darstellungsweise, zum Beispiel das Anfertigen einer Skizze, geht somit laut Marzano und Kendall (2008) über bloßes Abrufen von Informationen hinaus und setzt die Anforderungsdimension des Verstehens voraus. Bei der Anforderungsdimension des

Analysierens wird Wissen generiert, das in dieser Form noch nicht im Gedächtnis des Lernenden vorhanden ist. Zum Beispiel würden Vergleiche, die das Identifizieren von Gemeinsamkeiten oder Unterschiede inkludieren, hier einzuordnen sein. Ebenfalls würde laut Marzano und Kendall (2008, S.19) das Anführen von weiteren Anwendungsmöglichkeiten eines allgemeinen Prinzips, genannt „Spezifizieren“, darunterfallen.

Wissensanwendung wird in die vier Unterkategorien ,Entscheidungen treffen, Problem lösen, Experimentieren (Hypothesen erstellen und testen) und Untersuchen von zum Beispiel kontroversen Aspekten eines Phänomens, wobei hier verschiedene Ideen zu einem neuen, eigenen Argument kombiniert werden (Marzano und Kendall 2008).

Das fachübergreifende Kategoriensystem nach Maier et al. (2010) stützt sich im Bereich der kognitiven Anforderungsdimension, wie viele andere Taxonomien, auf die Lernzieltaxonomie nach Bloom. Jedoch kritisieren Maier et al. (2010) diese revidierte Lernzieltaxonomie nach Bloom aufgrund der aufeinander aufbauenden Stufung der einzelnen Anforderungsdimensionen. Laut Maier et al. (2010) kann zum Beispiel bei der Anforderungsdimension des Verstehens die Komplexität je nach Eigenschaften der vorgetragenen Inhalte stark variieren. Maier et al. (2010) übernehmen die Stufen ,Erinnern‘ und ,Anwenden‘ als Reproduktion und Transfer in das Kategoriensystem. Bei letzterem unterscheiden sie, wie Anderson und Krathwohl (2001), je nach Bekanntheitsgrad der Anwendungssituation zwischen einem nahem und einem weiten Transfer. Bei nahem Transfer unterscheidet sich die „Aufgabensituation nur geringfügig von bereits bekannten oder geübten Aufgaben bzw. von der Lernsituation“, während bei weitem Transfer die „Anwendung von Wissen in einer neuen, unbekannten Situation“ verlangt ist (Maier et al. 2010, S.87). Die letzten beiden Stufen nach Anderson und Krathwohl (2001) werden zu Kreativem Problemlösen zusammengefasst. Beim Transfer ist das Wissen in der Form, in der es gefordert wird, bereits vorhanden, während beim Kreativen Problemlösen, neues Wissen geschaffen werden soll (Maier et al. 2010).

Das Modell von Krüger (2015) ist sehr ähnlich, jedoch inkludiert er den Prozess des Verstehens in sein dreigliedriges Modell der kognitiven Anforderungsdimension, aber unterscheidet nicht zwischen verschiedenen Anwendungssituationen. Die erste Kategorie umfasst Erinnern und Verstehen, die zweite Anwenden und die letzte Problemlösen. Diese Taxonomie ist eng angelehnt an die Prüfungsverordnung für die zentrale Abschlussprüfung in Biologie in Deutschland. Darin werden drei Anforderungsbereiche (AFB) für das kognitive Niveau festgehalten: Reproduktion (AFB I), Anwendung (AFB II) und Transfer (AFB III). Anwendung sieht in der Biologie das Übertragen auf „vergleichbare neuartige Fragestellungen“ und Transfer das „problembezogene Anwenden und Übertragen bekannter Sachverhalte und Fachmethoden in neuartigen Situationen“ vor (Kühn 2010, S.287). Kühn

(2010) übernimmt für ihre Kategorisierung die Anforderungsbereiche nach der einheitlichen Prüfungsordnung.

Im Kontrast zu den bisher vorgestellten Taxonomien definiert Jatzwauk (2007) folgende Ausprägungen der kognitiven Anforderungskategorie von Lernaufgaben: (1) Sensumotorisch – (2) Rezipieren – (3) Rezipieren und Darstellen ohne Transformation – (4) Rezipieren und Darstellen mit Transformation – (5) Reproduzieren – (6) Konvergentes Denken – (7) Divergentes Denken, Bewerten. Die erste Ausprägung „Sensumotorisch“ stellt eine Gemeinsamkeit mit Marzano und Kendall (2008) dar, welche ebenfalls physisch-motorische Prozeduren im Kategoriensystem eine eigene Kategorie einräumen. Da es sich hierbei um eine Taxonomie von Lernaufgaben handelt, ist der Prozess des Rezipierens, also das Aufnehmen von Informationen im Lernprozess, auch enthalten, jedoch ist dieser Prozess bei Prüfungsaufgaben beinahe nie gefordert. In seltenen Fällen könnten Prüflinge aufgefordert werden, einen bisher unbekannten Text zu lesen und die Hauptaussagen festzuhalten. Jatzwauk (2007) wählt bei den weiteren Stufen ebenfalls einen anderen Weg der Kategorisierung, indem bei ihm die Anzahl der Lösungswege (konvergent vs. divergent) im Vordergrund steht. Zudem wird die kognitive Prozessdimension noch mit dem Antwortformat der Aufgabe kombiniert, um die Komplexität von Aufgaben zu bestimmen.⁶

Auch wenn sich die einzelnen Taxonomien im Detail unterscheiden, so inkludieren sie alle eine Stufe des Wiedergebens im Sinne der Reproduktion und mehrere Prozessdimensionen, die das Umorganisieren und Anwenden von Wissen verlangen. Mit einem Blick auf diese Kategorisierungen von kognitiven Anforderungsdimensionen wird deutlich, dass viele Möglichkeiten existieren, Aufgaben so zu gestalten, dass der Schüler oder die Schülerin nicht nur das Gelernte auswendig aufsagen muss. Es stellt sich nun die Frage, ob Lehrpersonen diese Möglichkeiten tatsächlich bei der Ausgabengestaltung umsetzen, sodass die gegenwärtige Aufgabenkultur über ein disziplinäres Bildungsverständnis hinausgehen würde. Um diese Frage zu beantworten, wird im Anschluss der aktuelle Forschungsstand in Hinblick auf die Aufgabenkultur im Unterricht und bei schulbasierten Abschlussprüfungen in den Naturwissenschaften näher beleuchtet, wobei die kognitiven Anforderungen, die Aufgaben an Lernende stellen, im Fokus stehen.

3.2.3 Forschungsstand III: Empirische Untersuchungen zur Aufgabenqualität im Unterricht und bei Abschlussprüfungen

Die Ergebnisse der PISA-Testungen zeigten, dass Schüler und Schülerinnen im deutschsprachigen Raum Schwierigkeiten haben, komplexe Aufgabenstellungen, die Anwendung von Wissen erfordern, zu lösen. Deswegen wird vermutet, dass im

⁶ Für genauere Definitionen der einzelnen Kategorien siehe Jatzwauk (2007).

naturwissenschaftlichen Unterricht Aufgaben dieser Art nur eine untergeordnete Rolle spielen (Lembens et al. 2009b). Im Vergleich zum Physik- und Mathematikunterricht liegen zum Aufgabeneinsatz im Biologieunterricht laut Jatzwauk (2007) jedoch nur wenige empirische Untersuchungen vor. Im Zuge einer Analyse von 45 Klassen in der 9. gymnasialen Schulstufe in Nordrhein-Westfalen durch Jatzwauk (2007) konnte festgestellt werden, dass im Biologieunterricht die Bearbeitung von Aufgaben in Schülerarbeitsphasen eine wichtige Rolle spielt und zwei Drittel der Unterrichtszeit einnimmt. Jedoch stellten die eingesetzten Aufgaben nur selten hohe kognitive Anforderungen an Lernende, da divergentes Denken nur in wenigen Fällen erfordert wurde. In Bezug auf die Lernwirksamkeit konnte gezeigt werden, dass besonders bei geringem vorhandenem Vorwissen der Einsatz von Aufgaben zu einem Lernzuwachs führte. Hinsichtlich der Integration von Aufgaben in der Unterrichtsgestaltung konnte gezeigt werden, dass Aufgaben am häufigsten zum Zweck der Übung, Wiederholung und Entwicklung von Routine eingesetzt werden (Jatzwauk 2007). Weiters konnten ähnliche Ergebnisse über den Aufgabeneinsatz im Biologieunterricht im Rahmen des Forschungsprojektes ‚Aufgabenkultur in der Hauptschule‘ durch Kleinknecht (2011), welches jedoch 40 Stunden in unterschiedlichen Schulfächern untersuchte, erzielt werden. Transferaufgaben und Problemlöseaufgaben im Sinne komplexer kognitiver Anforderungen waren hierbei ebenfalls unterrepräsentiert vertreten. Eine Analyse des Lehrerhandelns zeigte, dass Elemente der Unterrichtsgestaltung, die kognitive Aktivierung begünstigen, insgesamt von Lehrpersonen zu wenig forciert wurden (Kleinknecht 2011).

Lembens et al. (2009b) vermuteten in ihrer Analyse der österreichischen PISA Naturwissenschafts-Ergebnisse, dass die Prüfungskultur in Österreich für einen Kompetenzerwerb der Schüler und Schülerinnen hinderlich ist, da diese durch sehr enge Fragestellungen und ein stichwortartiges Antwortformat gekennzeichnet ist und somit ein Spiegelbild des fragend-entwickelnden Unterrichts ist. Es wird vermutet, dass offene Antwortformate, die ein eigenständiges Argumentationsverhalten verlangen, selten gefordert sind. Jedoch konnten diese Interpretationsversuche der Ergebnisse nicht ausreichend mit empirischen Untersuchungen der tatsächlichen Prüfungskultur untermauert werden, da in Österreich keine Datenerhebung zu diesem Zweck stattgefunden hatte (Lembens et al. 2009b). Sehr wohl liegen einige Befunde aus dem deutschsprachigen Raum über Qualitätsmerkmale von Aufgaben in Prüfungssituationen und zentralen Abschlussprüfungen vor.

Germ und Harms (2009) setzten an dieser Forschungslücke an, indem sie 600 Testaufgaben von 11 verschiedenen Biologielehrpersonen analysierten. Die Bestimmung der kognitiven Anforderungsdimension ist ein Fokus ihrer Untersuchung, wobei eine reduzierte Form der Bloomschen Lernzieltaxonomie für das Kategorisieren der Aufgaben verwendet wurde. Die

Ergebnisse zeigen, dass reproduktionslastige, kognitive Anforderungsdimensionen gegenüber höheren kognitiven Anforderungsdimensionen stark dominieren. 76,2% der Aufgaben sind der Kategorie ‚Wissen‘ zuzuordnen und nur 7,3% höheren kognitiven Anforderungsdimensionen. Der Anforderungsbereich ‚Bewerten‘ ist mit 0,5 % beinahe nicht im Datensatz vertreten (Germ und Harms 2009, S.13).

Im Vergleich mit empirischen Untersuchungen der Aufgabenkultur in zentralen Abschlussprüfungen wird deutlich, dass kognitive Anforderungen in Aufgaben von zentralen Abschlussprüfungen vergleichbar mit den Ergebnissen von Germ und Harms (2009) sind. Im Zuge des Projektes ‚Evaluation der Schweizer Maturitätsform‘ wurden im zweiten Teil unter anderem kognitive Anforderungen nach der Bloomschen Lernzieltaxonomie von 65 schriftlichen Abschlussprüfungen in Biologie aus dem Jahr 2007 analysiert (Eberle et al. 2008). Ergebnisse zeigen, dass durch das Lösen von reinen Wissensaufgaben in einer durchschnittlichen Maturaufgabe zirka die Hälfte (48,6%) der Gesamtpunktzahl erreicht werden kann (Eberle et al. 2008, S.266). Zudem wurden neben dem Wissensabruf aus dem Gedächtnis weitere drei kognitive Anforderungsdimensionen identifiziert, mit denen zusammen bereits 84,4% der Gesamtpunktezahl erreicht werden konnte: „Übereinstimmungen und Unterschiede zwischen Ideen, Objekten u.Ä. erkennen [...]“, „ein zuvor erlerntes Ursache-Wirkungs-Modell auf bisher unbekannte Tatsachen anwenden“ und „eine Prozedur [...] anpassen, damit sie auf ein nicht bereits vertrautes Problem angewendet werden kann“ (Eberle et al. 2008, S.266). Andere kognitive Anforderungsdimensionen sind jeweils in nur sehr geringen Anteilen vorhanden.

Im Rahmen deutscher Abschlussprüfungsaufgaben analysierte Kühn (2010) in einer retrospektiven Längsschnittstudie 596 schriftliche Prüfungsaufgaben in den Naturwissenschaften aus den letzten 15 Jahren in drei Analysezeiträumen. Bei den analysierten Biologieteilaufgaben entfallen 37,6% auf AFB I (Reproduktion), 59,2% auf AFB II (Transfer) und nur 3,5% auf AFB III (Anwendung) (Kühn 2010, S.288). Es kann konstatiert werden, dass in den analysierten Aufgaben Reproduktion und Reorganisation von Wissen gegenüber komplexeren kognitiven Anforderungsdimensionen (Transfer und Problemlösen) dominieren. Die Verteilung der Operatoraufgaben auf die Kompetenzbereiche des deutschen Kompetenzmodells gestaltet sich folgendermaßen: 61,9% Fachkenntnisse, 36,3% Fachmethoden, 1,0% Kommunikation und nur 0,8% Reflexion (Kühn 2010, S.279). Hinsichtlich der Fachmethoden kann eine geringe Bedeutung von experimentellen Aufgaben nachgewiesen werden. 88,7% der Operatoraufgaben stellen keinen experimentellen Bezug her (Kühn 2010, S.227). Blickt man auf den Grad der Kontextualisierung, so zeigen Ergebnisse, dass der Anteil an Aufgabenstellungen mit Bezug auf „alltagsnahe bzw. authentische Probleme“ sehr gering ist (Kühn 2010, S.246), da 94,6% der Aufgaben in Biologie

nicht kontextorientiert sind. Zudem offenbaren die Ergebnisse, dass die Fachinhalte ‚Physiologie, Zellbiologie und Genetik‘ schwerpunktmäßig geprüft werden. Aufgaben zum Thema ‚Evolution und Zukunftsfragen‘ sowie ‚Ökologie und Nachhaltigkeit‘ konnten in weitaus geringerem Maß gefunden werden.

Durch den von Krüger (2015) durchgeführten internationalen Vergleich von zentralen Abschlussprüfungen in Biologie können Einsichten in Qualitätsmerkmale der Prüfungsaufgabenkultur über den deutschsprachigen Raum hinaus gewonnen werden. Die analysierten schriftlichen Prüfungsaufgaben stammen aus England, Schottland, Frankreich, Niederlande, Polen und Finnland. Hinsichtlich der Sichtstruktur von Aufgaben kann ein Trend hin zu Aufgaben mit offenem Antwortformat und ein hoher Kontextualisierungsgrad länderübergreifend beobachten werden. In Bezug auf die Sachstruktur zeigen Ergebnisse, in Übereinstimmung mit Kühn (2010), dass eine Tendenz zu Aufgaben mit folgenden Themenbereichen festgestellt werden kann: Physiologie, Zellbiologie und Genetik. Kompetenzen, die der Erkenntnisgewinnung zuzuordnen sind und mit experimentellen Vorgehen zu tun haben, sind zu beiden Erhebungszeitpunkten 2000 und 2010 nur in geringem Ausmaß bei der Aufgabengestaltung berücksichtigt worden. Insgesamt kann folgende Verteilung der Operatoraufgaben auf das Spektrum des kognitiven Anforderungsniveaus festgestellt werden. Beim zweiten Erhebungstermin kommen in allen Ländern Anwendungsaufgaben am häufigsten vor (je nach Land zwischen 39% und 68 %), gefolgt von Aufgaben zum Erinnern und Verstehen (zwischen 7,1% und 48%) und zuletzt Problemlöseaufgaben (zwischen 9,4% und 52 %). Bei der kognitiven Anforderungsdimension ‚Problemlösen‘ sticht Frankreich mit einem Anteil von 52,4% gegenüber den anderen Ländern, die einen maximalen Anteil an Problemlöseaufgaben von zirka 20% erreichen, heraus (Krüger 2015, S.405). Diese Reihung der kognitiven Anforderungsniveaus nach Häufigkeitsverteilung lässt sich grundsätzlich mit den Ergebnissen von Kühn (2010) in Übereinstimmung bringen.

Es kann konstatiert werden, dass im deutschsprachigem Raum Maturaaufgaben nicht das gesamte Spektrum der möglichen kognitiven Anforderungsdimensionen abbilden, sondern sich stark auf die Bereiche Reproduktion und Umorganisation von Wissen konzentrieren. Die Ergebnisse von Kühn (2010) zeigen, dass wenige Aufgaben eine Reflexionsleistung erfordern. Blickt man auf die Handlungsdimension des Kompetenzmodells, so scheinen Aufgaben tendenziell in den Bereichen ‚Fachinhalte‘ und ‚Fachmethoden‘ einzuordnen sein. Ein Vergleich von Prüfungsaufgaben und Lernaufgaben lässt vermuten, dass dieser Mangel an problemorientierten Transferaufgaben sowohl für den Unterricht als auch auf für die Prüfungssituation zutrifft. Der internationale Vergleich ist aufgrund unterschiedlicher Prüfungsbestimmungen nur sehr eingeschränkt möglich, aber insgesamt können laut Krüger (2015) einige Gemeinsamkeiten festgestellt werden.

Auch wenn vermutet werden kann, dass die Situation in Österreich sich nicht von Ergebnissen empirischer Untersuchungen in der Schweiz und in Deutschland unterscheiden wird, so liegen bis jetzt nur sehr eingeschränkte Befunde vor, die auf mögliche Problembereiche bei der Erstellung von kompetenzorientierten, mündlichen Maturaaufgaben in Biologie hinweisen. Eine erste Analyse nach Wenzl et al. (2016) von 16 mündlichen Maturaprüfungsaufgaben in Biologie, die im Zuge einer Initiative des AECCS Wien von Lehrpersonen eingereicht wurden, lässt vermuten, dass Schwierigkeiten bei der kompetenzorientierten Aufgabenerstellung darin bestehen, anstatt Fragen mit Fragewörtern, Operatoren passend zu verwenden, Aufgaben in einen lebensweltlichen Kontext einzubetten und Aufgaben zu erstellen, die über eine Reproduktionsleistung hinaus, andere kognitive Anforderungsdimensionen anregen. Der Reproduktionsanteil bei Maturaaufgaben scheint somit sehr hoch zu sein. Nur 19% der analysierten Aufgaben verlangen eine Transferleistung und nur 10% sind als Reflexions- oder Problemlöseaufgaben zu klassifizieren (Wenzl et al. 2016). Während der geringe Anteil an Problemlöseaufgaben auch bei Kühn (2010) diagnostiziert wurde, könnte der Anteil an Transferaufgaben im Vergleich zur Analyse von Kühn besonders niedrig sein.

Es scheint somit, als ob die österreichische Prüfungsaufgabenkultur im Ausmaß der Kompetenzorientierung nicht von Ergebnissen in der Schweiz und in Deutschland abweicht, jedoch ist diese vorläufige Analyse aufgrund der zu geringen Aufgabenanzahl nur eingeschränkt generalisierbar. Um ein umfangreiches Bild der Prüfungsaufgabenkultur bei der mündlichen Matura abbilden zu können, wird in der vorliegenden Studie eine größere Anzahl von Maturaaufgaben mit Hilfe eines Kategoriensystems analysiert. Im Folgenden werden Forschungsdesign, Ziele sowie das verwendete Kategoriensystem der Diplomarbeit im Detail erläutert.

4 Forschungsrahmen & Forschungsfragen

4.1 Initiative des AECC-Bio: Sammlung mit kompetenzorientierten Maturaaufgaben

Die vorliegende Arbeit ist in ein Projekt des Fachdidaktik Zentrums AECC-Bio mit dem Titel ‚Biologielehrer/innen bei der Entwicklung von Maturaaufgaben unterstützen‘ eingebunden. Wie der Titel bereits erahnen lässt, dient dieses Forschungsvorhaben des AECC-Bios dazu, Lehrpersonen bestmöglich bei der Entwicklung von kompetenzorientierten Maturaaufgaben zu unterstützen (Wenzl et al. 2017). Zu diesem Zwecke wurden Fortbildungsseminare angeboten, bei denen die ministeriellen Richtlinien zur Erstellung von Maturaaufgaben sowie ausgewählte Vorzeigebeispiele präsentiert wurden. Daraufhin wurde 2013 eine Initiative gestartet, mit der Zielsetzung einen Aufgabenpool kompetenzorientierter Maturaaufgaben zu erstellen (Wenzl et al. 2016). Lehrerinnen und Lehrer wurden eingeladen, einzeln oder in Teams kompetenzorientierte Maturaaufgaben zu erstellen und beim AECC-Bio einzureichen. In einer

ersten Feedbackschleife erhielten die Lehrpersonen Rückmeldungen zu Ihren Entwürfen. Um schlussendlich Zugang zum gesammelten Aufgabenpool zu erhalten, mussten die Lehrpersonen ihre Aufgaben nach Richtlinien der Kompetenzorientierung umgestalten. Insgesamt liegen dem AECC-Bio zum derzeitigen Standpunkt zirka 200 ersteingereichte Maturaaufgaben vor, die auch Gegenstand der wissenschaftlichen Untersuchung der vorliegenden Arbeit sind. Die Sammlung an kompetenzorientierten Maturaaufgaben besteht aktuell aus zirka 140 Aufgaben, die alle von den Lehrpersonen zufriedenstellend überarbeitet wurden (Wenzl et al. 2017).

Die Ersteinreichungen vermitteln einen Eindruck darüber, ob die besuchten LehrerInnenfortbildungen bei den Lehrpersonen tatsächlich zu einem verbesserten Verständnis der Hintergründe von Kompetenzorientierung führen. Nach dem Rückmeldungsprozess kann schon vermutet werden, dass viele Lehrpersonen trotz Besuch der Fortbildung große Schwierigkeiten bei der Erstellung kompetenzorientierter Maturaaufgaben haben (Wenzl et al. 2017). Um diesen Eindruck empirisch nachzuweisen und die häufigsten Schwierigkeitsbereiche identifizieren zu können, wird eine Projektgruppe des AECC-Bio beauftragt, eine quantitative Analyse der Ersteinreichungen durchzuführen.

4.1.1 Projekt: Quantitative Analyse von Maturaaufgaben

Das Forschungsprojekt ‚Quantitative Analyse von Maturaaufgaben‘ ist thematisch in das zuvor erläuterte Gesamtvorhaben einzuordnen. Die Ergebnisse der quantitativen Analyse von Maturaaufgaben sollen Antworten zu folgenden übergreifenden Forschungsfragen liefern.

- 1) Welche Schwierigkeiten haben Lehrpersonen bei der Entwicklung von kompetenzorientierten Maturaaufgaben im Fach Biologie und Umweltkunde?
- 2) Welche praktischen Unterstützungsmaßnahmen und welches Veranschaulichungsmaterial werden von Lehrpersonen benötigt, um diesen Schwierigkeiten entgegenzuwirken?

Um dieses Forschungsvorhaben zu realisieren, wurde eine Projektgruppe bestehend aus Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des AECC-Bio, Biologielehrer und Biologielehrerinnen sowie fünf Diplomandinnen der Universität Wien gegründet.

Die Ergebnisse der quantitativen Analyse werden in fünf Diplomarbeiten präsentiert, die bei der theoretischen Aufbereitung der Hintergründe sowie bei der Datenanalyse jeweils durch einen spezifischen Forschungsfokus gekennzeichnet sind. Die vorliegende Arbeit widmet sich vordergründig den kognitiven Anforderungsdimensionen, die in den ersteingereichten Maturaaufgaben gefordert werden.

Basierend auf den gesammelten Ergebnissen soll im weiteren Schritt von der Projektgruppe eine an die identifizierten Problembereiche angepasste Handreichung als Hilfestellung zur Entwicklung kompetenzorientierter Maturaaufgaben erstellt werden. Die Ergebnisse der Analyse werden zudem im August 2017 auf der 12. *European Science Education Research Conference* (ESERA) präsentiert (Wenzl et al. 2017).

4.1.2 Forschungsschwerpunkt und Forschungsfragen

Laut der offiziellen Verordnung sollte eine Maturaaufgabe verschiedene kognitive Anforderungsdimensionen beinhalten (BIFIE 2013), sodass sich im Idealfall die einzelnen Teilaufgaben einer Maturaaufgabe hinsichtlich der kognitiven Anforderungsdimension variieren. Im Rückmeldeprozess wurde bereits deutlich, dass Reproduktionsaufgaben gegenüber anderen Anforderungsdimensionen (Transfer bzw. Reflexion und Problemlösen) dominieren zu scheinen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es nun, diese Vermutung empirisch nachzuweisen (Forschungsfrage 1). In der vorliegenden Arbeit wird somit eine Häufigkeitsanalyse aufgeteilt nach kognitiven Prozessdimensionen durchgeführt. Zudem soll untersucht werden, ob höhere kognitive Anforderungsdimensionen auch eine Reproduktion erfordern (Forschungsfrage 2). Das kognitive Anforderungsniveau ‚Reflexion und Problemlösen‘ wird insgesamt nur marginal miteinbezogen werden, da sie den Analysefokus einer weiteren Diplomarbeit bildet.

Vor dem Hintergrund des Forschungsfokus soll zudem eine Charakterisierung von Aufgaben, die Reproduktion, nahen oder weiten Transfer erfordern, präsentiert werden, indem die unterschiedlichen kognitiven Anforderungsniveaus in Beziehung zu anderen Kategorien des Kategoriensystems gesetzt werden (Forschungsfrage 3). Basierend auf dem zuvor präsentierten Forschungsstand zum Thema Aufgabenanalyse kann bereits vermutet werden, dass Aufgaben, die einen weiten Transfer erfordern, gegenüber den anderen beiden kognitiven Anforderungsdimensionen unterrepräsentiert sein könnten. Während sich die ersten drei Forschungsfragen auf Aufgaben aller kognitiven Anforderungsdimensionen beziehen, ist die vierte Forschungsfrage konkret auf Aufgaben mit weitem Transfer bezogen. Um Lehrpersonen an Schwierigkeitsbereiche angepasste Hilfestellungen geben zu können, soll im Zuge der vierten Forschungsfrage ein detailliertes Gesamtbild von den Aufgaben, die bereits einen weiten Transfer erfordern, erstellt werden. Dadurch wird nicht nur ersichtlich, wie gelungene weite Transferaufgaben aussehen, sondern auch in welchen Bereichen, die Lehrpersonen Schwierigkeiten haben könnten, Transferaufgaben zu erstellen (Forschungsfrage 4).

Insgesamt sollen somit folgende drei konkret formulierten Forschungsfragen beantwortet werden:

- 3) Wie häufig sind Teilaufgaben mit den kognitiven Anforderungsniveaus - Reproduktion, naher Transfer, weiter Transfer und Reflexion - in mündlichen Maturaaufgaben im Fach Biologie und Umweltkunde?
- 4) In welchem Ausmaß wird Reproduktion von Wissen auch bei Aufgaben, die Transfer oder Reflexion erfordern, verlangt?
- 5) Unterscheiden sich Teilaufgaben, die Reproduktion, nahen Transfer oder weiten Transfer erfordern, in Hinblick auf die Merkmale Wissensart, Lebensweltbezug, Offenheit oder Materialbezug? Wenn ja, wie sehen diese Unterschiede aus?
- 6) Welche Hilfestellungen benötigen Lehrpersonen bei der Erstellung von Aufgaben mit weitem Transfer?

5 Forschungsmethodisches Vorgehen

Insgesamt werden 100 österreichische, ersteingereichte Maturaaufgaben kategorisiert, die von Lehrpersonen aus ganz Österreich nach Besuch einer entsprechenden Fortbildung erstellt wurden. Eine ersteingereichte Maturaufgabe besteht aus sich inhaltlich aufeinander beziehenden Teilaufgaben, dem benötigtem Material (Infotexte, Abbildungen, Tabellen, etc.) sowie, in vielen Fällen, einem Erwartungshorizont und, für jede einzelne Teilaufgabe, eine Einschätzung der kognitiven Anforderungsdimension, die durch die Lehrperson vorgenommen wurde.

Die quantitative Analyse wird mit Hilfe eines zuvor festgelegten Kategoriensystems durchgeführt. Die Ausschärfung der Definitionen der einzelnen Kategorien, welche in Anlehnung an das überfachliche Kategoriensystem nach Maier et al. (2010) sowie das naturwissenschaftsspezifische Kategoriensystem nach Krüger (2015) und Jatzwauk (2007) ausgewählt wurden, erfolgte im Zuge einer Versuchskategorisierung von 10 zufällig ausgewählten Ersteinreichungen. Die der Literatur entnommen Kategoriendefinitionen wurden basierend auf ersten Erfahrungen beim Kategorisieren gemeinsam von der Projektgruppe angepasst.

Im Anschluss an die Kategorisierung erfolgt eine Häufigkeitsanalyse mit IBM SPSS Statistics in der Version 22. Die Häufigkeitsanalyse wird zusätzlich mit einer qualitativen Analyse der Maturaaufgaben kombiniert. Im Ergebnisteil werden somit nicht nur die berechneten Häufigkeiten präsentiert, sondern zusätzlich beispielhafte Teilaufgaben zur Veranschaulichung gezeigt.

5.1 Das Kategoriensystem zur Analyse kompetenzorientierter Maturaaufgaben

Die Definitionen der einzelnen Kategorien werden in der Tabelle 2 präsentiert.

Tabelle 2: Kategoriensystem zur Analyse kompetenzorientierter mündlicher Maturaaufgaben

Kategorie	Definition
EINSATZ VON OPERATOREN	
Operatoreinsatz	Hier wird je nach Vorhandensein eines Operators ja oder nein ausgewählt.
Operator	Hier wird der in der Originalaufgabe verwendete Operator angegeben.
Qualität Operatoren	Hier wird die Qualität des Operators mit <i>passend</i> , <i>nicht passend</i> oder <i>unterspezifiziert</i> beurteilt.
Umformulierung Operator	Bei unterspezifizierter oder nicht passender Qualität des Operators wird eine passende Umformulierung des Operators vorgenommen.
Einsatz von W-Fragen	Hier wird festgehalten, ob die Operatoraufgabe eine offene Fragestellung mit Fragewort beinhaltet (z.B. Erläutere, wie oft ...).
WISSENSARTEN	
Fakten	Bei der Antwort verbalisiert der Prüfling isolierte Wissenseinheiten, die nicht miteinander in Beziehung gesetzt werden.
Konzepte	Bei der Antwort verbalisiert der Prüfling vielfach vernetzte und strukturierte Wissenseinheiten. Diese werden systematisch zueinander in Beziehung gesetzt und sind dadurch komplexer organisiert als das reine Faktenwissen.
Prozeduren	Bei der Antwort wendet der Prüfling fachspezifische Methoden der Biologie an und/oder verbalisiert sie.
KOGNITIVE ANFORDERUNGSDIMENSIONEN	
Reproduktion	Reproduktion meint den Abruf von verschiedenen Wissenseinheiten aus dem Langzeitgedächtnis in der gelernten Form. Die Wissenseinheiten können allen drei Wissensarten entstammen. Eine Reproduktionsleistung erfordert die Wiedergabe von formalem Wissen, sprich Wissen wird weder angewendet noch werden verschiedene Wissenseinheiten in Beziehung zueinander gesetzt.
Transfer (nah/weit)	„ <i>Naher Transfer</i> “ meint die Umorganisation des gelernten formalen Wissens, um Wissenseinheiten miteinander in Beziehung zu setzen (Abbildung, Vergleich). Unter „ <i>Weiter Transfer</i> “ hingegen, ist das Anwenden von formalem Wissen in konkreten, relevanten Anwendungssituationen gemeint
Reflexion	Aufgaben zu Reflexion und Problemlösen fordern von Schüler und Schülerinnen, in Bezug auf alltagsnahe oder gesellschaftsrelevante Problemstellungen mit Naturwissenschaftsbezug, eigenständige Einschätzungen bzw. Entscheidungen. Dies erfordert vom Prüfling eine fachlich begründete Beurteilung bzw. Bewertung der Situation - auf Basis fachlicher und über das Fach hinausgehender Kriterien und/oder auf Basis sozialer, ethischer oder moralischer Werte – sowie eine Abschätzung von Einflüssen verschiedener Faktoren. Die Aufgaben sind so gestellt, dass für den Prüfling zunächst unklar ist, welches Wissen anzuwenden ist bzw. welche Strategie zur Bewältigung der Problemstellung beiträgt. Es ist nun seine/ihre Aufgabe selbst mittels reflexiven, kreativen und zukunftsorientierten Denkens, adäquate Lösungsmöglichkeiten zu konstruieren. Dazu gilt es, dem Kontext der Aufgabenstellung entsprechend relevante, bereits verfügbare Wissenseinheiten zu wählen und derartig in Beziehung zu setzen, sodass daraus Lösungswege für die Problemstellung resultieren. Dementsprechend strukturieren die Schüler und Schülerinnen bei derartigen Aufgabenstellungen bereits vorhandene Wissenseinheiten auf für sie neue Art und Weise und erschaffen so an die Aufgabensituation spezifisch angepasstes Wissen.
T oder Refl. verlangen Rep	Diese Kategorie ist anzugeben, wenn eine Transferaufgabe sehr viel Anteil an Reproduktionsleistung hat.
Zuordnung R, T, Pr	Bei dieser Kategorie wird die Zuordnung zu kognitiven Anforderungsdimensionen der Lehrperson mit der Zuordnung im Kategoriensystem abgeglichen. Die Zuordnung der Lehrpersonen kann als <i>richtig</i> , <i>falsch</i> oder <i>nicht vorhanden</i> eingestuft werden.

ZUORDNUNG KOMPETENZMODELL UND FACHINHALTE	
Zuordnung Kompetenzmodell W – E - S	Die Operatoraufgaben werden den Deskriptoren der drei Bereiche des Kompetenzmodells Naturwissenschaften für die Oberstufe (BMUKK 2016) zugeordnet. Mehrfachzuordnungen sind möglich.
Fachinhalte	Die Operatoraufgabe wird mit Hilfe einer Liste mit Themengebieten einem bestimmten Fachinhalt der Biologie zugeordnet.
OFFENHEIT UND LEBENSWELTBEZUG	
Offenheit	Eine Aufgabe ist dann <i>konvergent</i> , wenn es genau eine richtige Lösung bzw. einen Lösungsweg gibt. Eine Aufgabe ist dann <i>divergent</i> , wenn mehrere richtige Lösungen bzw. Lösungswege möglich sind.
Lebensweltbezug	<i>Kein Lebensweltbezug:</i> In der Aufgabenstellung befinden sich kein Alltagsbezug und keine Bezugnahme zum Erfahrungsbereich der Schüler und Schülerinnen. Es handelt sich um Aufgabenstellungen ohne Kontext. <i>Konstruierter Lebensweltbezug:</i> In der Aufgabenstellung ist ein Alltagsbezug oder eine Bezugnahme zum Erfahrungsbereich der Schüler und Schülerinnen vorhanden, allerdings handelt es sich um erfundene Fallbeispiele oder Situationen, die sich im Vergleich zur Realität durch reduzierte Komplexität auszeichnen. Die Schüler und Schülerinnen schlüpfen zum Beispiel in eine Rolle, die nicht ihrer Realität entspricht. <i>Authentischer Lebensweltbezug:</i> In der Aufgabenstellung ist ein Alltagsbezug oder eine Bezugnahme zum Erfahrungsbereich der Schüler und Schülerinnen vorhanden. Es handelt sich dabei um Aufgaben mit realen Fallbeispielen oder Situationen, die die Schüler und Schülerinnen betreffen könnten und/oder durch echte Daten unterstützt werden.
EINSATZ VON MATERIAL	
Material	Hier wird angegeben, ob Material für die Lösung der Operatoraufgabe eine Bezugnahme auf ein vorhandenes Material erfordert wird.
Repräsentationsform der Aufgabe	Hier wird die Repräsentationsform der Aufgabe zu folgenden Kategorien zugeordnet: Text – schematische Prozessdarstellung – schematische Objektdarstellung - audiovisuelle Information – Fotos - Sonstiges
Repräsentationsform der Antwort	Hier wird die Repräsentationsform der Antwort zu folgenden Kategorien zugeordnet: verbale Antwort – schriftlicher Text – schematische Prozessdarstellung – schematische Objektdarstellung - Sonstiges
Repräsentation und Komplexität	<i>1_gleiche Repräsentationsform:</i> Repräsentationsform Aufgabe = Repräsentationsform Antwort (z.B. Aufgabe sowie Antwort verbal oder schriftlich); <i>2_Transformation:</i> Änderung der Repräsentationsform zwischen Aufgabe und Antwort (z.B. aus eine Tabelle ein Diagramm erstellen); <i>3_Integration:</i> Aufgabe muss mehrere Repräsentationsformen inkludieren, Antwort hat nur eine Repräsentationsform, die auch in der Angabe vorkommt; <i>4_Transformation und Integration:</i> wie 3, aber Repräsentationsform der Antwort ist eine andere als jene der Aufgabe, (z.B. aus Text und Abbildung ein Flussdiagramm erstellen)

5.2 Vorgehensweise bei der Kategorisierung

Im ersten Schritt der Analyse wird jede der Maturaaufgaben in sogenannte Operatoraufgaben unterteilt. Sollte eine von der Lehrperson definierte Teilaufgabe mehrere Arbeitsschritte oder mehrere Operatoren beinhalten, so erfolgt eine Aufgliederung der Teilaufgabe in mehrere Operatoraufgaben, um eine eindeutige Kategorisierung zu ermöglichen. Als Operatoraufgabe zählt demnach „jede inhaltsbezogene Denk- und Handlungsaufforderung, die genau einen eigenständigen Operator oder eine einem eigenständigen Operator äquivalente Formulierung enthält“ (Jatzwauk 2007, S.85, Hervorhebung im Original). Operatoren werden für diese Analyse nach Biegl (2015, S.5) als „handlungsinitiiierende Verben, die konkret zum handlungsorientierten Formulieren der Aufgaben beitragen“ definiert. Jede Operatoraufgabe

ist durch die jeweilige Maturaaufgabennummer und durch die Nummerierung der Operatoraufgabe in Klammer gekennzeichnet.

Zusätzlich wird die Qualität der Operatoren, in Anlehnung an die Operatorenliste nach Biegl (2015), als ‚passend‘, ‚nicht passend‘ oder ‚unterspezifiziert‘ kategorisiert. Im Falle nicht passender oder unterspezifizierter Qualität sowie bei nichtvorhandenem Operator erfolgt eine passende Umformulierung der jeweiligen Operatoraufgabe. Die weiteren Analyseschritte greifen auf diese Umformulierungen und auf die zuvor überarbeitete Gliederung der Maturaufgabe in Operatoraufgaben zurück, da nur bei passender Verwendung des Operators die Intention einer Aufgabenstellung nachvollziehbar ist. Bei dennoch nicht klar verständlicher Aufgabenstellung kann zusätzlich der häufig beigefügte Erwartungshorizont hinzugezogen werden, da dieser die von der Lehrperson erwarteten Antworten des Prüflings beinhaltet. Die festgelegten Operatoraufgaben stellen für die Mehrheit der Kategorien die Analyseeinheit dar.

Im nächsten Schritt wird jede einzelne Operatoraufgabe nach den festgelegten Kategorien klassifiziert. Die genauen Definitionen der jeweiligen Kategorien sowie die möglichen Ausprägungen können aus Tabelle 2 im vorherigen Kapitel entnommen werden.

Die Kategorisierung der Maturaaufgaben wurde in zwei Durchgängen durchgeführt: Im Jänner 2017 wurden die ersten 50 Aufgaben analysiert. Nach dem ersten Analysezyklus wurden die Kategoriendefinitionen noch weiter ausgeschärft und eine weitere Kategorie (‚Fachinhalte‘) mitaufgenommen. Im Februar wurden dann weitere 50 Aufgaben kategorisiert.

Bei der Bestimmung der kognitiven Anforderungsdimension ist grundsätzlich die jeweils höhere Anforderungsdimension auszuwählen. Sehr viele Aufgaben erfordern als Voraussetzung eine Reproduktionsleistung, damit ein höherer kognitiver Prozess, wie zum Beispiel eine Transferleistung, ermöglicht wird. Jedoch handelt es sich jedoch nur um eine Reproduktion, wenn der Prüfling die Antwort so wiedergeben kann, dass im Vergleich zur Art und Weise, wie er oder sie sich das Wissen in der Lernsituation angeeignet hat, keine Umstrukturierung des Wissens erfordert ist. Ist jedoch bei der Wiedergabe eine Anpassung des Wissens an zum Beispiel eine Abbildung notwendig, kommt es zum Umorganisieren von Wissen. In diesem Fall würde die Operatoraufgabe im Zuge dieser Arbeit nicht mehr unter Reproduktion eingeordnet werden, da bereits ein geringer Transferanteil erfordert wird.

Bei den kognitiven Anforderungsdimensionen ist einzig die Kombination ‚weiter Transfer + Reflexion‘ als Mehrfachkategorisierung zugelassen, da die erste Probeanalyse von zehn Aufgaben zeigte, dass manche Aufgaben Anteile von beiden Anforderungsdimensionen beinhalten. Bei diesen Aufgaben kann nicht bestimmt werden, welche der beiden kognitiven Anforderungsdimensionen dominiert. Eine ähnliche Mehrfachkategorisierung ist in der Kategorie Wissensart (‚Konzept + Prozedur‘) zugelassen. Zudem können bei der Zuordnung

zu den Deskriptoren des Kompetenzmodells Mehrfachkategorisierungen vorgenommen werden. Für eine einzelne Operatoraufgabe können sowohl mehrere Deskriptoren aus dem Bereich ‚W = Wissen organisieren‘ zutreffen als auch Deskriptoren aus dem Bereich ‚W = Wissen organisieren‘ und dem Bereich ‚E = Erkenntnisse gewinnen‘ oder ‚S = Schlüsse ziehen‘.

Um das Vorhandensein eines Materials zu kategorisieren, wird erneut die Originalmaturaufgabe betrachtet. Ein Materialbezug wird nur in den Fällen als vorhanden kategorisiert, in denen das Material für die Beantwortung der Operatoraufgabe relevant ist. Wenn eine Aufgabe einen Materialbezug beinhaltet, werden zusätzlich die Repräsentationsform der Aufgabe sowie die Repräsentationsform der erforderlichen Antwort in kurzen Stichworten beschrieben. Eine genauere Kategorisierung der verschiedenen Repräsentationsformen des Materials wird jedoch im Zuge dieser Diplomarbeit nicht durchgeführt.

Insgesamt wurden 97 Maturaufgaben⁷, die 701 Operatoraufgaben beinhalten, analysiert. Die Kategorie ‚Fachliche Inhalte‘, die nach dem ersten Analysezyklus noch hinzugefügt wurde, wurde nur für 404 Operatoraufgaben kategorisiert.

5.3 Einschränkungen der kategoriengestützten Datenanalyse

Auch wenn die Definitionen der Kategorien so genau wie möglich formuliert sind, so kann nie garantiert werden, dass diese im Einsatz von allen Beteiligten gleich ausgelegt werden. Es wurde jedoch im Zuge der Forschungswerkstätte intensive Bemühungen betrieben, gleiche Interpretationen der Kategoriendefinitionen zu erreichen, sodass die Kategorisierung so einheitlich wie möglich erfolgt. Es können jedoch Fälle auftreten, die gleichermaßen in zwei oder mehrere Kategorien einzuordnen sind, sodass sie von den Beteiligten unterschiedlich kategorisiert werden. Deshalb werden 20 Prozent der Aufgaben doppelt kategorisiert, um die Interrater-Reliabilität zwischen den beteiligten Forschern und Forscherinnen berechnen zu können.⁸

Da es sich bei dieser Form der Datenanalyse um einen deduktiven Zugang handelt, bei dem die Analysekategorien im Vorhinein basierend auf Literaturrecherche und einer Probekategorisierung mit kleiner Stichprobenanzahl festgelegt werden, können im Prozess der Datenanalyse Fälle auftreten, für die keine Kategorie zutrifft. Diese werden gegebenenfalls im Ergebnisteil aufgezeigt und, wenn möglich, mit Vorschlägen zur Erweiterung des Kategoriensystems präsentiert.

⁷ Drei der hundert analysierten Maturaufgaben wurden aufgrund von Fehleingaben von der Analyse ausgeschlossen.

⁸ Die Ergebnisse der Interrater-Reliabilitätsanalysen liegen zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vor.

Für die Kategorisierung der kognitiven Anforderungsdimension tritt die Einschränkung auf, dass nicht beurteilt werden kann, wie die zuvor stattgefundenene Lernsituation konkret ausgesehen hat. Theoretisch kann jede Aufgabenstellung als Reproduktion eingestuft werden, wenn diese Aufgabe mit hohem kognitiven Anforderungsniveau im Unterricht mit identem Anwendungskontext stattgefunden hat. Zum Beispiel könnte eine Aufgabe, die auf den ersten Blick wie eine Aufgabe mit weitem Transfer aussieht, genau eins zu eins so im Unterricht durchgenommen worden sein, sodass es sich hier in Hinblick auf die kognitive Anforderungsdimension um eine Reproduktion handeln würde. Für die vorliegende Arbeit wird jedoch nicht davon ausgegangen. Aufgabenstellungen mit augenscheinlich höherer kognitiver Anforderungsdimension werden dementsprechend kategorisiert.

TEIL II: Empirischer Ergebnisteil

6 Ergebnisse der Aufgabenanalyse: Kognitive

Anforderungsdimensionen in mündlichen Maturaaufgaben

In der folgenden Ergebnispräsentation werden die kognitive Anforderungsdimensionen der ersteingereichten Maturaaufgaben im Zentrum stehen.

6.1 Häufigkeiten der kognitiven Anforderungsdimensionen

Hinsichtlich der kognitiven Anforderungsdimensionen der österreichischen Maturaaufgaben zeigt sich folgende in Abbildung 6 dargestellte Verteilung der N=701 Operatoraufgaben auf die kognitiven Anforderungsdimensionen ‚Reproduktion‘, ‚naher Transfer‘, ‚weiter Transfer‘ und ‚Reflexion‘ sowie die zulässige Mehrfachkategorisierung ‚weiter Transfer + Reflexion‘.

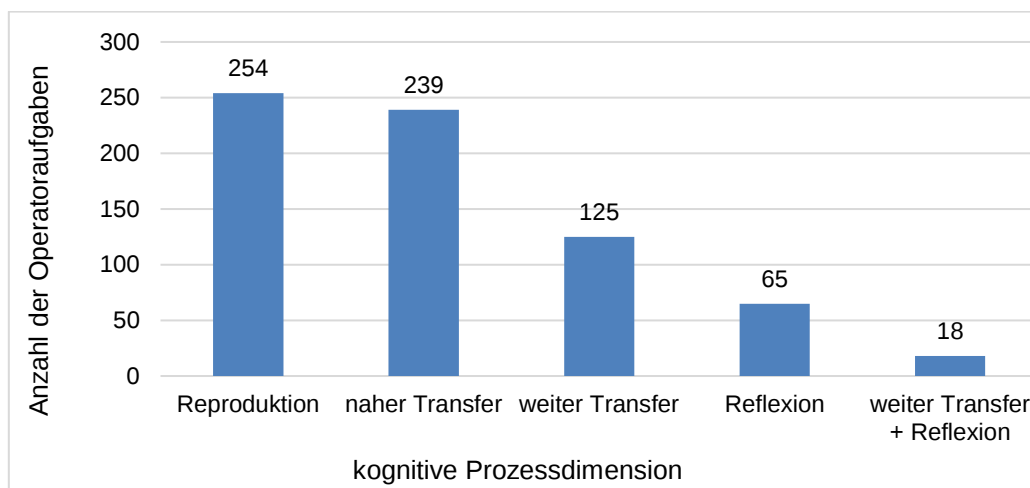


Abbildung 6: Verteilung der Operatoraufgaben (N=701) auf die kognitiven Anforderungsdimensionen

Aus der Abbildung 6 wird deutlich, dass n=254 Operatoraufgaben (36,2%) eine Reproduktion von Wissen, n=239 Operatoraufgaben (34,1%) einen nahen Transfer, n=125 Operatoraufgaben (17,8%) einen weiten Transfer und nur n=65 Operatoraufgaben (9,3%) eine Reflexion erfordern. Darüber hinaus wird in n=18 Fällen (2,6%) sowohl ein weiter Transfer als auch eine Reflexion verlangt. Aufgrund dieser geringen Anzahl wird diese Doppelkategorisierung in der nachfolgenden Analyse nur in eingeschränktem Ausmaß berücksichtigt werden. Es zeigt sich somit, dass mit ansteigender kognitiver Anforderungsdimension die Anzahl der zugeordneten Operatoraufgaben abnimmt. Die absoluten Häufigkeiten zeigen, dass sowohl die kognitive Anforderungsdimension ‚Reproduktion‘ als auch ‚naher Transfer‘ zirka doppelt so häufig kategorisiert wurden als ‚weiter Transfer‘ und beinahe viermal so häufig als ‚Reflexion‘. Insgesamt treffen die beiden dominierenden Anforderungsdimensionen ‚Reproduktion‘ und ‚naher Transfer‘ auf beinahe drei Viertel (70,3%) der gesamten Operatoraufgaben zu. Von der Doppelkategorisierung

abgesehen, ist Reflexion mit weniger als 10 Prozent die am seltensten vertretene kognitive Anforderungsdimension.

Im Anschluss erfolgt eine detailreiche Analyse der Häufigkeiten der unterschiedlichen kognitiven Anforderungsdimensionen sowie eine qualitative Analyse ausgewählter Beispiele, wodurch Unterschiede zwischen kognitiven Anforderungsdimensionen veranschaulicht werden können.

6.2 Kognitive Anforderungsdimensionen im Vergleich

6.2.1 Die kognitiven Anforderungsdimensionen im Hinblick auf Wissensarten

In diesem Kapitel wird die Beziehung zwischen den beiden Kategorien ‚kognitive Anforderungsdimension‘ und ‚Wissensart‘ analysiert. Im Zuge dieser Analyse können unterschiedliche Ausprägungen der verschiedenen kognitiven Anforderungsdimensionen veranschaulicht werden.

Zunächst sollen die Häufigkeiten der insgesamt N=701 Operatoraufgaben aufgeteilt nach Wissensarten gegenübergestellt werden. Mit n=519 (74,0%) Zuordnungen wurde die Wissensart Konzept mit Abstand am häufigsten kategorisiert wurde, gefolgt von n=75 (10,7%) Aufgaben mit Prozeduren und nur n=56 (8,0%) Aufgaben mit Fakten. Die Verteilung der Wissensarten wird anhand von Abbildung 7 veranschaulicht.

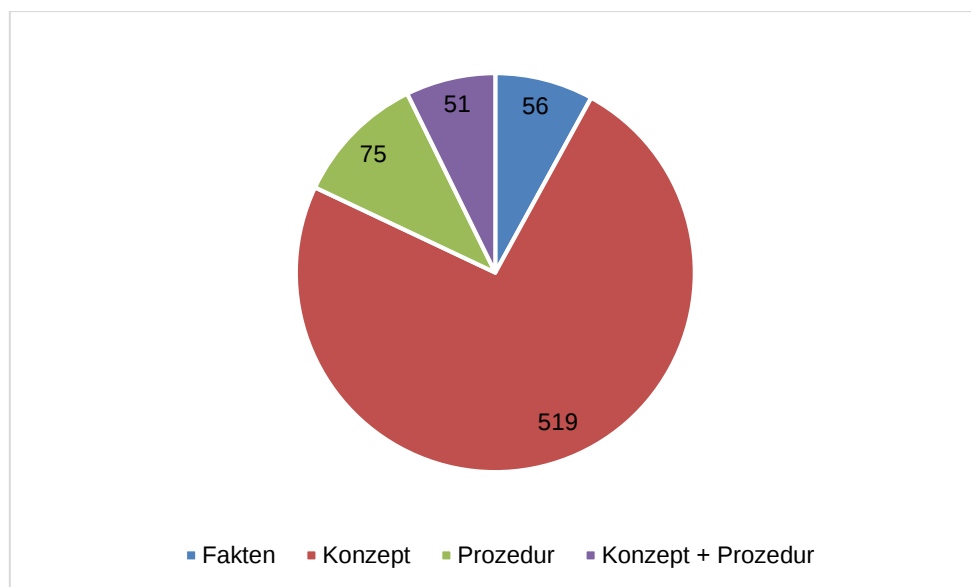


Abbildung 7: Verteilung der Häufigkeiten aufgeteilt nach Wissensarten (N=701)

Im Folgenden werden alle kognitiven Anforderungsdimensionen hinsichtlich der kombinierten Wissensarten auf mögliche Unterschiede vergleichend analysiert. Mit Hilfe von Tabelle 3 können die Häufigkeiten aller möglichen Kombinationen von kognitiven Anforderungsdimensionen und Wissensarten verglichen werden, wobei hier nur auf seltene und häufige Fälle eingegangen wird.

Tabelle 3: Häufigkeiten (N=701) aufgeteilt nach kognitiver Anforderungsdimension und Wissensart

Kategorien	Reproduktion		Naher Transfer		Weiter Transfer		Reflexion		Weiter Transfer + Reflexion		Ge-samt
Fakten	47	18,5%	7	2,9%	2	1,6%	0	0,0%	0	0,0%	56
	83,9%		12,5%		3,6%		0,0%		0,0%		100%
Konzept	197	77,6%	198	82,8%	65	52,0%	49	75,4%	10	55,6%	519
	38,0%		38,2%		12,5%		9,4%		2%		100%
Prozedur	8	3,1%	18	7,5	37	29,6%	9	13,8%	3	16,7%	75
	10,7%		24,0%		49,3%		12,0%		4,0%		100%
Konzept + Prozedur	2	0,8%	16	6,7%	21	16,8%	7	10,8%	5	27,8%	54
	3,9%		31,4%		41,2%		13,7%		9,8%		100%
Gesamt	254	100%	239	100%	125	100%	65	100%	18	100%	701

Vergleicht man die kognitiven Anforderungsdimensionen hinsichtlich ihrer häufig kombinierten Wissensarten, so kann, von den Doppeltkategorisierungen abgesehen, festgestellt werden, dass die Anzahl der, zu Faktenwissen zugeordneten Operatoraufgaben mit steigendem kognitiven Niveau abnimmt, während Prozeduren tendenziell häufiger mit höheren kognitiven Anforderungsdimensionen kombiniert werden. Mit Tabelle 3 sowie graphisch veranschaulicht durch Abbildung 8 kann gezeigt werden, dass Faktenwissen auffallend häufig mit einer Reproduktionsleistung (n=47; 83,9% aller Aufgaben mit Faktenwissen) kombiniert wird. Weder Reflexion noch weiter Transfer + Reflexion tritt in Kombination mit Faktenwissen auf. Prozeduren sind am öftesten mit weitem Transfer (n=37; 49,3% aller Aufgaben mit Prozedur) und am zweit häufigsten mit nahem Transfer (n=18; 24,0% aller Aufgaben mit Prozeduren) kombiniert. Hinsichtlich Konzeptwissen kann festgestellt werden, dass die Mehrheit (n=395; 76,2% aller Aufgaben mit Konzepten) der Aufgaben mit Konzepten auf die beiden Kategorien ‚Reproduktion‘ und ‚naher Transfer‘ entfallen.

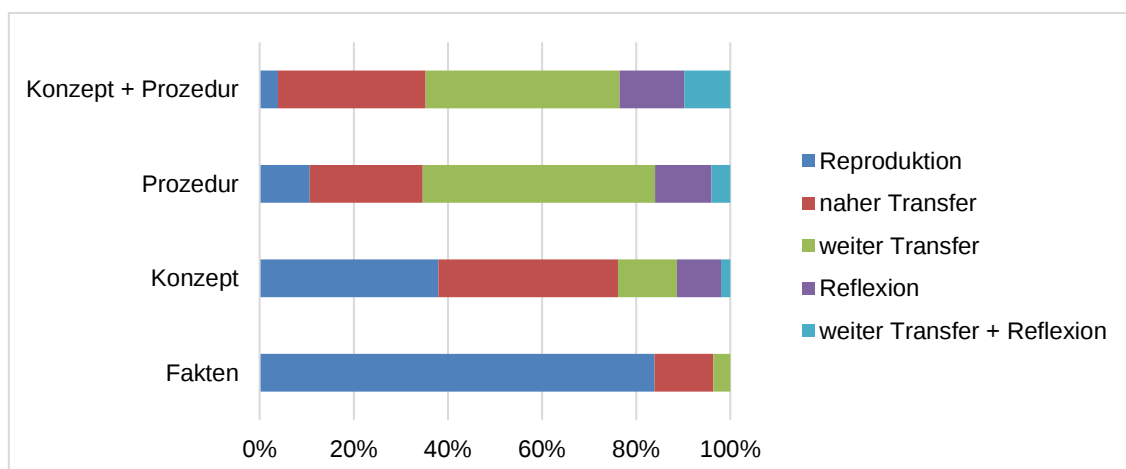


Abbildung 8: Prozentualer Anteile der kognitiven Anforderungsdimensionen an den jeweiligen Wissensarten

Um einen Eindruck von unterschiedlichen Ausprägungen der einzelnen kognitiven Anforderungsdimensionen ‚Reproduktion‘, ‚naher Transfer‘ und ‚weiter Transfer‘, welche den

Schwerpunkt der vorliegenden Analyse bilden, zu vermitteln, werden für die jeweiligen Kombinationen mit den verschiedenen Wissensarten anschließend Beispiele präsentiert. Dadurch wird ersichtlich, dass sich Operatoraufgaben innerhalb einer kognitiven Anforderungsdimension je nach Wissensart in ihrem Aussehen und in ihrem Umfang stark unterscheiden können.

6.2.1.1 Aufgaben mit Reproduktion

Wie in Abbildung 6 dargestellt, wurden $n=254$ (36,2%) der insgesamt $N=701$ Operatoraufgaben als Reproduktion kategorisiert. In Tabelle 4 werden die Häufigkeiten der Reproduktionsaufgaben aufgeteilt nach Wissensart dargestellt (blau) sowie, für jeweils die verschiedenen Wissensarten, der Anteil an Aufgaben, die mit Reproduktion von Wissen kombiniert sind, an der Gesamtanzahl an Aufgaben der jeweiligen Wissensarten (rot). Zusätzlich werden zur Veranschaulichung Beispiele für entsprechende Operatoraufgaben angeführt.

Tabelle 4: Reproduktionsaufgaben ($N=254$) aufgeteilt nach Wissensart mit Beispielen

Wissensart	Häufigkeiten Reproduktionsaufgaben	Angabe in %	Häufigkeiten Wissensarten insgesamt	Angabe in %	Beispiel
Fakten	47	18,5%	56	83,9%	Bsp. 1: 92(1) Nenne die Bestandteile des Blutes.
Konzept	197	77,6%	519	38,0%	Bsp. 2: 70(1) Definiere den Begriff „Immunität“. Bsp. 3: 40(6) Erkläre den Ablauf der Fotosynthese.
Prozedur	8	3,1%	75	10,7%	Bsp. 4: 80(1) Skizziere den Bau eines Chloroplasten.
Konzept + Prozedur	2	0,8%	51	3,9%	Bsp. 5: 72(4) Erkläre mit Hilfe einer Skizze detailliert die Vorgänge an einer motorischen Endplatte.
Gesamt	254	100%	701	-	

Kombination ‚Reproduktion – Fakten‘

Tabelle 4 zeigt, dass die Kombination ‚Reproduktion-Fakten‘ auf $n=47$ (18,5%) der Operatoraufgaben zutrifft. Insgesamt wurde nur $N=56$ Aufgaben Faktenwissen zugewiesen, sodass in 83,9% ($n=47$) aller Aufgaben, die Faktenwissen umfassen, eine Reproduktionsleistung erfordert ist. Zudem wird in $n=45$ Fällen (95,7%, $N=47$) dieser Kombination der Operator „Nenne“ in der umformulierten Version verwendet, der auf das, der Definition von Faktenwissen entsprechende, Verbalisieren von isolierten Wissenseinheiten abzielt. In Beispiel 1 ist das Aufzählen der Blutbestandteile gefordert, ohne dabei auf Funktion oder Zusammenhänge einzugehen,. Alle $n=47$ Operatoraufgaben dieser Kombination wurden ausschließlich dem Deskriptor W1 (Biologische Vorgänge und Phänomene beschreiben und benennen) des Kompetenzmodells zugewiesen.

92(1) Nenne die Bestandteile des Blutes.⁹

Beispiel 1: (Thema Blut und Vererbung) ,Kombination Reproduktion – Fakten‘

Kombination ,Reproduktion – Konzept‘

Wie bereits erwähnt ist die Wissensart ,Konzept‘ die am häufigsten kategorisierte Wissensart, da sie in n=519 (74,0%) von N=701 Fällen zutrifft. Auf n=197 Operatoraufgaben, wobei es sich um 77,6% (N=254) der Reproduktionsaufgaben insgesamt handelt, trifft die Kombination ,Konzept – Reproduktion‘ zu. Jedoch erfordern nur 28,0% der N=519 Aufgaben mit Konzeptwissen insgesamt eine Reproduktionsleistung, da Konzeptwissen ebenso häufig mit nahem Transfer kombiniert wird.

Für n=98 Aufgaben der Kombination ,Konzept – Reproduktion‘ wird, wie auch in Beispiel 3, in der umformulierten Version der Operator „Erkläre“ verwendet. Zudem entfallen n=23 von insgesamt n=24 Verwendungen des Operators „Definiere“ auf diese Kombination. Das Definieren eines Begriffes geht über Faktenwissen hinaus, da dabei schon auf Zusammenhänge zwischen Wissensseinheiten eingegangen wird. Je nach Anzahl der zu definierenden Begriffe variiert die Komplexität der Operatoraufgabe.

Im Vergleich von Beispiel 2 und 3 wird deutlich, dass sich Aufgaben innerhalb der Kombination ,Konzept – Reproduktion‘ stark in ihrem Umfang unterscheiden können, da Beispiel 2 nur die Definition eines Begriffes verlangt, während Beispiel 3 die Erklärung des Ablaufs der Photosynthese umfasst.

70(1) Definiere den Begriff „Immunität“.

Beispiel 2: (Thema Immunsystem) Kombination ,Reproduktion – Konzept‘

40(6) Erkläre den Ablauf der Fotosynthese.

Beispiel 3: (Thema Fotosynthese Grundlagen) Kombination ,Reproduktion – Konzept‘

Kombination ,Reproduktion – Prozedur‘

Die Kombination ,Prozedur – Reproduktion‘ wurde n=8 Mal kategorisiert und trifft deshalb auf nur 3,1% der insgesamt N=254 Reproduktionsaufgaben zu. Prozeduren scheinen eher mit anderen kognitiven Anforderungsdimensionen kombiniert zu sein, da nur 10,7% der insgesamt N=75 Aufgaben mit Prozeduren eine Reproduktion erfordern. Wie in Beispiel 4, wird beim Reproduzieren einer Prozedur häufig eine Skizze verlangt.

80(1) Skizziere den Bau eines Chloroplasten.

Beispiel 4: (Fotosynthese) Kombination ,Reproduktion – Prozedur‘

⁹ Die Namen der Lehrpersonen, die die jeweiligen Maturaaufgaben erstellt haben, werden aus Anonymitätsgründen nicht genannt.

Dabei muss der Prüfling das angeeignete Wissen in einer anderen Darstellungsweise wiedergeben, sodass eine Transformation stattfindet und die Komplexität der Aufgabe dadurch erhöht wird. Aufgaben dieser Art könnten, wenn anstatt des fachlichen Inhaltes (Bau eines Chloroplasten) die Prozedur des Skizzierens in den Fokus gerückt wird, als Transfer einer Prozedur eingeordnet werden.

Kombination ,Reproduktion – Konzept + Prozedur‘

In manchen Fällen, so wie bei Beispiel 5, ist sowohl Konzeptwissen als auch prozedurales Wissen erfordert, sodass dieses als Wissensart ,Konzept + Prozedur‘ kombiniert mit der kognitiven Anforderungsdimension ,Reproduktion‘ kategorisiert wurde. Bei Beispiel 5 muss der Prüfling Vorgänge an der motorischen Endplatte erklären (Konzeptwissen) sowie diese auch korrekt skizzieren (prozedurales Wissen).

72(4) Erkläre mit Hilfe einer Skizze detailliert die Vorgänge an einer motorischen Endplatte.

Beispiel 5: (Bau und Funktion von Nervenzellen) Kombination ,Reproduktion – Konzept und Prozedur‘

6.2.1.2 Aufgaben mit nahem Transfer

Insgesamt wurden N=239 Operatoraufgaben als naher Transfer eingestuft, wobei in der folgenden Tabelle 5 diese Operatoraufgaben wiederum nach ihren zugehörigen Wissensarten aufgeteilt dargestellt werden.

Tabelle 5: Aufgaben mit nahem Transfer (N=239) aufgeteilt nach Wissensart mit Beispielen

Wissens- art	Häufigkeiten Reproduktions- aufgaben	Angabe in %	Häufigkeiten Wissensarten insgesamt	Angabe in %	Beispiel
Fakten	7	2,9%	56	12,5%	Bsp. 6: 65(1) Nenne ausgehend von der Abbildung die Hormondrüsen des menschlichen Körpers und ihre wichtigsten Produkte.
Konzept	198	82,8%	519	38,2%	Bsp. 7: 76(5) Beschrifte die wesentlichen Strukturen in Abbildung 1 (Zellorganell). Bsp. 8: 1(1) Beschreibe die Blutkreisläufe aus Material 1.
Prozedur	18	7,5%	75	24,0%	Bsp. 11: 15(1) Skizziere eine chemische Synapse.
Konzept + Prozedur	16	6,7%	51	31,4%	Bsp. 13: 35(2) Analysiere die Entwicklungsgeschichte der Lungenfische an Hand der fossilen Vorfahren aus verschiedenen Erdzeitaltern (Abb.) unter Bezugnahme der Grafik
Gesamt	239	100%	701	-	

Die kognitive Anforderungsdimension ,naher Transfer‘ tritt auffallend oft in Kombination mit einem Materialbezug auf. In n=208 (87,0%) von N=239 Fällen wird in der Aufgabenstellung

auf ein zusätzliches Material verwiesen. Das zeigt, dass der Prüfling in vielen Fällen die Wiedergabe von Wissensinhalten an ein beigelegtes Material anpassen muss. Dabei findet über die bloße Reproduktion von Inhalten hinaus eine Umorganisation von Wissen statt. Dieser Fall des nahen Transfers kann auch als ‚Abbildungstransfer‘ bezeichnet werden und beinhaltet noch einen sehr starken Reproduktionsanteil. In n=188 (90,4%) von N=208 Fällen der Kombination naher Transfer mit Materialbezug wird viel Reproduktion von Wissen verlangt.

Obwohl bei der Datenanalyse nie festgestellt werden kann, ob die idente Abbildung im Unterricht verwendet worden ist, wird davon ausgegangen, dass dies nicht der Fall ist. Selbst wenn dies der Fall wäre, so ist es sehr wahrscheinlich, dass der Prüfling sich in der Prüfungssituation nicht so genau an die im Unterricht verwendete Abbildung erinnern kann, dass es sich um eine bloße Reproduktion handeln würde. So kann eine einheitliche Kategorisierung ermöglicht werden.

Kombination ‚naher Transfer – Fakten‘

Alle n=7 Aufgaben der Kombination ‚naher Transfer – Fakten‘ können als ‚Abbildungstransfer‘ bezeichnet werden. Wie bei der Kombination ‚Reproduktion – Fakten‘ ist auch hier sehr häufig (n=6 von N=7 Fällen) der Operator „Nenne“ verwendet. Für eine erfolgreiche Bearbeitung von Beispiel 6 muss der Prüfling im Beispiel 6 die wichtigsten Hormondrüsen gedanklich reproduzieren sowie diese mit den in der Abbildung dargestellten Hormondrüsen abgleichen.

65(1) Nenne ausgehend von der Abbildung die Hormondrüsen des menschlichen Körpers und ihre wichtigsten Produkte.

Abbildung: menschlicher Körperumriss mit, der Lage entsprechend eingezeichneten Hormondrüsen¹⁰

Beispiel 6: (Thema Hormone) Kombination ‚naher Transfer – Fakten‘

Je nachdem, ob die in der Abbildung dargestellten Hormondrüsen mit denen, die der Prüfling sich im Lernprozess angeeignet hat, übereinstimmen, variiert der Anteil der Transferleistung. Da jedoch nie genau bestimmt werden kann, in welcher Form sich der Prüfling das Wissen angeeignet hat, kann das Ausmaß der tatsächlichen Transferleistung nicht beurteilt werden. Dies gilt für alle Aufgaben mit nahem Transfer.

Kombination ‚naher Transfer – Konzept‘

Wie in Tabelle 5 dargestellt, treten die meisten der Aufgaben mit nahem Transfer (82,8%) in Kombination mit einem Konzept auf. Auch wenn die Unterform ‚Abbildungstransfer‘ nicht separat kategorisiert wurde, so lässt der bei n=175 von insgesamt N=198 Fällen der

¹⁰ Die Abbildung darf aufgrund von Urheberrechten nicht angezeigt werden. Dieser Vermerk gilt für alle Aufgabenbeispiele, bei denen die Abbildung nur verbal beschrieben wird und nicht eingefügt worden ist.

Kombination ‚naher Transfer – Konzept‘ vorhandene Materialbezug vermuten, dass bei dieser Kombination eine hohe Anzahl an Aufgaben mit ‚Abbildungstransfer‘ auftreten dürfte.

Dabei können je nach Darstellungsweise der Antwort unterschiedliche Formen von ‚Abbildungstransfer‘ unterschieden werden. Einerseits gibt es Aufgaben, wie Beispiel 7, bei denen der Prüfling sein Wissen in der Abbildung ergänzen muss.

76(5) Beschrifte die wesentlichen Strukturen in Abbildung 1.

Abbildung 1: Abbildung eines Mitochondriums.

Beispiel 7: (Thema Zellatmung) Kombination ‚naher Transfer – Konzept‘ und Materialbezug

Geht man davon aus, dass die Abbildung dem Prüfling nicht bekannt ist, so muss der Prüfling nur in der Abbildung dargestellte Bestandteile beschriften, was zu einem Umorganisieren von angeeignetem Wissen führen kann. Während bei Beispiel 4 (siehe Kombination ‚Reproduktion – Konzept‘) einzig eine Wiedergabe von Wissen in einer anderen Darstellungsweise (Skizze) gefordert wird, ist bei Beispiel 7 die Wiedergabe des Wissens durch die Vorgabe einer Objektdarstellung beeinflusst. Die Datenanalyse zeigt, dass bei Aufgaben mit nahem Transfer und Konzeptwissen sowie Materialbezug (N=175) insgesamt n=32 Mal die Operatoren „Skizziere“, „Ergänze“ oder „Benenne“ verwendet werden.

Andererseits gibt es Aufgaben, die vom Prüfling verlangen, Informationen aus der Abbildung zu entnehmen und angepasst an diese erhaltene Information ein Konzept zu erklären. In Beispiel 8 muss der Prüfling zum Beispiel die Erklärung des Blutkreislaufs an die beiden schematischen Prozessdarstellungen anpassen.

1(1) Beschreibe die Blutkreisläufe aus Material 1.

Material 1: Blutkreislauf eines erwachsenen Menschen und der eines ungeborenen Kindes. Sauerstoffreiches Blut ist rot, sauerstoffarmes Blut blau und Mischblut violett dargestellt.

Beispiel 8: (Thema Blutkreisläufe) Kombination ‚naher Transfer – Konzept‘ mit Materialbezug

Im Vergleich dazu ist bei Beispiel 2 die Reproduktion des Ablaufs der Photosynthese in der gleichen Weise möglich, wie der Prüfling sich diesen angeeignet hat. Dieser Form des ‚Abbildungstransfers‘ entsprechende Operatoren wie „Erkläre“ und „Erläutere“ werden in n=76 der N=175 Aufgaben, die nahen Transfer, Konzeptwissen und Materialbezug aufweisen, verwendet.

Neben dem sogenannten ‚Abbildungstransfer‘, wird von vielen Aufgaben mit nahem Transfer die Durchführung eines Vergleichs gefordert. Von insgesamt N=198 Aufgaben der Kombination ‚naher Transfer – Konzept‘ wird in n=28 Fällen der Operator „Vergleiche“ verwendet. Beispiel 9 zum Thema Schilddrüse und Hormonsystem erfordert vom Prüfling einen Vergleich nach bestimmten Kriterien durchzuführen. Der Schüler oder die Schülerin verfügt über Wissen zum Hormonsystem und zum Nervensystem, jedoch kann er oder sie

dieses nicht in der Form wiedergeben, in der es gelernt wurde, sondern muss dieses nach bestimmten, vorgegebene Kriterien umorganisieren.

50(4) Vergleiche das Hormonsystem und das Nervensystem als Organsysteme für die Informationsübertragung im Körper bezüglich ihrer Eigenschaften und ihrer Arbeitsweise.

Beispiel 9: (Thema Hormonsystem) Kombination ‚naher Transfer - Konzept‘ mit Operator "Vergleiche"

Vergleiche können auch in Kombination mit einem ‚Abbildungstransfer‘ auftreten, wenn der Prüfling, wie in Beispiel 10, zwei verschiedene Materialien nach bestimmten Kriterien vergleichen muss.

17(2) Vergleiche die Wirkungsweise, Vorteile und Nachteile von aktiver und passiver Immunisierung mit Hilfe von Material 2.

Material 2: schematische Prozessdarstellung des Ablaufs der beiden Impfvorgänge

Beispiel 10: (Thema Immunsystem) Kombination ‚naher Transfer – Konzept‘ mit Operator "Vergleiche" sowie Materialbezug

Kombination ‚naher Transfer – Prozedur‘

In n=18 Fällen von insgesamt N=239 Aufgaben mit nahem Transfer ist dieser mit einer Prozedur kombiniert. Aufgaben, die eine Skizze erfordern, können wie bereits erwähnt je nachdem, ob der Fokus auf dem darzustellenden Wissensinhalt oder auf der Prozedur des Skizzierens liegt, als Reproduktion eines Konzeptes oder als naher Transfer einer Prozedur kategorisiert werden. Beispiel 9 wurde als naher Transfer einer Prozedur eingestuft. Dieses Beispiel ist jedoch sehr ähnlich zu Beispiel 4 (80(1) Skizziere den Bau eines Chloroplasten), welches repräsentativ für die Kombination ‚Reproduktion – Konzept‘ ausgewählt wurde.

15(1) Skizziere eine chemische Synapse.

Beispiel 11: (Thema Aufgaben einer Synapse) Kombination ‚naher Transfer – Prozedur‘

Eine weitere, mehrfach geforderte Prozedur ist das Analysieren eines Diagramms oder einer Statistik, wie in Beispiel 12.

3(6) Analysiere Material 2 im Hinblick auf die Veränderungen des BMIs bzw. die Anzahl der Diabetes Erkrankten im angegebenen Zeitraum.

Material 2: Diagramm 1 stellt die Beziehung zwischen Risiko für Diabetes-Erkrankung und BMI dar und Diagramm 2 die Anzahl an Erkrankungen im historischen Verlauf

Beispiel 12: (Thema Diabetes) Kombination ‚naher Transfer – Prozedur‘ mit Operator „Analysiere“

Einige dieser Art von Aufgaben, die die Prozedur Diagramm interpretieren verlangen, wurden auch der Anforderungsdimension ‚weiter Transfer‘ zugeordnet. Insgesamt wurde der Operator „Analysiere“ n=17 Mal (30,9%) bei insgesamt N=55 Aufgaben mit nahem oder weitem Transfer und Wissensart ‚Prozedur‘ verwendet.

Kombination ‚naher Transfer – Konzept + Prozedur‘

Bei manchen Aufgaben wurde hinsichtlich der Wissensart sowohl Konzeptwissen als auch prozedurales Wissen kategorisiert, da in diesen Fällen keine ausschließende Zuordnung getroffen werden konnte. Insgesamt sind n=16 Aufgaben dieser Wissensart mit nahem Transfer kombiniert. Bei Beispiel 13 muss der Prüfling biologische Vorgänge hinsichtlich evolutionsbiologischen Kriterien analysieren (Prozedur), jedoch handelt es sich gleichzeitig um Wissen zur evolutionsbiologischen Entwicklungsgeschichte (Konzeptwissen). ‚Biologische Phänomene in einen evolutionären Zusammenhang einordnen‘ kann somit einerseits für die wissenschaftliche Disziplin der Biologie spezielles prozedurales Wissen oder andererseits Konzeptwissen sein.

35(2) Analysiere die Entwicklungsgeschichte der Lungenfische an Hand der fossilen Vorfahren aus verschiedenen Erdzeitaltern (Abb.) unter Bezugnahme der Grafik a.

Abbildung: schematische Objektdarstellung fossiler Vorfahren (Lepidosiren, Protopterus, Ceratodus, Uronemus, Phaneropteron, Scaumenacia, Pentlandia, Dipterus)

Grafik a: Diagramm zeigt den Grad an Übereinstimmung des Australischen Lungenfisches (Neoceratodus forsteri) mit fossilen Vorfahren im Verlauf zwischen 350 Millionen Jahre und heute

Beispiel 13: (Thema lebende Fossilien) Kombination ‚naher Transfer – Konzept + Prozedur‘

Weitere Beispiele dieser Art umfassen zum Beispiel die Analyse eines Karyogramms oder eines Stammbaums. Insgesamt wurde in n=12 von N=16 Fällen dieser Kombination der Operator „Analysiere“ verwendet.

Nichtsdestotrotz konfrontieren die meisten der als naher Transfer eingestuften Aufgaben Prüflinge nicht mit unbekannten Anwendungssituationen, sodass auf diese kognitive Anforderungsdimension zutreffende Operatoraufgaben von anderen Autoren auch als Reproduktion eingestuft werden könnten. In der vorliegenden Arbeit werden Aufgaben mit nahem Transfer jedoch von Reproduktion unterschieden, da sie eine Zwischenstufe von Reproduktion und weitem Transfer darstellen. Im Anschluss an Sonderfälle der Kategorien ‚Reproduktion‘ und ‚naher Transfer‘, werden Aufgaben mit weitem Transfer hinsichtlich der zugehörigen Wissensarten analysiert.

6.2.1.3 Sonderfälle der kognitiven Anforderungsdimensionen

In einigen wenigen Fällen wurden Operatoraufgaben zwar als Reproduktion oder naher Transfer kategorisiert, jedoch unterscheiden sich diese von zuvor präsentierten Aufgabenstellungen. Bei manchen Aufgaben, wie in Beispiel 14 und 15, ist das Zusammenfassen eines Textes gefordert. Insgesamt wird der Operator „zusammenfassen“ n=5 Mal in Kombination mit der Wissensart Prozedur verwendet, wobei drei dieser Operatoraufgabe zu Reproduktion zugeordnet wurden (Beispiel 14) und zwei als naher Transfer eingestuft wurden (Beispiel 15).

70(9): Fasse die Ursachen des Anstiegs von Allergien aus dem Text in Material 5 zusammen.

Material 5: Text mit Gründe für Zunahme von Allergien.

Beispiel 14: (Thema Immunsystem) Sonderfall Kombination ‚Reproduktion - Konzept‘

7(9): Fasse Pro und Contra des Tests aus dem Text in Material 3 zusammen.

Material 3: Zeitungsartikel mit Titel „Schweiz erlaubt Down-Syndrom-Tests für Embryos“

Beispiel 15: (Thema Humangenetik) Sonderfall Kombination ‚naher Transfer-Konzept‘

Je nachdem, ob der Prüfling, wie in Beispiel 14, Aspekte des Textes bloß wiedergeben oder, wie in Beispiel 15, darüber hinaus nach bestimmten Aspekte des Textes zusammenfassen soll, unterscheidet sich die Kategorisierung der kognitiven Anforderungsdimension. Diese Aufgaben stellen jedoch einen Sonderfall dar, da sie nicht wie bei anderen Reproduktionsaufgaben die Wiedergabe von angeeignetem Wissens und nicht wie in Fällen mit nahem Transfer ein Umorganisieren von angeeignetem Wissen verlangen, sondern das Wiedergeben eines kurz zuvor gelesenen Textes erfordern. Diese Sonderfälle testen somit hauptsächlich das Textverständnis des Prüflings, wobei diese kognitive Anforderungsdimension nicht als Dimension im Kategoriensystem der vorliegenden Arbeit vorkommt. Um für zukünftige Kategorisierungen eine passende Zuordnung der nicht sogenannten Sonderfälle zu ermöglichen, könnte somit die kognitive Anforderungsdimension ‚Rezipieren ohne beziehungsweise mit Transformation‘ wie bei Jatzwauk (2007) übernommen werden.

6.2.1.4 Aufgaben mit weitem Transfer

In Tabelle 6 werden die Häufigkeiten der Aufgaben mit weitem Transfer (N=125) aufgeteilt nach Wissensarten dargestellt.

Tabelle 6: Aufgaben mit weitem Transfer (N=125) aufgeteilt nach Wissensarten mit Beispielen

Wissens-art	Häufigkeiten Reproduktionsaufgaben	Angabe in %	Häufigkeiten Wissensarten insgesamt	Angabe in %	Beispiel
Fakten	2	1,6%	56	3,6%	Bsp. 16: 94(7) Nenne die Genotypen und Phänotypen der Nachkommen.
Konzept	65	52,0%	519	12,5%	Bsp. 17: 97(11) Begründe anhand der persönlichen Situation, für welche Verhütungsmethode sich die vier nachstehenden Paare entscheiden sollten [...].
Prozedur	37	29,6%	75	49,3%	Bsp. 19: 33(7) Analysiere das Verhalten [des Hundes] im Sinne der Verhaltensbiologie.
Konzept + Prozedur	21	16,8%	51	41,2%	Bsp. 20: 80(6) Analysiere die Messergebnisse in Material 4 und 5, inwiefern die Faktoren die Fotosyntheserate beeinflussen.
Gesamt	125	100%	701	-	

Bei der kognitiven Anforderungsdimension ‚weiter Transfer‘ (N=125) treten mehr als die Hälfte (n=65; 52,0%) in Verbindung mit Konzeptwissen, weitere n=37 (29,6%) Aufgaben mit Prozeduren und weitere n=21 (16,8%) mit Konzept + Prozedur auf. Betrachtet man die Häufigkeiten der einzelnen Wissensarten insgesamt, so ergibt sich ein etwas anderes Bild. Es treten 49,3% der insgesamt N=75 Aufgaben mit Prozeduren in Kombination mit weitem Transfer auf, während nur 12,5% der insgesamt N=519 Aufgaben mit Konzepten in Kombination mit der Anforderungsdimension ‚weiter Transfer‘ auftreten. Insgesamt kommen Prozeduren im Vergleich zu den anderen kognitiven Anforderungsdimensionen am häufigsten kombiniert mit weitem Transfer vor (n=37; 49,3% aller Aufgaben mit Prozeduren). Jedoch ist diese Wissensart insgesamt viel weniger oft vertreten als Konzeptwissen, sodass in absoluten Zahlen gesehen, mehr weite Transfer Aufgaben mit Konzeptwissen als mit Prozeduren vorliegen. Das zeigt aber, dass sich die kognitive Anforderungsdimension ‚weiter Transfer‘ am besten dafür eignen dürfte, prozedurales Wissen abzufragen.

Auch 41,2% (n=21) der Aufgaben mit kombinierter Wissensart ‚Konzept + Prozedur‘ (N=51) treten in Verbindung mit weitem Transfer auf. Faktenwissen spielt in Kombination mit dieser kognitiven Anforderungsdimension eine nur sehr untergeordnete Rolle, da es nur n=2 Mal vorkommt.

Kombination ‚weiter Transfer – Konzept‘

In n=65 Fällen wird weiter Transfer mit Konzeptwissen kombiniert. In Beispiel 16 muss der Prüfling sein Wissen über Verhütungsmethoden, das der Wissensart Konzept entsprechen würde, in einem ihm oder ihr unbekannten Kontexten anwenden. Der Operator „Begründe“ wird in ähnlicher Weise n=16 Mal von insgesamt N=65 Aufgaben dieser Kombination verwendet.

97(11) Begründe anhand der persönlichen Situation, für welche Verhütungsmethode sich die vier nachstehenden Paare entscheiden sollten, um eine optimale Lösung zu finden (Mehrfachantworten sind möglich).

Nicole & Peter:

Nicole und Peter sind gerade in eine neue Stadt gezogen. Peter hat dort die Möglichkeit, in seinem Traumberuf richtig Fuß zu fassen, Nicole fehlen noch die letzten Prüfungen, um ihr Studium zu beenden. Die beiden sind schon mehr als fünf Jahre ein glückliches Paar. Sobald Nicole ihr Studium beendet und Peter sich beruflich „eingelebt“ hat, möchten sie ihr gemeinsames Glück mit einem Kind krönen. Sie hoffen, dass sie in etwa einem Jahr mit der Familienplanung beginnen können.

Welche Verhütungsmethode ist für Nicole & Peter geeignet?

☐ Hormonimplantat ☐ Kondom ☐ Spirale ☐ Sterilisation des Mannes

(Quelle: abgeändert nach Eduversum GmbH 2015)

Beispiel 16: (Thema Fortpflanzung Mensch, Zyklus, Verhütung) Kombination ‚weiter Transfer – Konzept‘

Bei Beispiel 17 muss der Prüfling Konzeptwissen zur Vererbungsweise der Blutgruppen in einem neuartigen Kontext, der eine fiktive Problemsituation umfasst, anwenden.

In einem Blutlabor sind die befüllten Abnahmeröhrchen von den Kindern vier verschiedener Familien durcheinandergeraten. In Material 2 sind die 4 Elternpaare und die 4 Kinder abgebildet.

92(7) Erkläre die Vererbungsweise der Blutgruppen anhand des oben angeführten Rätsels.

Kinder:	Lisa: A/Rh ⁺	Astrid: 0/Rh ⁻	Jordi: A/rh ⁻	Sven: AB/Rh ⁺
---------	-------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------

Elternpaar 1: A/rh ⁻ + B/rh ⁻
Elternpaar 2: AB/Rh ⁺ + 0/Rh ⁺
Elternpaar 3: A/rh ⁻ + B/rh ⁺
Elternpaar 4: 0/Rh ⁺ + A/Rh ⁺

(Quelle: abgeändert nach Biegl 2015, S.52)

Beispiel 17: (Thema Blut und Vererbung) Kombination ‚weiter Transfer und Konzept‘

Insgesamt ist bei n=55 von N=65 Operatoraufgaben dieser Kombination ein Material beigelegt. Dieses Material stellt bei vielen Operatoraufgaben den neuartigen Kontext dar. Jedoch unterscheiden sich diese von den sogenannten ‚Abbildungstransfers‘, da bei diesen Aufgaben mit weitem Transfer Wissen in einer neuartigen Situation in Anwendung gebracht wird und nicht nur vor dem Hintergrund einer unbekannten Objekt- oder Prozessdarstellung reproduziert werden muss. Das kann sehr gut an den, für die kognitive Anforderungsdimension ‚weiter Transfer‘ ausgewählten, repräsentativen Beispielen 16 und 17 erkannt werden.

Kombination ‚weiter Transfer – Prozedur‘

Auf n=37 Operatoraufgaben trifft die Kombination ‚weiter Transfer – Prozedur‘ zu. Da in einer Prüfungssituation manche Prozeduren nur eingeschränkt ausgeführt werden können, ist es eine Möglichkeit diese nur imaginär durchzuführen. Beispiel 18 ist dem Themenbereich Verhaltensbiologie zuzuordnen und verlangt die Anwendung der Prozedur ‚Beobachten von Verhaltensweisen‘ auf eine fiktive, gedankliche Situation.

Stelle dir vor, du hättest 2 junge Hunde erhalten, 8 Wochen alt, nach Abschluss der Sozialisierungsphase. Du beobachtest sie in zwei verschiedenen Situationen.

33(7) Analysiere das Verhalten im Sinne der Verhaltensbiologie.

a) Die Hunde sind in ein Verfolgungsspiel vertieft. Der Rüde jagt die Hündin. Plötzlich erfolgt ein Rollentausch. Die Hündin wird zum Jäger, der Rüde flüchtet. Mehrmals kehren sich die Positionen um. Unerwartet zeigt der Rüde aggressives Verhalten: er stößt sie zu Boden, stellt sich darüber mit gesträubtem Fell, zähnefletschend und knurrend. Die Hündin liegt am Rücken, winselnd mit eingeklemmter Rute. Der Rüde beißt nicht zu! Die Hunde trennen sich ruhig und traben auseinander.

Beispiel 18: (Thema Ethologie) Kombination ‚weiter Transfer und Prozedur‘

Aufgaben mit weitem Transfer, die prozedurales Wissen im Sinne eines experimentellen Bezugs aufweisen werden zudem in einem späteren Kapitel analysiert.

Kombination ‚weiter Transfer – Konzept + Prozedur‘

Bei insgesamt n=21 Beispielen mit weitem Transfer wurde sowohl die Wissensart Konzept als auch Prozedur kategorisiert. Zum Beispiel ist bei Beispiel 19 die Prozedur ‚Diagramm analysieren‘ gefragt. Jedoch ist eine Beschreibung des Diagramms nicht ausreichend, da die

Fragestellung zusätzlich eine Interpretation intendiert. Mit Hilfe des Diagrammes kann nur eingeschränkt und nicht in dem Ausmaß, wie im Erwartungshorizont verlangt, beurteilt werden, welche Auswirkung bestimmte Faktoren auf die Fotosyntheserate haben, sodass zusätzliches Konzeptwissen benötigt wird.

80(6) Analysiere die Messergebnisse in Material 4 und 5, inwiefern die Faktoren die Fotosyntheserate beeinflussen.

Material 4: Ergebnis einer Messung der Fotosyntheseleistung in Abhängigkeit zur Temperatur

Material 5: Fotosyntheseleistung bei steigender CO₂ - Rate

Beispiel 19: (Thema Fotosynthese) Kombination ‚weiter Transfer - Konzept + Prozedur‘

Im Unterricht werden meist genetische Erkrankungen behandelt. Der Prüfling muss nun bei Beispiel 20 dieses fachliche Wissen und zusätzlich prozedurales Wissen, das für das Interpretieren eines Karyogramm erforderlich ist, aufrufen, um die Frage beantworten zu können. Das angefügte Karyogramm eines Menschen repräsentiert für den Prüfling eine unbekannte Anwendungssituation.

105(10) Analysiere das Karyogramm in Material 3 hinsichtlich aller Informationen, die sich über die betreffende Person ableiten lassen.

Material 3: menschliches Karyogramm mit Trisomie 21

Beispiel 20: (Thema Trisomie) Kombination ‚weiter Transfer – Konzept + Prozedur‘

Im nächsten Kapitel wird versucht, das Ausmaß an Wissensreproduktion über die, als Reproduktion eingestuften Aufgaben hinaus zu bestimmen.

6.2.2 Reproduktion von Wissen in mündlichen Maturaaufgaben

Da vermutet wird, dass Reproduzieren von Wissen nicht nur in den, als Reproduktionsaufgaben eingestuften Operatoraufgaben einen zentralen Stellenwert einnimmt, sondern auch bei Aufgaben mit Transfer- oder Reflexionsleistung für ein erfolgreiches Lösen der Aufgabenstellung eine Voraussetzung darstellen könnte, wird zusätzlich zur Zuordnung zu einer der kognitiven Anforderungsdimensionen jede Operatoraufgabe, die nicht als bloße Reproduktion kategorisiert wird, im Hinblick auf die Kategorie ‚Transfer oder Reflexionsaufgabe verlangt viel Reproduktion von Wissen‘ beurteilt. Operatoraufgaben, auf die diese Variable zutrifft, werden im Folgenden als ‚reproduktionslastig‘ bezeichnet.

Insgesamt wurden somit bei dieser Kategorie Häufigkeiten für N=447 Operatoraufgaben berechnet, wobei n=326 Mal (72,9%) ‚zutreffend‘ und n=121 Mal (27,1%) ‚nicht zutreffend‘ ausgewählt wurde. In Abbildung 9 wird die Anzahl der reproduktionslastigen

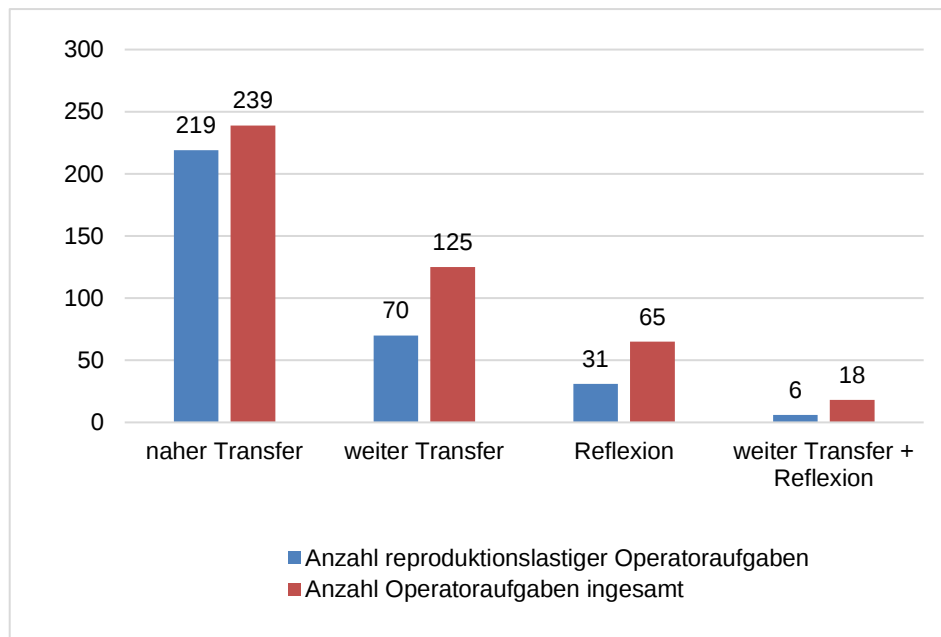


Abbildung 9: Anteil reproduktionslastiger Operatoraufgaben (n=326) an Häufigkeiten insgesamt (N=447) aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen

Operatoraufgaben jeder kognitiven Anforderungsdimension im Vergleich zu jeweils der Gesamthäufigkeit jeder kognitiven Prozessdimension dargestellt. Die Anforderungsdimension ‚Reproduktion‘ wird nicht berücksichtigt, da, wie bereits erläutert, für diese die Kategorie ‚Transfer oder Reflexionsaufgabe verlangen viel Reproduktion von Wissen‘ nicht kategorisiert wurde.

Abbildung 9 zeigt, dass n=219 Operatoraufgaben mit nahem Transfer von insgesamt N=239 als reproduktionslastig kategorisiert wurden. Somit erfordern 91,6 % der Aufgaben mit nahem Transfer viel Reproduktion von Wissen. Betrachtet man die zuvor präsentierten Beispielaufgaben für diese kognitive Anforderungsdimension, so wird deutlich, dass diese Aufgaben im Hinblick auf die geforderte kognitive Anforderung sehr ähnlich zu einer Reproduktionsaufgabe sind. Somit überrascht es nicht, dass Aufgaben der Variante ‚Abbildungstransfer‘ oder mit Operator „Vergleiche“ als reproduktionslastig eingestuft werden. Aufgaben mit nahem Transfer, die keine oder nur sehr wenig Reproduktion erfordern (n=20 von N=239), verlangen fast ausschließlich die Analyse oder Beschreibung eines Materials, wie zur Veranschaulichung in Beispiel 21. Hier muss der Prüfling Informationen aus der Tabelle entnehmen, um eine Aussage über den Pearl-Index der jeweiligen Verhütungsmethoden treffen zu können.

97(9) Analysiere Material 3 auf Verhütungsmethoden, die einen besonders hohen Pearl-Index aufweisen.

Material 3: Liste verschiedener Verhütungsmethoden, zu denen folgende Informationen, wie beispielhaft in der nachfolgenden Tabelle für die Pille angeführt, präsentiert werden

Verhütungsmethode	Pearl-Index	Wirkung	Dauer der Wirkung	Anwendung	Anwender	Schutz vor sexuell übertragbaren Krankheiten
Die Pille	0,1-0,9	hormonell	Dauer der Einnahme. Einige Monate nach Absetzen ist ein unregelmäßiger Zyklus möglich.	Die Frau schluckt jeden Tag zur gleichen Zeit eine Pille. Je nach Pillenart variiert die Einnahmezeit.	Frau	nein

(Quelle: abgeändert nach Eduversum GmbH 2015)

Beispiel 21: (Thema Fortpflanzung Mensch, Zyklus, Verhütung) Aufgabe mit nahem Transfer ohne Reproduktion von Wissen

Auch wenn bei den höheren kognitiven Anforderungsdimensionen die Wissensreproduktion nicht im Vordergrund stehen sollte, so wurde dennoch festgestellt, dass sehr viele der Aufgaben mit weitem Transfer und/oder Reflexion eine für das Lösen der Aufgabenstellung nicht umgängliche Reproduktionsleistung inkludieren. Wie in Abbildung 9 dargestellt wurden von insgesamt N=125 Aufgaben mit weitem Transfer n=70 (56,0%) als reproduktionslastig eingestuft. Ebenfalls zirka die Hälfte (47,7%) der N=65 Aufgaben mit Reflexion und ein Drittel (33,3%) der insgesamt N=18 Aufgaben mit weitem Transfer + Reflexion verlangen viel Reproduktion von Wissen.

Beispiel 22 zeigt eine weite Transfer Aufgabe, bei der Reproduktion eine untergeordnete Rolle spielt, während Beispiel 23 und 24 Aufgabestellungen mit weitem Transfer darstellen, bei denen eine Reproduktion von Wissen verlangt wird.

78(3) Analysiere den vorliegenden Blutbefund (Material 1) auf Abweichungen vom Referenzbereich!

Material 1: authentischer Blutbefund

Beispiel 22: (Thema Kreislaufsysteme) weiter Transfer – Transfer- oder Reflexionsaufgabe verlangt viel Reproduktion trifft nicht zu

50(6) Entwickle ein Schema für den Regelkreis zur Steuerung des Thyroxingehalts im Blut.

Beispiel 23: (Thema Hormone) weiter Transfer – Transfer- oder Reflexionsaufgabe verlangt viel Reflexion trifft zu

64(11) „In extremen Stresssituationen weitet sich die Pupille – der Körper ist in einer *fight or flight* Situation!“ Erkläre diese Tatsache im Zusammenhang mit einem bestimmten Teil des Nervensystems.

Beispiel 24: (Thema Auge) weiter Transfer – Transfer- oder Reflexionsaufgabe verlangt viel Reflexion trifft zu

Addiert man die Anzahl der Aufgaben mit Reproduktion (n=254) und die Anzahl jener Aufgaben, die, trotz übergeordneter, kognitiver Anforderungsdimension, ebenfalls viel Reproduktion von Wissen erfordern (n=326), so kann eine Einschätzung über den Stellenwert

von Reproduktion von Wissen in mündlichen Maturaaufgaben getroffen werden. Abbildung 10 veranschaulicht, dass 82,7 % der N=701 Operatoraufgaben primär oder zusätzlich einen hohen Anteil an Reproduktion verlangen (blau). Nur n=121 Aufgaben (17,3%) der Aufgaben (rot) verlangen nicht viel Reproduktion von Wissen.

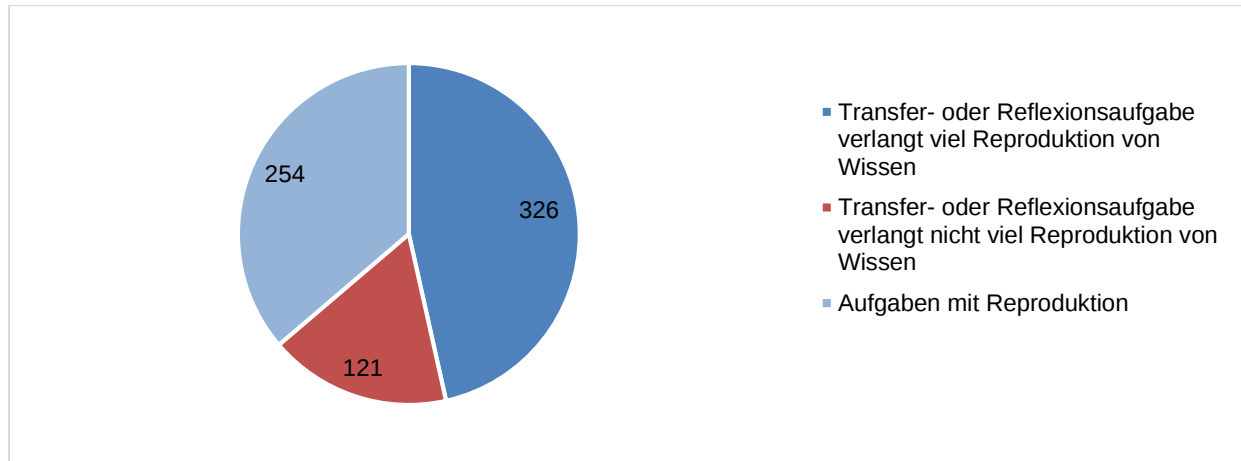


Abbildung 10: Anteil der Reproduktionsaufgaben und der reproduktionslastigen Aufgaben (blau) an Gesamtanzahl (N=701)

6.2.3 Kognitive Anforderungsdimensionen und Lebensweltbezug

Wie in Abbildung 11 veranschaulicht, sind nur zirka ein Drittel (32,8%) der insgesamt N=701 Aufgaben durch einen Lebensweltbezug gekennzeichnet, wobei nur 21,3% insgesamt einen authentischen Lebensweltbezug inkludieren.

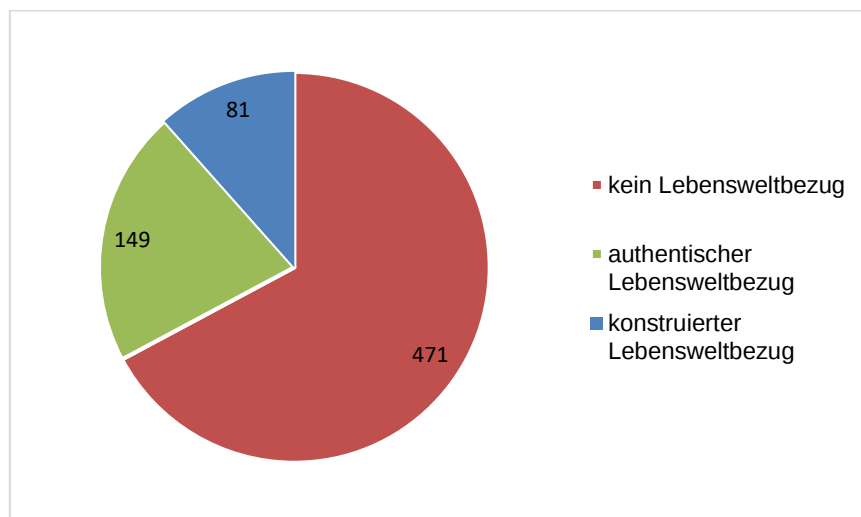


Abbildung 11: Häufigkeiten der Kategorie Lebensweltbezug (N=701)

Es stellt sich die Frage, ob die Kategorie Lebensweltbezug mit der Verwendung von Material in Verbindung gebracht werden kann. Von den insgesamt N=230 Aufgaben mit authentischem oder konstruiertem Lebensweltbezug inkludieren n=144 (62,6%) einen Materialbezug und von den N=471 Aufgaben ohne Lebensweltbezug verweisen n=220 Aufgaben (46,7%) auf ein Material. Somit kann ein Materialbezug ungefähr gleichermaßen bei Aufgaben mit als auch

Aufgaben ohne Lebensweltbezug gefunden werden, jedoch könnte sich das Material von Aufgaben mit und ohne Lebensweltbezug in der Repräsentationsform unterscheiden. Diese Vermutung kann aufgrund noch ausstehender Quantifizierung der Kategorien Repräsentationsform der Aufgabe und Antwort zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht nachgewiesen werden.

Zudem soll untersucht werden, ob Unterschiede bezüglich Aufgaben mit verschiedenen kognitiven Anforderungsdimensionen festgestellt werden können. Um die kognitiven Anforderungsdimensionen im Hinblick auf die Kategorie ‚Lebensweltbezug‘ vergleichen zu können, wird in Tabelle 7 die Anzahl der Aufgaben ohne Lebensweltbezug beziehungsweise mit konstruiertem oder authentischem Lebensweltbezug für jede kognitive Anforderungsdimension dargestellt.

Tabelle 7 Häufigkeiten Lebensweltbezug aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen

Ausprägungen der Kategorien	Reproduktion	Naher Transfer	Weiter Transfer	Reflexion	Weiter Transfer + Reflexion	Gesamt
Kein Lebensweltbezug	219 86,2%	198 82,9%	39 31,2%	15 23,0%	0 0,0%	471
Authentischer Lebensweltbezug	30 11,8%	29 12,1%	54 43,2%	25 38,5%	11 61,1%	149
Konstruierter Lebensweltbezug	5 2,0%	12 5,0%	32 25,6%	25 38,5%	7 38,9%	81
Gesamt	254	239	125	65	18	701

Ein Vergleich der kognitiven Anforderungsdimensionen hinsichtlich der Kategorie ‚Lebensweltbezug‘ ist zusätzlich graphisch mit Hilfe von Abbildung 12 veranschaulicht, indem diese die prozentuellen Häufigkeiten der Kategorie ‚Lebensweltbezug‘ für jede der kognitiven Anforderungsdimensionen darstellt.

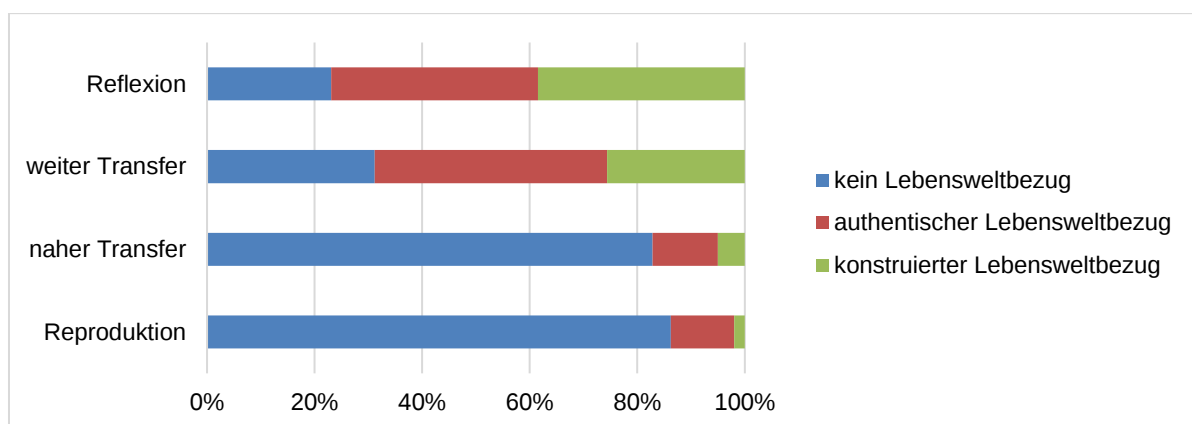


Abbildung 12: Prozentuelle Verteilung der Häufigkeiten der Kategorie ‚Lebensweltbezug‘ (N=701) für jede der kognitiven Anforderungsdimensionen

Im Hinblick auf Unterschiede zwischen kognitiven Anforderungsdimensionen kann somit festgestellt werden, dass der Anteil an Aufgaben mit Lebensweltbezug mit höheren kognitiven

Anforderungsdimensionen zunimmt. Wie in Abbildung 12 dargestellt, sind zum Beispiel $n=219$ (86,2%) der $N=254$ Reproduktionsaufgaben ohne Lebensweltbezug, während nur $n=39$ (31,2%) von insgesamt $n=125$ Aufgaben mit weitem Transfer keinen Lebensweltbezug aufweisen. Aufgaben mit weitem Transfer ($N=125$) sind insgesamt am häufigsten ($n=54$; 43,2%) mit einem authentischen Lebensweltbezug kombiniert. Nur $n=15$ (23,0%) von $N=65$ Aufgaben mit Reflexion weisen keinen Lebensweltbezug auf. Dabei handelt es sich im Vergleich mit den anderen kognitiven Anforderungsdimensionen um den niedrigsten Anteil an Aufgaben ohne Lebensweltbezug.

Es stellt sich umgekehrt die Frage, Aufgaben welcher kognitiven Anforderungsdimension am häufigsten einen authentischen Lebensweltbezug aufweisen. Es kann festgestellt werden, dass die meisten ($n=54$; 36,2%) der $N=149$ Aufgaben mit authentischem Lebensweltbezug mit einem weiten Transfer kombiniert werden.

6.2.4 Kognitive Anforderungsdimensionen und Offenheit

Insgesamt sind nur $n=27$ (3,9%) der insgesamt $N=701$ Aufgaben als divergent eingestuft worden. Im Folgenden werden somit diese seltenen Fälle näher beleuchtet. Abbildung 13 zeigt die als divergent kategorisierten Aufgaben aufgeteilt nach kognitiver Anforderungsdimension. Es wird vermutet, dass divergente Aufgabenstellung mit einem höheren kognitiven Anforderungsdimensionen in Verbindung gebracht werden können.

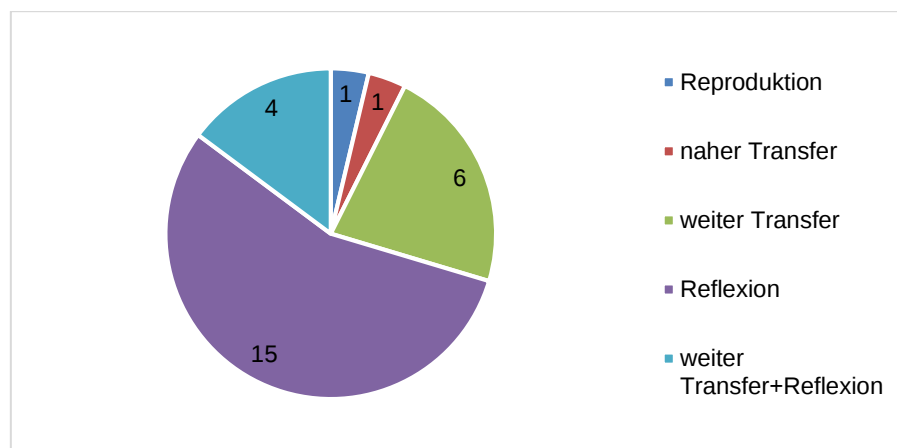


Abbildung 13: Häufigkeiten der divergenten Aufgaben ($N=27$) aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen

Wie Abbildung 13 veranschaulicht, sind mehr als die Hälfte (55,6%, $n=15$) der gesamten divergenten Aufgabenstellungen ($N=27$) als Reflexion, weitere $n=6$ (22,2%) divergente Aufgabenstellungen als weiter Transfer und $n=4$ dieser Art als weiter Transfer und Reflexion eingeordnet worden. Insgesamt entsprechen $n=25$ (92,6%) von allen divergenten Aufgaben ($N=27$) einem höheren kognitiven Anforderungsniveau als nahem Transfer. Es kann somit

allgemein festgestellt werden, dass Reproduktionsaufgaben im Normalfall nicht mehrere Lösungswege ermöglichen zu scheinen. Schließlich stellt das Anwenden von Wissen eine Voraussetzung dar, um zu einer kritischen Stellungnahme zu gelangen.

In Beispiel 25 wird der Operator „Kritisch Stellung nehmen“ verwendet, der in n=18 Fällen von N=27 divergenten Aufgaben zum Einsatz kommt. Bei offenen Aufgaben dieser Art können verschiedene Aspekte potentiell kritisch hinterfragt werden und es gelten somit mehrere Antworten richtig, solange der Prüfling seine kritische Stellungnahme ausreichend begründen kann. Häufig ist die Handlung „kritisch Stellung nehmen“ in Verbindung mit einer Aussage aus dem Alltag durchzuführen, wie bei Beispiel 25.

18(4) Nimm zur eingangs zitierten Werbeaussage über traubenzuckerhaltige Fitmacher („Geht schnell ins Blut und liefert sofort Energie“) kritisch Stellung.

Beispiel 25: (Thema Glucoseresorption) weiter Transfer – divergent

Bei divergenten Aufgaben mit dem Operator „Kritisch Stellung nehmen“ besteht aber die Gefahr, dass die Aufgabestellung nicht klar definiert ist. Zum Beispiel ist nicht offenkundig, nach welchen Kriterien der Prüfling folgenden Zeitungsausschnitt in Beispiel 26 kritisch beleuchten soll.

20(12) Beziehe Stellung zu folgendem Artikel des Wochenmagazins „Stern“ vom 8.8.2013.

„Eltern sind oft entsetzt, wenn sie hören, dass ihr Kind sogenannten Altersdiabetes hat. Mittlerweile wird diese Diagnose immer häufiger gestellt, weil es mehr und mehr dicke Kinder gibt: 15 von 1000 Kindern und Jugendlichen unter 18 Jahren leiden an Diabetes Typ-2.“

(Quelle: Janning 2013)

Beispiel 26: (Thema Verdauung) weiter Transfer – divergent Aufgabenstellung

Nichtsdestotrotz zeigt Beispiele 28, dass das Anfügen eines Zeitungsartikels grundsätzlich eine Möglichkeit sein kann, eine Aufgabe mit höherem kognitiven Anforderungsniveau zu gestalten. Im Folgenden werden Aufgaben unterschiedlicher kognitiver Anforderungsdimensionen hinsichtlich ihres Materialbezugs analysiert.

6.2.5 Kognitive Anforderungsdimensionen und Materialbezug

Insgesamt sind N=364 (51,9%) Aufgaben von allen N=701 Aufgaben mit einem Material kombiniert. In Abbildung 14 sind für die kognitiven Anforderungsdimensionen jeweils die Anteile der Aufgaben mit und ohne Material dargestellt.

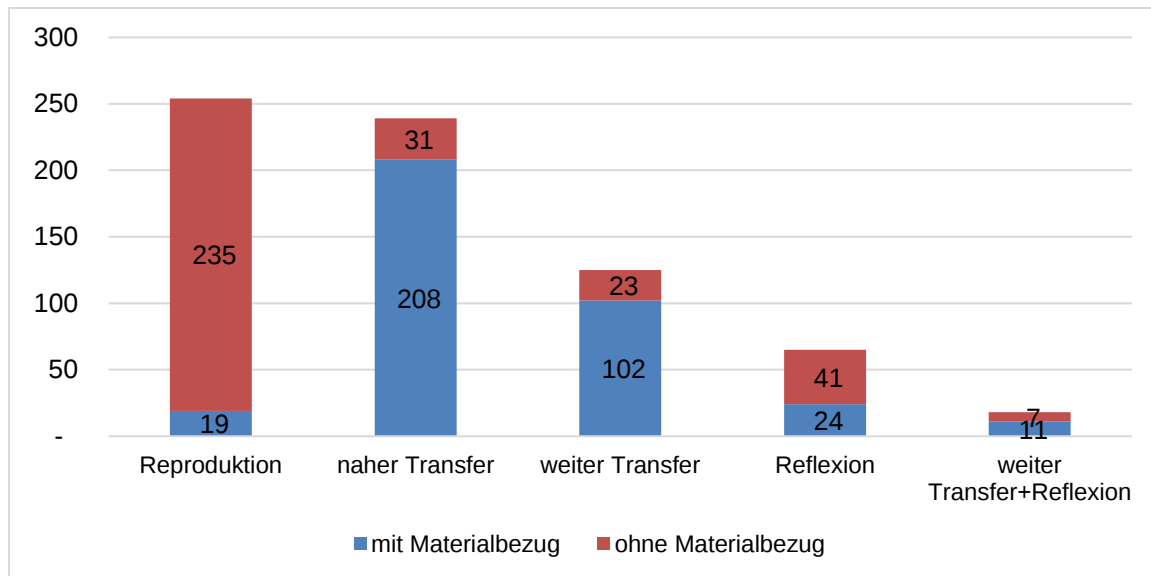


Abbildung 14: Häufigkeiten Aufgaben mit und ohne Material aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen

Abbildung 14 zeigt, dass sich Aufgaben unterschiedlicher kognitiver Anforderungsdimensionen stark hinsichtlich des Materialbezugs unterscheiden. Der Großteil (92,5%) aller Aufgaben mit Reproduktion (N=254) verwendet kein Material, während die Mehrheit (87%) der Aufgaben mit nahem Transfer (N=239) mit einem Material versehen ist. Auch 81,6% der Aufgaben mit weitem Transfer (N=125) sind mit einem Materialbezug kombiniert. Reflexionsaufgaben (N=65) inkludieren in nur 36,9% der Fälle ein Material.

6.3 Einordnung der kognitiven Anforderungsdimension durch die Lehrperson

Bei n=515 (73,5%) von insgesamt N=701 Operatoraufgaben wurde von den Lehrpersonen eine Zuordnung der jeweiligen Operatoraufgaben zu einer der kognitiven Anforderungsdimensionen (Reproduktion, Transfer, Reflexion und Problemlösen), die in der offiziellen Reifeprüfungsverordnung gefordert werden (BMBF 2014), getroffen. Für n=186 Operatoraufgaben konnte diese Variable aufgrund fehlender Zuordnung durch die Lehrperson nicht kategorisiert werden.

Um eine Beurteilung der Übereinstimmung dieser Zuordnung der Lehrpersonen mit der erfolgten Kategorisierung der Maturaaufgaben zu ermöglichen, wird die Unterscheidung zwischen nahem und weitem Transfer nicht berücksichtigt und die Zuordnung einer Operatoraufgabe zu ‚Reflexion und Problemlösen‘ wird mit der kognitiven Anforderungsdimension ‚Reflexion‘ gleichgesetzt. Von insgesamt N=515 Fällen mit Zuordnung stimmt die Zuordnung der Lehrpersonen in n=304 (59,0 %) Fällen mit der Kategorisierung überein, während sie in n=211 (41,0%) Fällen davon abweicht. Die Häufigkeiten der richtigen und falschen Zuordnungen aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen sind in Abbildung 15 dargestellt.

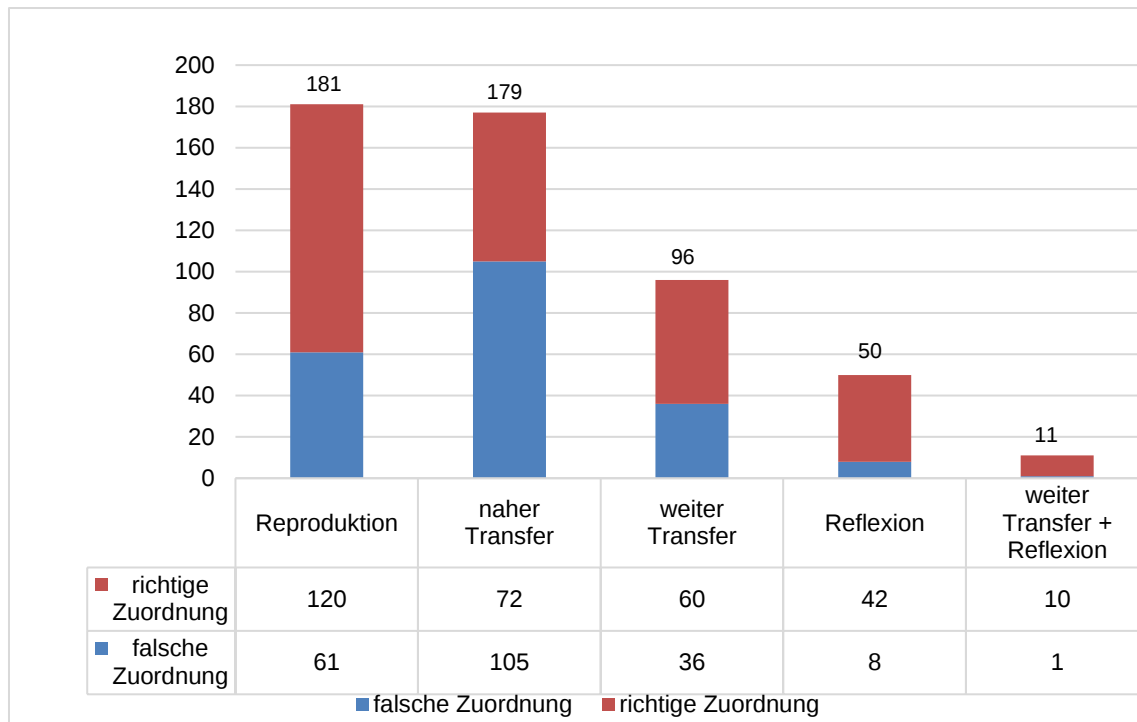


Abbildung 15: Häufigkeiten der richtigen (n=304) und falschen (n=211) Zuordnungen durch die Lehrpersonen aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen

Wie aus Abbildung 15 ersichtlich wird, ist bei N=181 Reproduktionsaufgaben eine Zuordnung durch die Lehrperson vorhanden, wobei diese in zirka zwei Drittel der Fälle (n=120; 66,3%) mit der Kategorisierung übereinstimmt. Hingegen konnte bei der Anforderungsdimension ‚naher Transfer‘ (n=72 richtige Zuordnungen von N=179) mit nur 40,7% die niedrigste Übereinstimmung der Zuordnung mit der Kategorisierung festgestellt werden. Es wird vermutet, dass viele der als naher Transfer eingestuft Aufgaben von den Lehrpersonen als Reproduktionsaufgaben eingeordnet wurden, da die Lehrpersonen die Zuordnung ‚Transfer‘ ausschließlich für Aufgaben, die in der Kategorisierung einem weitem Transfer entsprechen würden, verwendet haben könnten. Jedoch wurde bei der Analyse der Maturaaufgaben nicht festgehalten, welche kognitive Anforderungsdimension die Lehrpersonen stattdessen auswählten, sodass diese Vermutung nicht bestätigt werden kann. Bei der kognitiven Anforderungsdimension ‚weiter Transfer‘ wurde in 62,5% (n=60 richtige Zuordnungen von N=96) und bei Reflexion in 84,0% (n=42 richtige Zuordnungen von N=50) der Fälle eine richtige Zuordnung durch die Lehrpersonen getroffen. Bei der Kategorie ‚weiter Transfer + Reflexion‘ wurde sowohl eine Zuordnung zu Reflexion als auch weiter Transfer als richtig gewertet, sodass die hohe Übereinstimmung von 90,9% (n=10 richtige Zuordnungen von N=11) erklärt werden kann. Im Vergleich der Kategorisierung mit der Einordnung durch die Lehrperson wird somit ersichtlich, dass für alle kognitiven Anforderungsdimensionen, außer bei nahem Transfer, eine Übereinkunft, die deutlich über 50% liegt, gegeben ist.

Insgesamt n=61 der N=181 als Reproduktion kategorisierten Aufgaben wurden von den Lehrpersonen falsch und folglich zu einer höheren Anforderungsdimension zugeordnet,

sodass vermutet werden kann, dass einige Lehrpersonen noch nicht verstanden haben, wie eine Aufgabe mit weitem Transfer oder mit Reflexion aussehen soll. Im Folgenden werden exemplarisch einige Beispiele mit den jeweils falschen Zuordnungen der Lehrpersonen präsentiert.

20(9) Erläutere die Transportvorgänge durch Membranen, die in der Darmschleimhaut stattfinden.

Beispiel 27: (Thema Verdauung) Zuordnung Lehrperson: Transfer

47(2) Erläutere verschiedene Möglichkeiten einer Schwangerschaftsfrüherkennung.

Beispiel 28: (Thema Fortpflanzung und Schwangerschaft) Zuordnung Lehrperson: Transfer

48(8) Erörtere auf welche Weise Drogen die Arbeitsweise der Synapsen beeinflussen können.

Beispiel 29: (Thema Synapse) Zuordnung Lehrperson: Reflexion und Problemlösen

57(6) Erläutere die Theorie die am wahrscheinlichsten für die Entstehung von Eukaryoten gilt!

Beispiel 30: (Thema Zytologie) Zuordnung Lehrperson: Reflexion und Problemlösen

Lehrpersonen wollen Reproduktionsaufgaben vermeiden, indem sie Aufgabenstellungen in einen Kontext stellen oder Material anfügen. Jedoch scheinen Kontext oder Material in manchen Fällen für die Beantwortung der Frage irrelevant zu sein. Materialbezug oder Kontext heben somit nicht zwingend das kognitive Anforderungsniveau.

Folgende Aufgabe (Beispiel 31) mit nahem Transfer wird von der Lehrperson vermutlich aufgrund der konstruierten Problemsituation als Reflexions- und Problemlöseaufgabe eingeordnet, obwohl es sich um eine Transferaufgabe mit sehr hohem Reproduktionsanteil handelt.

Sie sind als Biologe Berater für den Wissenschaftsteil einer Zeitschrift. Der Redakteur tritt an Sie heran mit folgender Aufgabe. In einem Leserbrief wurden die beigefügten 5 Bilder von Tieren [Hermelin, Tagpfauenauge, Marienkäfer, Holunderspanner, Schwebfliege] an die Redaktion gesendet. Im beigelegten Brief hat die Leserin folgende Frage gestellt:

12(3) Erkläre im evolutionären Kontext, warum manche heimischen Tiere so auffällig gefärbt und andere gut getarnt sind.

Beispiel 31: (Thema Tarnung und Warnung) Zuordnung Lehrperson: Reflexion und Problemlösen

Diese Beispiele zeigen deutlich, dass manche Lehrpersonen nicht wissen, wie Aufgaben mit höheren kognitiven Anforderungen als Reproduktion aussehen können. In der Handreichung soll somit speziell auf Aufgaben mit Transfer, wobei der Fokus auf weitem Transfer gelegt wird, eingegangen werden, da es bei der Gestaltung dieser im Vergleich zu Reproduktionsaufgaben mehr Schwierigkeiten zu geben scheint.

Im folgenden Kapitel wird versucht herauszufinden, welche inhaltlichen Bereiche noch unterrepräsentiert sind sowie welche Rolle Experimente und wissenschaftlicher Erkenntnisgewinn in den Maturaaufgaben mit weitem Transfer einnehmen.

6.4 Aufgaben mit weitem Transfer

6.4.1 Inhaltliche Zuordnung der Maturaaufgaben

Insgesamt liegen für die Kategorie Fachinhalte N=404 Aufgaben kategorisiert vor, wobei davon n= 84 Aufgaben der Kategorie ‚weiter Transfer‘ zugeordnet wurden. Die Fachinhalte können nach Kühn (2010) zu drei übergeordneten Themenbereichen zugeordnet werden. Abbildung 16 veranschaulicht, dass Fachinhalte, die zum Großthemenbereich ‚Physiologie, Zellbiologie und Genetik‘ zuzuordnen sind dominieren (n=242; 59,9%). Hingegen wurden nur n=45 (11,1%) der Aufgaben zu Themenbereichen des Großthemenbereichs ‚Vernetzte Systeme – Ökologie und Nachhaltigkeit‘ sowie nur n=30 (7,4%) zu Themenbereichen des Großthemenbereichs ‚Entwicklungsprozess – Evolution und Zukunftsfragen‘ zugeordnet. Zudem wurden n=87 (21,5%) Aufgaben der Kategorie ‚Sonstiges‘ zugeordnet, was zeigt, dass über die drei Großthemenbereiche hinaus noch weitere Themengebiete in den Maturafragen vertreten sind.

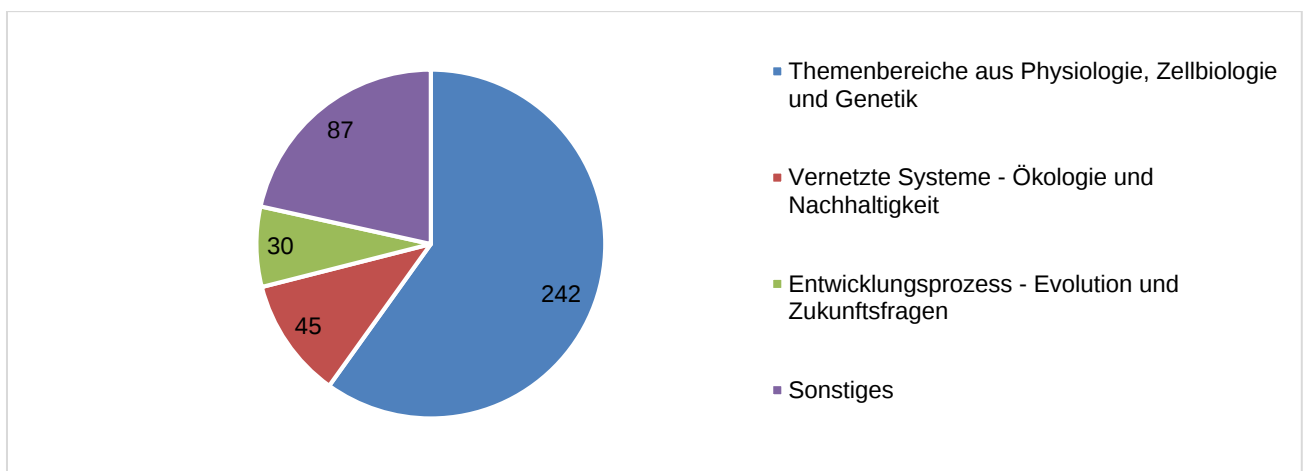


Abbildung 16: Häufigkeiten aufgeteilt nach Großthemenbereichen (N=404)

Um über das Niveau dieser drei Großthemenbereiche hinaus noch genauer bestimmen zu können, welche Fachinhalte bei den Maturaaufgaben unter- oder überrepräsentiert sind, werden in Tabelle 8 die am häufigsten und am seltensten ausgewählten Fachinhalte gegenübergestellt. Je nach Zugehörigkeit zu einer der drei Großthemenbereiche, sind diese in Abbildung 16 entsprechend farbig hinterlegt.

Tabelle 8: Häufig und selten vorkommende Fachinhalte insgesamt (N=404)

Häufig vorkommende Fachinhalte	Anzahl	Selten vorkommende Fachinhalte	Anzahl
Sonstiges	n=87	Untersuchung und Analyse eines Ökosystems	n=4
Kommunikation zwischen Zellen	n=78	Stoffkreisläufe und Energiefluss	n=3
Grundlagen der molekularen Genetik	n=63	Entstehung der Formen und Arten, Variabilität und Einnischung	n=2
Bau und Funktion von Zellen, Geweben und Organen	n=43	Molekulare Steuerung von Stoffwechsel: Enzymatik	n=1
Neuronale Informationsverarbeitung, Wahrnehmung	n=23	Evolutionstheorien	n=1
Stoffwechsel und Energieumsatz	n=19	Herkunft und Zukunft des Menschen	n=0
Angepasstheit und soziologische Fragestellungen	n=19		
Menschen und Ökosysteme	n=17		

Abgesehen von der Kategorie ‚Sonstiges‘ gehören die am häufigsten kategorisierten Fachinhalte beinahe alle zum Bereich ‚Physiologie, Zellbiologie und Genetik‘. Aus diesem dominierenden Großthemenbereich ist einzig der Fachinhalt ‚Molekulare Steuerung von Stoffwechsel: Enzymatik‘ bei den seltenen Fachinhalten anzutreffen, wobei dieses im Vergleich zu den anderen Fachinhalten nicht so allgemein gehalten und weniger umfangreich sein könnte. Der Großthemenbereich ‚Vernetzte Systeme – Ökologie und Nachhaltigkeit‘ ist insgesamt weitaus weniger vertreten (Abbildung 16), wobei das am häufigsten ausgewählte Inhaltsgebiet ‚Menschen und Ökosysteme‘ ist, sodass der Großthemenbereich ‚Vernetzte Systeme - Ökologie und Nachhaltigkeit‘ häufig in einem gesellschaftlichen Kontext abgeprüft werden zu scheint. Ganzheitlichere ökologische Fragestellungen, wie zum Beispiel ‚Untersuchungen und Analyse eines Ökosystems‘ sowie ‚Stoffkreisläufe und Energiefluss‘ kommen hingegen mitunter am seltensten vor. Aufgabenstellungen, die Evolutions- und Zukunftsfragen adressieren, kommen nicht nur insgesamt am seltensten vor (Abbildung 16), sondern auch die beiden Fachinhalte mit geringster Anzahl an zugeordneten Aufgaben können diesem Großthemenbereich zugeordnet werden. Nur ein Fachinhalt dieses Großthemenbereichs (‚Angepasstheit und soziologische Fragestellungen‘) ist unter den häufig ausgewählten zu finden.

6.4.2 Aufgaben mit weitem Transfer in Hinsicht auf Fachinhalte

Im Folgenden soll für die kognitive Anforderungsdimension ‚weiter Transfer‘ überprüft werden, ob diese bestimmten Fachinhalten auffallend häufig oder selten zugeordnet wurden. Die Häufigkeiten für Fachinhalte mit hoher und geringer Anzahl an zugeordneten Aufgaben mit weitem Transfer werden in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Häufig und selten vorkommende Fachinhalte bei Aufgaben mit weitem Transfer (N=84)

Häufig vorkommende Fachinhalte		Selten vorkommende Fachinhalte	
Grundlagen der molekularen Genetik	n=26	Molekulare Steuerung von Stoffwechsel: Enzymatik	n=0
Sonstiges	n=17	Untersuchung und Analyse eines Ökosystems	n=0
Kommunikation zwischen Zellen	n=13	Evolutionstheorien	n=0
		Entstehung der Formen und Arten, Variabilität und Einnischung	n=0
		Stoffkreisläufe und Energiefluss	n=1
		Anwendung moderner biologischer Erkenntnisse und Methoden	n=1
		Stoffwechsel und Energieumsatz	n=1
		Bau und Funktion von Zellen, Geweben und Organen; funktionsbezogene Differenzierungen	n=2

Die Verteilung der Häufigkeiten der jeweiligen Themenbereiche ist bei Aufgaben mit weitem Transfer ähnlich der zuvor präsentierten Verteilung für die Aufgaben insgesamt. Auffallend ist nur, dass zum Beispiel die Fachinhalte ‚Stoffwechsel und Energieumsatz‘ und ‚Bau und Funktion von Zellen, Geweben und Organen‘ selten mit weitem Transfer kombiniert werden, aber insgesamt häufig vorkommen, weil sie oft in Kombination mit Reproduktion oder nahem Transfer auftreten. Der Fachinhalt ‚Bau und Funktion von Zellen, Geweben und Organen‘ tritt zum Beispiel n=18 Mal mit Reproduktion und n=23 Mal mit nahem Transfer, aber nur n=2 Mal mit weitem Transfer auf. Zu ‚Stoffwechsel und Energieumsatz‘ gibt es n=8 Reproduktions- und n=6 Aufgaben mit nahem Transfer, jedoch nur n=1 Aufgabe mit weitem Transfer. Es scheint, als ob Lehrpersonen Schwierigkeiten haben, zu diesen Fachinhalten passende Aufgaben mit weitem Transfer zu gestalten.

Weiter Transfer – Großthemenbereich ‚Physiologie, Zellbiologie und Genetik‘

Von den kategorisierten Aufgaben der Kategorie Fachinhalte (N=404) ist Beispiel 32 die einzige Aufgabenstellung mit weitem Transfer, die dem Fachinhalt ‚Stoffwechsel und Energieumsatz‘ zugeordnet wurde.

66(6) Ein Hobbygärtner stellt folgendes Foto von seiner Zimmerpflanze in ein Online-Forum (Material 4). Analysiere die Verfärbungen der Blätter auf ihre Ursache hin.

Material 4: Bild eines Tomaten – Blattes mit Mg-Mangel

Beispiel 32: (Thema: Bau und Funktion der Pflanzen), Fachinhalt ‚Stoffwechsel und Energieumsatz‘

Insgesamt ist dieser Großthemenbereich jedoch in den Maturaaufgaben sehr stark repräsentiert. Auffallend ist, dass beinahe ein Drittel (n=26; 31,0%) der Aufgaben mit weitem Transfer (N=84) dem Fachinhalt ‚Grundlagen der molekularen Genetik‘ zuzuordnen ist. Von den n=26 Aufgaben dieses Fachinhalts thematisieren n=16 von Vererbungsweisen und/oder

Blutgruppen (siehe Beispiel 17) und weitere $n=7$ beziehen sich auf DNA und deren Aminosäuresequenzen. Zu diesem Fachinhalt dürfte es Lehrpersonen leichtfallen, Aufgaben mit Anwendungskontext, der einen weiten Transfer initiiert, zu gestalten.

Weitere $n=13$ (15,5%) der Aufgaben mit weitem Transfer ($N=84$) thematisieren ‚Kommunikation zwischen Zellen‘. Es gibt zum Beispiel zwei gesamte Maturafragen, deren Aufgabenstellungen sich alle auf das Thema Hormone beziehen. Alle anderen Fachinhalte kommen nicht öfter als $n=5$ Mal vor.

Der Fachinhalt ‚Anwendung moderner biologischer Erkenntnisse und Methoden‘ ist nur selten mit weitem Transfer kombiniert, da Aufgaben dieses Themenbereichs eher die kognitive Anforderungsdimension ‚Reproduktion‘ erfordern, wie bei Beispiel 33.

100(11) Erkläre, warum gerade die mitochondriale DNA für molekulare Stammbaumanalysen besonders geeignet erscheint.

Beispiel 33: (Thema Molekulare Homologien als Befunde für die Evolutionstheorie), Reproduktion – Themenbereich ‚Anwendung moderner biologischer Erkenntnisse und Methoden‘

Der Fachinhalt ‚Molekulare Steuerung von Stoffwechsel: Enzymatik‘ kommt nie in Kombination mit einem weiten Transfer vor. Insgesamt scheint aus dem Großthemenbereich ‚Physiologie, Zellbiologie und Genetik‘ besonders das Thema Genetik zu dominieren. Es wird vermutet, dass es beim Inhaltsgebiet ‚Genetik‘ Aufgaben mit Transferleistung gibt (sogenannte Stammbaum- oder Blutgruppenrätsel), die schon eine lange Tradition aufweisen, während bei anderen Fachinhaltsgebieten dies nicht der Fall ist. Möglicherweise brauchen Lehrpersonen Unterstützung, um auch für Fachinhalte wie ‚moderne biologische Methoden‘, die aus traditioneller Sichtweise eher im Bereich der Reproduktion einzuordnen sind, sinnvolle Anwendungskontexte zu finden.

Weiter Transfer – Großthemenbereich ‚Ökologie und Nachhaltigkeit‘

Insgesamt wurden dem Großthemenbereich ‚Vernetzte Systeme – Ökologie und Nachhaltigkeit‘ $n=13$ von $N=84$ Aufgaben mit weitem Transfer zugeordnet.

Zum Fachinhaltsgebiet ‚Stoffkreisläufe und Energiefluss‘ gibt es ebenfalls nur eine Aufgabe mit weitem Transfer (Beispiel 34b), wobei diese auf die Operatoraufgabe davor (34a) aufbaut, welche unter ‚Menschen und Ökosysteme‘ eingeordnet wurde, jedoch auch zum Fachinhalt ‚Stoffkreisläufe und Energiefluss‘ passen würde. Anhand dieser beiden Beispiele wird deutlich, dass bei der Zuordnung zu den fachlichen Inhalten teilweise Mehrfachzuordnungen möglich wären. Nichtsdestotrotz zeigen die Ergebnisse, dass Aufgaben im Bereich ‚Ökologie und Nachhaltigkeit‘ eindeutig unterrepräsentiert sind.

- a) 99(10) Argumentiere, ob es angesichts der biologischen Akkumulation von Giftstoffen besser ist, sich von den Produkten höherer oder niedriger Trophieebenen zu ernähren.
- b) 99(11) Erstelle eine Nahrungspyramide in einem von dir gewählten Ökosystem, um deine Aussage zu verdeutlichen.

Beispiel 34: (Thema: Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen) weiter Transfer – Großthemenbereich ‚Ökologie und Nachhaltigkeit‘

Weiter Transfer und Großthemenbereich ‚Evolution und Zukunftsfragen‘

Insgesamt können nur n=7 Aufgaben mit weitem Transfer diesem Großbereich zugeordnet werden. Davon entfallen n=4 dieser Aufgaben auf den Fachinhalt ‚Angepasstheit, soziologische Fragestellungen‘, wie etwa Beispiel 35.

66(4) Ordne anschließend die Abbildungen der Pflanzen in Material 3 den Lebensräumen zu.

Material 3:

Bilder von folgenden Lebensräumen: Gebirge, Wüste, schwarzes Moor, See, rotes Meer, Dschungel

Bilder von folgenden Pflanzen: fleischfressende Venusfliegenfalle, Tanne, Sumpfdotterblume, Epiphyt im Dschungel, Mangrovenart Gattung *Avicennia* mit Salzkristallen

Beispiel 35: (Thema Pflanzen Struktur und Funktion), weiter Transfer – Themenbereich ‚Angepasstheit, soziologische Fragestellungen‘

Folgendes Beispiel aus dem zweiten Kategorisierungszyklus (Beispiel 36), für das keine Zuordnung zu einem Fachinhalt vorliegt, könnte nachträglich dem Themenbereich ‚Entstehung der Formen und Arten, Variabilität und Einnischung‘ zugeordnet werden. Von den insgesamt N=404 Aufgaben, die für die Variable ‚Fachinhalte‘ kategorisiert vorliegen, ist keine einzige zu diesem Themenbereich zugeordnet worden, sodass dieser Fachinhalt ebenfalls sehr selten vertreten ist.

„Koevolution“ bedeutet eine wechselseitige Anpassung zweier stark interagierender Lebewesen.

46(6) Entwickle mit Hilfe der Abbildungen 7-10 drei Hypothesen, warum sich Lebewesen miteinander entwickeln in Bezug auf die Bestäubung von Blütenpflanzen.

Abbildungen 7-10: Foto sowie schematische Objektdarstellung eines Aronstabs als Beispiel für Kesselfallenblume, Foto von *Tacsonia*- Blüte mit Schwertschnabel-Kolibris, Foto von Bienen-Ragwurz

Beispiel 36: (Thema Fortpflanzung bei Blütenpflanzen), weiter Transfer – Themenbereich ‚Entstehung der Formen und Arten, Variabilität und Einnischung‘

Insgesamt liegen sehr wenige Aufgaben mit weitem Transfer vor, die einen evolutionären Bezug inkludieren. Zudem kann vorweggenommen werden, dass durch die anschließende Analyse der Einordnung von Aufgaben im Bereich ‚E = Erkenntnisse gewinnen‘ des Kompetenzmodells gezeigt werden kann, dass der Deskriptor E2 (Biologische Vorgänge und Phänomene hinsichtlich evolutionsbiologischer Kriterien analysieren und Beziehungen herausarbeiten) im Vergleich zu anderen Deskriptoren selten ausgewählt wurde.

Insgesamt kann ein deutlicher Überhang an Aufgaben des Fachinhalts ‚Genetik‘ und ‚Kommunikation zwischen Zellen‘ festgestellt werden, während biologische Grundprinzipien wie Evolutionsvorgänge sowie ganzheitliche Zusammenhänge eines gesamten Ökosystems viel seltener vorkommen.

6.4.3 Experimenteller Bezug in Aufgaben mit weitem Transfer

Im Zuge des Einzugs der Kompetenzorientierung im naturwissenschaftlichen Unterricht soll der Erwerb von prozeduralem Wissen stärker forciert werden. Mit Hilfe von durchgeführten Experimenten im Unterricht sollen Lernende den Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung nachvollziehen können. Trotz unterschiedlicher Rahmenbedingungen zwischen Lern- und Prüfungssituation kann diese Form des prozeduralen Wissens auch in Prüfungsaufgaben abgefragt werden kann. Im Folgenden wird analysiert, ob und, wenn ja, in welcher Form, in den analysierten Aufgaben mit weitem Transfer ein experimenteller Bezug hergestellt wird.

Mit Hilfe der zuvor erfolgten Analyse der Aufgaben mit weitem Transfer (N=125) hinsichtlich der kombinierten Wissensarten konnte bereits gezeigt werden, dass diese am häufigsten mit Konzeptwissen (n=65) kombiniert werden, während mit nur n=37 kategorisierten Aufgaben prozedurales Wissen weitaus seltener erfordert wird. Es muss jedoch angemerkt werden, dass weitere n=21 Aufgaben Konzept- und Prozedurwissen kombinieren. Jedoch kann alleine mit diesem Ergebnis noch nicht gezeigt werden, in welchem Ausmaß sich Aufgabenstellungen auf Stufen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnes beziehen. Zum Beispiel verlangen viele Aufgaben der Kombination ‚weiter Transfer + Prozedur‘ das Analysieren eines Diagramms oder das Erstellen einer Skizze, wobei es sich um Prozeduren ohne offensichtlichen experimentellen Bezug handelt.

Im Kompetenzmodell repräsentieren einige Deskriptoren des Bereichs ‚E = Erkenntnisse gewinnen‘ Schritte des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns. In Tabelle 10 werden die Häufigkeiten, mit der die einzelnen Deskriptoren der Handlungsdimension E ausgewählt wurden, für Aufgaben mit weitem Transfer dargestellt, wobei Mehrfachkategorisierungen nicht berücksichtigt werden und in dieser Tabelle aufgeteilt auf die jeweiligen Deskriptoren dargestellt werden. Zum Beispiel wurde E1 9 Mal ausgewählt, jedoch könnte in diesen Fällen ebenfalls ein weiterer Deskriptor des E, W oder S-Bereichs zusätzlich zugeordnet worden sein.

Tabelle 10: Aufgaben mit weitem Transfer (N=125) - Häufigkeiten der Zuordnungen zu Deskriptoren des E-Bereichs

Deskriptoren des E-Bereichs	Anzahl der Angaben
E1: Biologische Vorgänge und Phänomene beobachten, messen und beschreiben.	9
E2: Biologische Vorgänge und Phänomene hinsichtlich evolutionsbiologischer Kriterien analysieren und Beziehungen herausarbeiten.	14
E3: Zu biologischen Vorgängen und Phänomenen Fragen stellen und Hypothesen formulieren	10
E4: Untersuchungen oder Experimente zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen planen, durchführen und protokollieren	9
E5: Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (z.B. ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren	29
Gesamt	71

Tabelle 10 zeigt, dass E5 (n=29) doppelt oder beinahe dreifach so oft ausgewählt wie die anderen Deskriptoren des E-Bereichs. Die beiden Deskriptoren E3 und E4 weisen am stärksten einen experimentellen Bezug auf, indem sie sich auf die Schritte der Erkenntnisgewinnung ‚Hypothese erstellen‘ und ‚Experiment planen und durchführen‘ beziehen. Laut Zuordnung zu Deskriptoren des Kompetenzmodells (Tabelle 10) scheinen diese beiden Schritte der Erkenntnisgewinnung in den Aufgabenstellungen unterrepräsentiert zu sein. Die in E1 und E5 beschriebenen prozeduralen Kompetenzen (‚beobachten, messen‘, ‚Ergebnisse analysieren und interpretieren‘) können ebenfalls im Zuge der Durchführung eines Experiments erfordert sein, jedoch ist ein Bezug zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung nicht zwingend erforderlich. E2 bezieht sich auf die Prozedur des kriteriengeleiteten Vergleichs und weist somit auch nicht zwingend experimentellen Bezug auf.

Die absoluten Zahlen, mit denen die Deskriptoren des E-Bereichs als zutreffend ausgewählt wurden, zeigen, dass insgesamt in den Maturaaufgaben experimentelle Bezüge nicht sehr häufig hergestellt werden zu scheinen. Dennoch haben einige Lehrpersonen gelungene Aufgabenstellungen entwickelt, die diese Form des prozeduralen Wissens erfordern, welche in den nachfolgenden Unterkapiteln präsentiert werden.

E3 = Zu biologischen Vorgängen und Phänomenen Fragen stellen und Hypothesen formulieren.

Beispiel 37 aus einer Aufgabenstellung erfordert das Generieren mehrerer Hypothesen zu einer biologischen Fragestellung. Möchte man den experimentellen Bezug noch erweitern, so könnte eine darauffolgende Aufgabenstellung zusätzlich noch das Planen eines Experiments (E4), mit dem die erstellten Hypothesen überprüft werden könnten, vom Lernenden verlangen.

30(5) Entwickle mehrere begründete Hypothesen, wie man eine sich vorwiegend asexuell fortpflanzende Bakterienkultur in einer Petrischale zu einem höheren Grad an sexueller Fortpflanzung anregen könnte.

Beispiel 37: (Thema asexuelle und sexuelle Fortpflanzung), E3

E4 = Untersuchungen oder Experimente zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen planen, durchführen und protokollieren.

Die im Deskriptor E4 inkludierten Arbeitsschritte sind sehr umfassend und können in einer Prüfungssituation aufgrund der Zeitbeschränkung auf zehn Minuten nicht alle abgedeckt werden. Deshalb wird oft nur einer dieser drei Schritte verlangt.

Bei der nachfolgenden Aufgabenstellung (Beispiel 38) ist zum Beispiel nur das Planen eines einfachen Versuchsaufbaus erforderlich. Diese Art von Aufgabe ist eine gute Möglichkeit, eine sinnvolle divergente Aufgabenstellung zu gestalten, da verschiedene Gestaltungen des Experiments möglich sind.

„Bienen sehen Farben die wir nicht sehen können.“ Bienen können kein Rot aber ultraviolettes Licht (UV) sehen. Wir können das UV-Licht nur mit speziellen Objektiven und Filtern aufnehmen. Blüten locken Insekten also nicht nur mit Gerüchen und verschiedensten Farben an.

64(13) Entwickle mit Hilfe von Material 4 einen Versuchsablauf, um zu beweisen, dass Pflanzen Bienen mit UV-Licht anlocken.

Material 4: Gauklerblumen aufgenommen in sichtbarem Licht und UV-Licht.

Beispiel 38: (Thema: Sinnesorgan – Auge), E4 - Untersuchung planen

Auch wenn die nachfolgenden praktischen Aufgabenstellungen (Beispiel 42-44) strenggenommen nicht wirklich als Experimente im Rahmen des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnes gestaltet sind, so inkludieren diese Beispiele dennoch Möglichkeiten, wie Prüflinge ihr gelerntes Wissen über eine Reproduktionsleistung hinaus praktisch in Anwendung bringen können und somit einen Transfer einer Prozedur erfordern.

Bei Experimenten, für die viele Ressourcen benötigt werden würden oder die, nicht einfach herzustellende Rahmenbedingungen erfordern wie zum Beispiel Beobachtungsexperimente, kann in manchen Fällen stattdessen auf *Online Software Tools* zurückgegriffen werden. Zum Beispiel muss der Prüfling anstatt verbal zu erklären wie ein Test zur Blutgruppenbestimmung funktioniert, diesen mit Hilfe eines Online Software Spiels genannt „The Blood Typing Game“ durchführen (Beispiel 39).

84(3) Demonstrieren Sie das Experiment zur Blutgruppenbestimmung.

Material: *The Blood Typing Game* verfügbar unter:
<http://www.nobelprize.org/educational/medicine/bloodtypinggame/gamev2/index.html>

Beispiel 39: (Thema Blutbestandteile), E4

Bei den nachfolgenden Aufgabenstellungen (Beispiel 40 und 41) ist ebenfalls das praktische Ausführen einer Untersuchung gefordert. Das Planen des Experiments sowie das Protokollieren müssen nicht vom Lernenden durchgeführt werden. Zuvor muss auch keine Hypothese formuliert werden. Aufgrund des geringen Freiraums bei der Ausführung des Experiments kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob der Prüfling über

Kompetenzen verfügt, die bei einer eigenständigen Herangehensweise an eine Untersuchung notwendig sind.

Versuchsanleitung: Du hast ein Tonpapierkärtchen bekommen, in dem sich zwei mit einer Nadel gestochene Löcher befinden. Halte beide Augen offen, während du mit einem Auge durch diese Löcher Richtung Licht schaust. Nun schließe das andere Auge.

25(1) Beschreibe, was du vor bzw. nach dem Schließen eines Auges siehst.

Beispiel 40: (Auge Adaptation, konsensuelle Pupillenreaktion), E4 – Untersuchung durchführen

81(7) Demonstriere was passiert, wenn du die Schnittfläche einer keimenden Kartoffel mit Iodkaliumiodidlösung beträufelst.

Beispiel 41: (Thema: Die Entwicklung und Bedeutung von Samenpflanzen, Bau und Lebensweise pflanzlicher Organismen), E4 – Untersuchung durchführen

In der anschließenden Aufgabestellung (Beispiel 42) sollen die Beobachtungen, wie in Deskriptor E1 verlangt, beschrieben werden. Zudem impliziert der Operator „Erläutere“, dass die Ergebnisse, wie in Deskriptor E5 enthalten, interpretiert werden sollen.

81(8) Erläutere deine Beobachtung. [siehe zuvor Beispiel 41]

Beispiel 42: (Thema: Die Entwicklung und Bedeutung von Samenpflanzen Bau und Lebensweise pflanzlicher Organismen), E1 und E5

Bei der nachfolgenden Aufgabenstellung (Beispiel 43) ist zum Beispiel nur das Protokollieren eines Versuchs erforderlich.

Die Petrischale in Material 3 enthält Tümpelwasser. Die Lichtmikroskopische Untersuchung eines Tropfens zeigte einzellige und fadenförmige Grünalgen und ein massenhaftes Vorkommen von Euglena.

29(9) Erstelle ein hypothetisches Protokoll für den abgebildeten Versuch.

Material 3: Beigefügte Fotos stellen folgenden Versuch dar: Im Versuchsgefäß sind die Grünalgen bzw. Euglenazellen gleichmäßig verteilt. Das Versuchsgefäß wird mit einem lichtundurchlässigen Deckel abgedeckt. In diesem ist eine dreieckige lichtdurchlässige Stelle. Das Gefäß wird einige Zeit beleuchtet. Dann wird der Deckel abgenommen und die Verteilung von Euglena im Wasser beobachtet.

Beispiel 43: (Thema: Bewegung bei Pflanzen), E4 - Untersuchung protokollieren

E5 = Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (z.B. ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren

Auch wenn Beispiel 44 den Begriff ‚Hypothese‘ enthält, so sind dennoch in Deskriptor E5 enthaltene Kompetenzen erforderlich. Der Begriff ‚Hypothese‘ wird hier im Sinne von ‚Entwickle eine begründete Schlussfolgerung‘ verwendet. Jedoch sollte der Begriff ‚Hypothese‘ lediglich im Kontext der Erkenntnisgewinnung und somit mit Aufgaben, die E3 entsprechen, verwendet werden. In Beispiel 44 sollte deshalb ein anderer Begriff als ‚Hypothese‘ verwendet werden.

Lehrpersonen könnten aufgrund der limitierten Prüfungszeit zögern in ihren Aufgabenstellungen einen experimentellen Bezug einzubauen. Jedoch kann auch ohne das Durchführen eines tatsächlichen Experiments ein experimenteller Bezug hergestellt werden. Eine Möglichkeit wie man auf das Zeit raubende Durchführen eines Experiments verzichten

kann und dennoch den letzten Schritt der Ergebnisinterpretation simulieren kann, ist, ein durchgeführtes Experiment durch beigefügte Fotos darzustellen, sodass der Lernende nur mehr die Ergebnisse analysieren und interpretieren muss (Beispiel 44). Bei dieser Aufgabe ist zuvor noch verlangt, ein Protokoll der Ergebnisse (siehe Beispiel 43) zu erstellen, sodass dieser Teil des Experiments tatsächlich durchgeführt werden muss.

Die Petrischale in Material 3 enthält Tümpelwasser. Die Lichtmikroskopische Untersuchung eines Tropfens zeigte einzellige und fadenförmige Grünalgen und ein massenhaftes Vorkommen von Euglena.

29(10) Entwickle eine begründete Hypothese zur Erklärung des Versuchsergebnisses in Bezug auf die Verteilung von Euglena in der Petrischale.

Material 3: Beigefügte Fotos stellen folgenden Versuch dar: Im Versuchsgefäß sind die Grünalgen bzw. Euglenazellen gleichmäßig verteilt. Das Versuchsgefäß wird mit einem lichtundurchlässigen Deckel abgedeckt. In diesem ist eine dreieckige lichtdurchlässige Stelle. Das Gefäß wird einige Zeit beleuchtet. Dann wird der Deckel abgenommen und die Verteilung von Euglena im Wasser beobachtet.

Beispiel 44: (Thema Bewegung bei Pflanzen), E5

Bei Beispiel 45 wird das Experiment verbal beschrieben und der Prüfling muss das Ergebnis interpretieren, wobei bei dieser Aufgabenstellung Hintergrundwissen zu Methoden der Verhaltensbiologie benötigt wird.

Versuch: Lautentwicklung von Totenkopffaffen

Eine Forschungsgruppe zeichnete die Lautäußerungen von sechs Totenkopffaffen während der ersten 20 Lebensmonate der Tiere auf.

- 4 gesunde Affenjungen wuchsen zusammen mit ihrer Mutter und weiteren Familienmitgliedern im Gehege auf.
- 1 taubes Affenjunge wuchs ebenfalls zusammen mit seiner Mutter und weiteren Familienmitglieder im Gehege auf.
- 1 Affenjunge wurde von den anderen Totenkopffaffen isoliert und vom Menschen aufgezogen.

Anschließend konnten die Forscherinnen und Forscher das folgende Ergebnis ermitteln: Alle 6 Jungtiere beherrschten von Geburt an jene zwölf Lauttypen, die erwachsene Totenkopffaffen ausstoßen können.

(Quelle: Koch und Koch 2013)

69(7) Analysiere, was aus dem Ergebnis abgeleitet werden kann.

Beispiel 45: (Thema: Meilensteine und Methoden der Verhaltensforschung), E5

In der anschließenden Diskussion werden die Ergebnisse zusammengefasst und zu den Forschungsfragen zugeordnet. Anschließend wird im Hinblick auf Kompetenzorientierung in naturwissenschaftlicher Aufgabenkultur ein Fazit gezogen sowie ein pädagogischer Ausblick dargeboten.

7 Diskussion

7.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Forschungsfrage 1: Häufigkeiten der kognitiven Anforderungsdimensionen

Die Analyse der Häufigkeiten der jeweiligen kognitiven Anforderungsdimensionen zeigt deutlich, zu welchen kognitiven Anforderungsdimensionen die Lehrpersonen am meisten Aufgaben erstellt haben. Wie vermutet dominieren Reproduktionsaufgaben (n=254), gefolgt

von Aufgaben mit nahem Transfer (n=239). Zusammen umfassen diese beiden kognitiven Anforderungsniveaus 70,3% (n=493) der gesamten analysierten Maturaaufgaben (N=701), sodass bei mehr als zwei Drittel der Maturaaufgaben die Wiedergabe von Wissensinhalten im Zentrum steht. Deutlich seltener sind Aufgaben mit weitem Transfer (n=125), Aufgaben mit Reflexion (n=65) und, zuletzt, Aufgaben der Kombination weiter Transfer + Reflexion (n=18).

Forschungsfrage 2: Anteil an reproduktionslastigen Operatoraufgaben

Durch die Analyse der Häufigkeiten der Kategorie ‚Transfer oder Reflexion verlangen viel Reproduktion‘ wurde ersichtlich, dass 91,3% der Aufgaben mit nahem Transfer sehr reproduktionslastig sind. Das bestätigt den Eindruck, dass Aufgaben mit nahem Transfer sehr ähnlich zu Reproduktionsaufgaben sind. Insgesamt erfordern 326 von 447 Aufgaben trotz Zuordnung zu einem der höheren kognitiven Anforderungsniveau, einen hohen Anteil an Reproduktion. Reproduktionsaufgaben und als ‚reproduktionslastig‘ eingestufte Aufgaben stellen 82,7% aller Aufgaben dar. Das Reproduzieren von Wissen nimmt somit über Reproduktionsaufgaben hinaus einen zentralen Stellenwert in den analysierten Maturaaufgaben ein.

Zudem wurden einige (n=61) der als Reproduktionsaufgabe kategorisierten Aufgaben von den Lehrpersonen falsch und somit als eine Aufgabe mit höherem kognitiven Anforderungsniveau eingestuft. Alle diese verschiedenen Häufigkeitsanalysen zeigen deutlich, dass Lehrpersonen noch nicht verstanden haben wie kompetenzorientierte Aufgaben konkret aussehen sollten und wodurch sie sich von Reproduktionsaufgaben unterscheiden. In der nachfolgenden Handreichung wird deshalb speziell auf die Unterscheidung zwischen den beiden Anforderungsniveaus ‚Reproduktion‘ und ‚naher/ weiter Transfer‘ eingegangen. Im Bereich der Prüfungsaufgaben kann somit noch kein Paradigmenwechsel von Aufgaben, die bloßes Memorieren von Wissensinhalten abfragen, hin zu Aufgaben, die eine Anwendung des Gelernten in konkreten, lebensweltlichen Situationen oder Problemstellungen erfordern, festgestellt werden.

Forschungsfrage 3: Kognitive Anforderungsdimensionen hinsichtlich Wissensarten, Lebensweltbezug, Offenheit und Materialbezug

Um Lehrpersonen einen Überblick über mögliche Unterschiede zwischen den einzelnen kognitiven Anforderungsdimensionen vermitteln zu können, wurden Aufgaben mit Reproduktion, naher Transfer und weiter Transfer vergleichend hinsichtlich der kombinierten Wissensarten, ihrem Lebensweltbezug und ihrer Offenheit sowie dem Materialbezug analysiert. Dadurch konnte ein guter Überblick über unterschiedliche Gestaltungsweisen der jeweiligen Anforderungsniveaus gewonnen werden.

Bezüglich der Häufigkeiten der kognitiven Anforderungsdimensionen und deren kombinierten Wissensarten konnte gezeigt werden, dass mit höherem Anforderungsniveau tendenziell häufiger komplexere Wissensarten kombiniert werden. Während beinahe alle Aufgaben, denen Faktenwissen zugrunde liegt, als Reproduktionsaufgaben eingeordnet wurden, so sind Aufgaben, die prozedurales Wissen erfordern, am häufigsten mit weitem Transfer kombiniert. In absoluten Zahlen gesehen sind jedoch sowohl Aufgaben mit Faktenwissen (n=56) als auch mit prozeduralem Wissen (n=75) gegenüber Aufgaben mit Konzeptwissen (n=517) unterrepräsentiert.

Zudem vermittelt die Aufgliederung der kognitiven Anforderungsdimensionen nach entsprechender Wissensart einen Eindruck, wie unterschiedlich die Aufgaben einer kognitiven Anforderungsdimension sein können. Zum Beispiel wurden verschiedene Formen des nahen Transfers identifiziert (‚Abbildungstransfer‘, naher Transfer mit Vergleich). Außerdem unterscheiden sich Aufgaben einer kognitiven Anforderungsdimension je nach kombinierter Wissensart in ihrem Umfang der Beantwortung. Bei Aufgaben mit Faktenwissen muss ein Prüfling zum Beispiel nur isolierte Wissensseinheiten wiedergeben, während Reproduktion von Konzeptwissen die Wiedergabe eines viel komplexeren Vorgangs, wie zum Beispiel der Photosynthese, bedeuten kann.

Vor dem Hintergrund des Einzugs der Kompetenzorientierung, bei der Wissen über die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung, welches prozeduralem Wissen entspricht, stärker in den Vordergrund gerückt werden soll, zeigen diese Ergebnisse, dass deutlicher Verbesserungsbedarf vorherrscht. Zum jetzigen Zeitpunkt dominiert ‚Wissen in den Naturwissenschaften‘ im Sinne von ‚Wissen zu biologischen Phänomenen und Vorgängen wiedergeben‘ noch sehr stark.

Eine Anwendung von Wissensinhalten bedarf der Inkludierung eines lebensweltlichen Kontextes. Aufgaben mit Lebensweltbezug sind jedoch in der Minderheit gegenüber Aufgaben, die keinen Lebensweltbezug herstellen. Dieses Ergebnis überrascht aber aufgrund der hohen Anzahl an Reproduktionsaufgaben und Aufgaben mit weitem Transfer nicht weiter. Vergleicht man Aufgaben mit Reproduktion, nahem und weitem Transfer im Hinblick auf die Kategorie ‚Lebensweltbezug‘, so kann festgestellt werden, dass höhere Anforderungsniveaus häufiger einen Lebensweltbezug (authentisch oder konstruiert) aufweisen. 82,8% der Aufgaben mit nahem Transfer und 86,2% der Reproduktionsaufgaben weisen keinen Lebensweltkontext auf, während nur 31,2 % der Aufgaben mit weitem Transfer keinen Lebensweltkontext herstellen. Auffallend ist zudem, dass Aufgaben mit weitem Transfer am häufigsten (43,2%) mit einem authentischen Lebensweltkontext kombiniert werden. Jedoch kommen Aufgaben mit weitem Transfer insgesamt gegenüber anderen Anforderungsdimensionen seltener vor.

Insgesamt stellen nur 32,8% der Aufgaben einen Lebensweltbezug her, während jedoch über 50% der Aufgaben ein Material inkludieren. Das zeigt, dass ein Materialbezug nicht zwingend einen Lebensweltbezug herstellt. Zum Beispiel sind vielen Aufgaben mit nahem Transfer schematische Prozess- oder Objektdarstellungen beigelegt, die keinen Anwendungskontext darstellen, sondern nur das Umorganisieren von Wissen erfordern und somit keine Transferleistung im Sinne des Anwendens in einem neuartigen Kontext verlangen.

Von allen Operatoraufgaben insgesamt (N=701) wurden nur n=27 als divergent kategorisiert, wobei n=25 davon einer höheren kognitiven Anforderungsdimension als naher Transfer zugeordnet wurden. Somit kann konstatiert werden, dass divergente Aufgaben selten vorkommen, aber in diesen wenigen Fällen häufiger mit höherem Anforderungsniveau kombiniert sind.

Aufgaben unterschiedlicher kognitiver Anforderungsdimensionen unterscheiden sich zudem hinsichtlich ihres Materialbezugs. Wie erwartet, verweisen Reproduktionsaufgabe nur selten auf ein Material (7,5%), während Aufgaben mit nahem Transfer beinahe immer (87,0%) ein Material inkludieren. Auch bei 81,6% der Aufgaben mit weitem Transfer muss bei der Beantwortung ein Material miteinbezogen werden. Insgesamt (N=701) weisen somit knapp über 50 % der Aufgaben einen Materialbezug auf. Zu einem späteren Zeitpunkt könnten Aufgaben unterschiedlicher kognitiver Anforderungsdimensionen im Hinblick auf unterschiedliche Repräsentationsformen des Materials analysiert werden. Es wird vermutet, dass diesbezüglich Unterschiede festgestellt werden könnten.

Forschungsfrage 4: Aufgaben mit weitem Transfer

Insgesamt dominieren Fachinhalte des Großthemenbereichs ‚Physiologie, Zellbiologie und Genetik‘ gegenüber den Großthemenbereichen ‚Ökologie und Nachhaltigkeit‘ sowie ‚Evolution und Zukunftsfragen‘. Innerhalb der beiden unterrepräsentierten Großthemenbereiche sind Aufgaben mit anthropologischem Bezug (‚Menschen und Ökosysteme‘, ‚Angepasstheit, soziologische Fragestellungen‘) noch am häufigsten. Diese ungleichmäßige Verteilung kann auch bei Aufgaben mit weitem Transfer beobachtet werden. Bei der Analyse der kognitiven Anforderungsdimension ‚weiter Transfer‘ hinsichtlich vorkommender inhaltlicher Fachinhalte konnte gezeigt werden, dass bei der mündlichen Maturaprüfung manche Fachgebiete bereits häufig in der Form einer Aufgabe mit weitem Transfer abgeprüft werden (‚Grundlagen der molekularen Genetik‘, ‚Kommunikation zwischen Zellen‘), während andere Fachinhalte (‚Anwendung moderner biologischer Erkenntnisse und Methoden‘, ‚Bau und Funktion von Zellen, Geweben und Organen; funktionsbezogene Differenzierungen‘) eher in der Form einer Reproduktionsaufgabe oder Aufgabe mit sehr geringem Transferanteil abgefragt werden. Es muss jedoch angemerkt werden, dass es sein könnte, dass für manche Fachinhalte das Kreieren eines Anwendungskontexts nur sehr schwer möglich ist und in einigen Fällen auch

nicht sinnvoll erscheint, wohingegen andere Inhalte sich besser dafür eignen könnten. Dennoch soll in der anschließenden Handreichung versucht werden, zu unterrepräsentierten Themengebieten (Ökologie und Nachhaltigkeit, Evolution und Zukunftsfragen) Maturaaufgaben mit weitem Transfer zu gestalten.

Kompetenzorientierte Maturafragen sollten außerdem das Vorhandensein von Kompetenzen, die für ein experimentelles Vorgehen im Sinne des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnes benötigt werden, abfragen. Schließlich handelt es sich hierbei um grundlegendes prozedurales Wissen der naturwissenschaftlichen Fächer. Anhand der Analyse der Zuordnungen zur Handlungsdimension E des Kompetenzmodells konnte gezeigt werden, dass Deskriptoren, die unumgänglich einen Bezug zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn (E3 – Hypothese formulieren, E4 – Untersuchung planen, durchführen, protokollieren) herstellen, gegenüber anderen Deskriptoren, die zwar prozedurales Wissen beschreiben, aber dieses nicht zwingend vor dem Hintergrund des Erkenntnisgewinns mittels eines Experiments angewendet werden muss (E5 - Analysieren und Interpretieren von Versuchsergebnissen), weniger oft zutreffen. Somit scheint ein experimenteller Bezug nicht sehr häufig gegeben zu sein, jedoch müsste diese Variable extra kategorisiert werden, um eine Aussage über Häufigkeiten treffen zu können. Mit Hilfe von Beispielen konnte jedoch gezeigt werden, dass einige wenige Lehrpersonen Möglichkeiten gefunden haben trotz zeitlichen Limits in der Prüfungssituation Kompetenzen, die Elemente des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns und eigenständige Herangehensweise an eine wissenschaftliche Untersuchung umfassen, abzuprüfen.

Im nachfolgenden Kapitel werden die Ergebnisse der vorliegenden Analyse mit ähnlichen empirischen Untersuchungen zur naturwissenschaftlichen Aufgabenkultur in Lern- und Prüfungssituationen verglichen.

7.2 Vergleich der Ergebnisse mit anderen Untersuchungen zur Aufgabenkultur

Zuallererst werden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit den vorläufigen Ergebnissen einer Versuchskategorisierung von 16 Aufgaben aus dem gleichen Aufgabenpool, aus dem die Aufgaben dieser Untersuchung stammen, verglichen (Wenzl et al. 2016). Ein Vergleich der prozentuellen Häufigkeiten der kognitiven Anforderungsdimensionen zeigt, dass die berechneten Häufigkeiten der Versuchskategorisierung sehr gut mit der Gesamtanalyse in Übereinstimmung gebracht werden können. Tendenzen, die bereits in der ersten Kategorisierung ersichtlich wurden, sind ebenfalls in der gesamten Datenanalyse festzustellen. Trotz sehr kleiner Stichprobenzahl konnte durch Wenzl et al. (2016) bereits gezeigt werden, dass nur 19% der Aufgaben eine Transferleistung und 10% eine

Reflexionsleistung erfordern, was den Häufigkeiten der kognitiven Anforderungsdimensionen ‚weiter Transfer‘ (17,8%) und ‚Reflexion‘ (9,3%) in der vorliegenden Kategorisierung entspricht.

Bevor Ergebnisse mit weiteren empirischen Untersuchungen zum Thema naturwissenschaftliche Aufgabenkultur in Beziehung gesetzt werden, ist anzumerken, dass diese Studien teilweise andere Kategoriendefinitionen für die Kategorie ‚kognitive Anforderungsdimension‘ verwenden. Trotz dieser Abweichungen können die Ergebnisse sehr gut mit anderen Untersuchungen im deutschsprachigen Raum in Deckung gebracht werden. Es ergibt sich insgesamt ein sehr ähnliches Bild der Aufgabenkultur im naturwissenschaftlichen Unterricht, bei der die Wiedergabe von Wissen gegenüber anderen kognitiven Anforderungsdimensionen dominiert.

Germ und Harms (2009, S.13) konnten herausfinden, dass 76,2% der Aufgaben der Dimension ‚Wissen‘ entsprechen, was in etwa der Summe der Reproduktionsaufgaben und Aufgaben mit nahem Transfer entsprechen würde. Laut den Ergebnissen einer Analyse von 65 schriftlichen Maturaaufgaben in der Schweiz durchgeführt von Eberle et al. (2008) verlangen zirka die Hälfte der Aufgabenstellungen lediglich die Wiedergabe von Wissen und werden somit als Wissensaufgaben eingestuft, während in der vorliegenden Kategorisierung nur 36,2% als bloße Reproduktionsaufgabe kategorisiert werden. Dazu kommen jedoch weitere 34,0% der Aufgaben, die reproduktionsähnlich sind (naher Transfer).

Aufgrund nicht deckungsgleicher Stufung der kognitiven Anforderungsdimensionen im deutschen Kompetenzmodell (Reproduktion, Transfer, Anwendung) mit den verschiedenen kognitiven Anforderungsdimensionen der vorliegenden Kategorisierung (Reproduktion, naher Transfer, weiter Transfer, Reflexion, weiter Transfer + Reflexion) können die prozentuellen Häufigkeiten der jeweiligen Dimensionen mit den Ergebnissen von Kühn (2010) nur teilweise verglichen werden. Bei der Analyse durch Kühn (2010, S. 288) wurden 37,3% der Aufgaben dem Anforderungsbereich I (Reproduktion) zugeordnet, während in der vorliegenden Kategorisierung ebenfalls 36,2% als Reproduktionsaufgaben kategorisiert wurden. Der Anteil an Aufgaben, die nur eine Reproduktionsleistung erfordern, stimmt somit fast überein. Insgesamt kann festgestellt werden, dass in allen Untersuchungen bei der Erstellung von Maturaaufgaben nicht das gesamte Spektrum der möglichen kognitiven Anforderungsniveaus ausgenutzt wird.

Die Ergebnisse der Kategorie ‚fachliche Inhalte‘ können aufgrund übereinstimmender Themenbereiche gut mit Kühn (2010) verglichen werden. Auch bei Kühn (2010) dominieren Aufgaben des Großthemenbereichs ‚Physiologie, Zellbiologie und Genetik‘ gegenüber ‚Ökologie und Nachhaltigkeit‘ und ‚Evolution und Zukunftsfragen‘. Auch auf der Ebene der einzelnen Fachinhalte können Gemeinsamkeiten gefunden werden. ‚Neuronale

Informationsverarbeitung, Wahrnehmung, Stoffwechsel und Energieumsatz“ und „Grundlagen der molekularen Genetik“ wurden als Themenbereiche identifiziert, die häufig vorkommen. Nur die, in dieser Untersuchung abgesehen von „Sonstiges“, am häufigsten („Kommunikation zwischen Zellen“) und am dritthäufigsten vorkommende Themenbereiche („Bau und Funktion von Zellen, Geweben und Organen; funktionsbezogene Differenzierungen“) sind bei Kühn (2010) nicht so stark vertreten.

Hinsichtlich des Vorkommens von experimentellen Bezügen in Aufgaben zeigt die Untersuchung von Kühn (2010, S.227) ebenfalls Ähnlichkeiten zu den Ergebnissen der vorliegenden Analyse, indem nur sehr wenige (11,3%) der Aufgaben einen experimentellen Bezug aufweisen.

Nicht nur in Österreich, sondern im gesamten deutschsprachigen Raum ergibt sich somit ein sehr einseitiges Gesamtbild der kognitiven Anforderungsniveaus in Prüfungsaufgaben. Vordergründig stellen Aufgaben das Reproduzieren von Wissen als Anforderung an Prüflinge, während höhere kognitive Anforderungsdimensionen nur selten vorkommen.

7.3 Pädagogischer Ausblick

Basierend auf Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung kann somit die von Lembens et al. (2009b) im Zuge der Interpretation der österreichischen Ergebnisse der PISA-Naturwissenschaftsschwerpunkt-Erhebung aufgestellte Vermutung, dass die österreichische Prüfungskultur für den Kompetenzerwerb der Schüler und Schülerinnen nicht förderlich sei, bestätigt werden. Die meisten Aufgaben weisen eine sehr enge Fragestellung auf. Wie von Lembens et al. (2009b) vermutet, sind Aufgabenformate, die eigenständiges Argumentieren erfordern, wie zum Beispiel Reflexionsaufgaben oder divergente Aufgaben, nur sehr wenig vorhanden. Aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung überrascht es nicht, dass die österreichischen Schüler und Schülerinnen in Leistungserhebungsstudien wie PISA große Probleme beim Lösen von kognitiv anspruchsvolleren Aufgabenstellungen zeigen.

Mit Hilfe der Ergebnisse kann, ähnlich wie mit den Ergebnissen der PISA Testungen, ein Rückschluss auf die Unterrichtspraxis gezogen werden, da Prüfungsaufgaben abbilden, was und wie im Unterricht gelernt wird. Die Ergebnisse der Analyse legen nahe, dass die Prüfungssituation den fragend-entwickelnden Unterricht widerspiegeln zu scheint, indem Aufgaben, die Wiedergabe von Wissen erfordern sowie Aufgaben, die keinen Lebensweltbezug aufweisen, dominieren. Ebenfalls zeigt die vorliegende Untersuchung, dass die österreichischen Schüler und Schülerinnen nur wenige Möglichkeiten haben, ihre Kompetenzen im Bereich „Wissen über die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung“, wozu die Wissensart Prozedur oder auch die Handlungsdimension Erkenntnisse gewinnen im Kompetenzmodell gezählt werden, zu erweitern. Wenn Wissen über die

naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung in Prüfungsaufgaben nur sehr selten verlangt wird, kann davon ausgegangen werden, dass dieses auch im Unterricht nicht häufig behandelt wird.

Vor dem Hintergrund der schulischen Bildungsziele nach Csapó (2010), konnte durch diese Analyse der kognitiven Anforderungsdimensionen in Maturaaufgaben gezeigt werden, dass die inhaltliche oder disziplinäre Dimension von Lernen in Prüfungssituationen und vermutlich auch in Lernsituationen noch gegenüber der kulturellen oder sozialen Dimension, die Anwendung von Wissen umfasst, dominiert. Lehrpersonen haben Schwierigkeiten, diesen Perspektivenwechsel bei der Konstruktion von Maturaaufgaben umsetzen zu können.

Ein Ziel des Forschungsprojekts „Analyse von Maturaaufgaben“ ist es, konkrete Schwierigkeiten, mit denen Lehrpersonen bei der Erstellung von kompetenzorientierten Maturaaufgaben konfrontiert sind, identifizieren zu können. Zusammenfassend kann resümiert werden, dass eine Schwierigkeit sein dürfte, kognitiv anspruchsvolle Maturaaufgaben zu gestalten, insbesondere zu einigen Themenbereichen sowie Aufgaben, die prozedurales Wissen beziehungsweise experimentelle Bezüge inkludieren. Als Unterstützungsmaßnahme soll aufbauend auf der vorliegenden Arbeit sowie auf den parallel durchgeführten Diplomarbeiten mit jeweils einem anderen Analysefokus eine gemeinsame Handreichung erstellt werden, in der die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit für Lehrpersonen kompakt zusammengefasst werden und in der auf die zuvor erläuterten Probleme eingegangen wird. Zusätzlich sollen gute Aufgabenbeispiele zur Veranschaulichung enthalten sein, die entweder aus den analysierten Aufgaben stammen oder aus der Literatur entnommen werden.

Ausgehend von der Motivations- sowie Innovationsfunktion von zentralen Abschlussprüfungen (Krüger 2015) wird versucht, über die kompetenzorientierte Gestaltung von Aufgaben in zentralen Abschlussprüfungen einen Einzug der Kompetenzorientierung auch auf Unterrichtsebene zu erreichen. Als weitere Begleitmaßnahme zur Implementierung von Kompetenzorientierung sollte daraufhin das Erstellen von kompetenzorientierten Lernaufgaben für die Naturwissenschaften in Angriff genommen werden. Wie Evaluierungsstudien zur praktischen Implementierung von Bildungsstandards auf Unterrichtsebene zeigten, haben viele Lehrpersonen zudem noch nicht verstanden, was mit Kompetenzorientierung im Unterricht gemeint ist (Grillitsch 2010). Deshalb sollen die Ergebnisse der Aufgabenanalyse sowie die erstellte Handreichung zukünftig zudem für die Lehrerfortbildung verwendet werden. Nur so kann ein langfristiger Kompetenzerwerb der Lernenden gefördert werden.

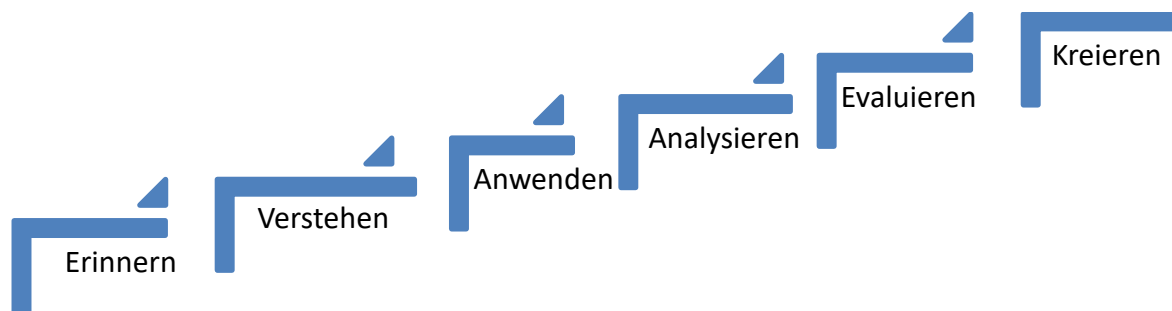
8 Handreichung: Kognitive Anforderungsdimensionen in Maturaaufgaben

8.1 Theoretische Einführung zu kognitiven Anforderungsdimensionen

Das folgende Kapitel dient dem besseren Verständnis der anschließend angeführten Beispielaufgaben für die jeweils verschiedenen kognitiven Prozessdimensionen. Im einführenden Kapitel der Handreichung werden somit wichtige Fragen in Hinblick auf die Gestaltung von Maturaaufgaben mit variierender kognitiver Anforderungsdimension als Hilfestellung für Lehrpersonen beantwortet.

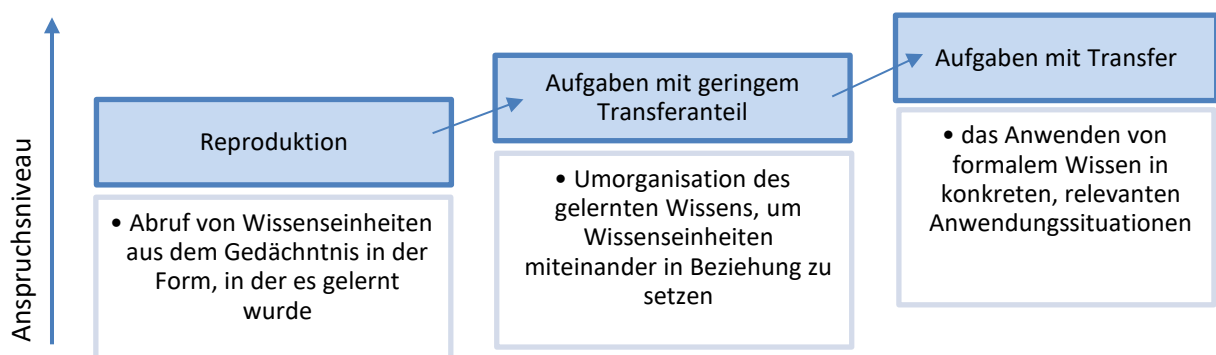
Welche kognitiven Anforderungsdimensionen gibt es?

Es gibt unterschiedliche Modellierungen von kognitiven Anforderungsniveaus in Prüfungsaufgaben. Ein sehr prominentes Stufenmodell ist die Bloomsche Lernzieltaxonomie (Anderson und Krathwohl 2001), welche sehr häufig zur Bestimmung des kognitiven Anforderungsniveaus von Aufgaben in abgewandelter Form herangezogen wird. Dieses prominente Modell bezieht sich jedoch auf anzustrebende Lernziele im Unterricht.



Welche kognitiven Anforderungsdimensionen werden in Prüfungsaufgaben verlangt?

Laut Maier et al. (2010) werden folgende kognitive Anforderungsdimensionen in Prüfungsaufgaben gefordert.



Sind kognitive Anforderungsniveaus von Maturaaufgaben gesetzlich geregelt?

In der Handreichung für die mündliche Reifeprüfung der AHS ist folgender Informationstext zu finden: Eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung besteht laut § 29 RPVO aus „voneinander unabhängige[n] Aufgaben mit Anforderungen in den Bereichen der Reproduktions- und Transferleistungen sowie der Bereiche Reflexion und Problemlösen“ (BMBF 2014).

Reproduktion vs. Transfer – was macht den Unterschied aus?

Reproduktion	Transfer
○ Mentales Einprägen -> „Auswendiglernen“ ○ Wissenserwerb durch Hinzufügen von kognitiven Strukturen im Gedächtnis ○ Wiedergabe von Wissen in der Form, in der es gespeichert wurde	○ verstehendes Lernen ○ Lernen als aktive Wissenskonstruktion ○ Anwendung von Wissen in konkreten Situation

Im zweiten Teil der Handreichung wird zum gleichem Themengebiet eine Aufgabenstellung mit Reproduktionsleistung und eine Aufgabe mit Transferleistung gegenübergestellt, sodass die Unterschiede anhand von Beispielaufgaben gezeigt werden können. Zuvor wird ein Überblick über eine Untersuchung zur gegenwärtigen Aufgabenkultur in zentralen Abschlussprüfungen in Österreich im Fach Biologie und Umweltkunde gegeben.

Kognitive Anforderungsniveaus in Maturaaufgaben – Ergebnisse einer quantitativen Analyse von österreichischen Maturaaufgaben

Basierend auf Ergebnissen einer quantitativen Analyse von 100 Maturaaufgaben¹¹ im Jänner und Februar 2017 kann ein Bild zur gegenwärtigen, österreichischen Prüfungsaufgabenkultur in Biologie und Umweltkunde präsentiert werden. Die wichtigsten Ergebnisse werden mit Hilfe der drei nachfolgenden Abbildungen und deren Beschreibungen zusammengefasst.

¹¹ Insgesamt bestehen diese 97 ersteingereichten Maturaaufgaben aus N=701 Teilaufgaben.

Häufigkeiten der Teilaufgaben (N=701) aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen

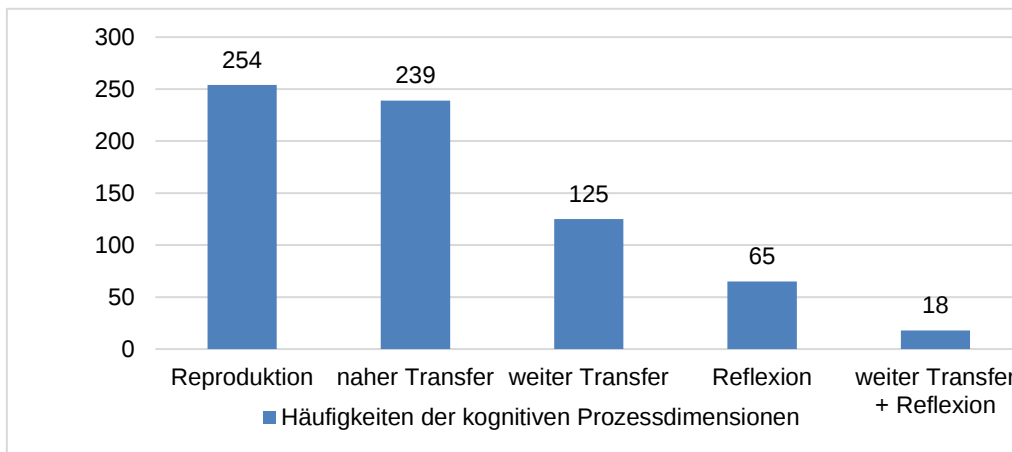
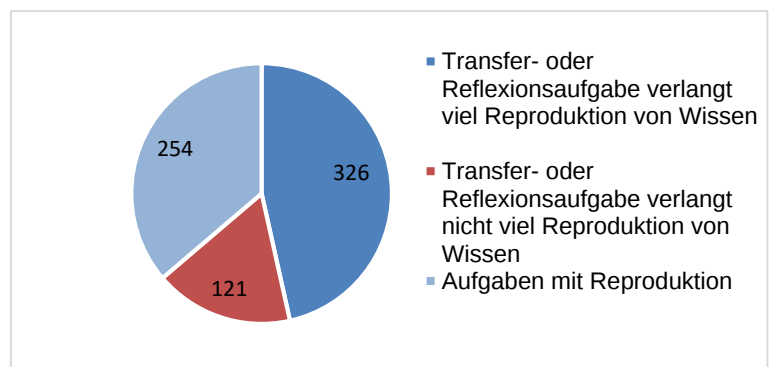


Abbildung 1 zeigt, dass von insgesamt N=701 analysierten Teilaufgaben, n=254 (36,2%) eine Reproduktionsleistung und n=239 (34,0%) einen nahen Transfer erfordern. Weitere n=208 Teilaufgaben und somit nur 29,7% aller Teilaufgaben verlangen eine höhere kognitive Anforderungsdimension als naher Transfer.

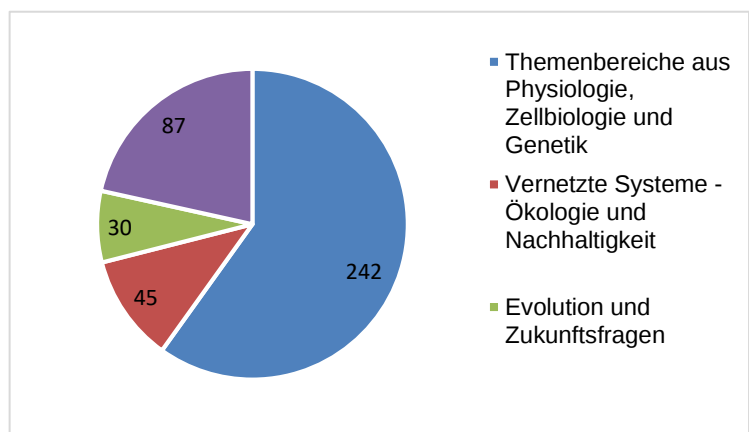
Reproduktion von Wissen in mündlichen Maturaufgaben (N=701)

Abbildung 2 verdeutlicht, dass, zusätzlich zu n=254 Reproduktionsaufgaben, weitere n=326 Aufgaben trotz höherer Anforderungsdimension dennoch viel Reproduktion von Wissen erfordern. Somit beträgt der Anteil an reproduktionslastigen Teilaufgaben (blau) 82,7%.



Inhaltliche Zuordnung der Teilaufgaben (N=404)

Abbildung 3 stellt die Verteilung der N=404¹² Teilaufgaben auf die drei Großthemenbereiche dar. Während von 404 Aufgaben insgesamt 60,0% dem Bereich Physiologie, Zellbiologie und Genetik zugeordnet wurden, gehören nur 11,1% dem Bereich ,Ökologie und



¹² Für die Kategorie ,Fachliche Inhalte' liegen nicht wie bei den anderen Kategorien 701 Teilaufgaben, sondern nur 404 Teilaufgaben kategorisiert vor.

Nachhaltigkeit‘ sowie nur 7,4% dem Bereich ‚Evolution und Zukunftsfragen‘ an.

Insgesamt sind Aufgaben, die eine Reproduktionsleistung erfordern im Vergleich zu höheren kognitiven Anforderungsniveaus sehr viel häufiger vertreten. Hinsichtlich der Wissensarten in Maturaaufgaben dominieren Aufgaben mit zugrundeliegendem Konzeptwissen (74,0%) gegenüber Aufgaben mit prozeduralem Wissen (nur 10,7%). Aufgaben stellen zudem nur sehr selten einen experimentellen Bezug im Sinne des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns her. Darüber hinaus inkludieren nur zirka ein Drittel (32,8%) der Aufgaben einen Lebensweltbezug. Basierend auf den Ergebnissen der Aufgabenanalyse sollen in dieser Handreichung Gestaltungsmöglichkeiten für Aufgaben mit Transferleistung beispielhaft aufgezeigt werden.

8.2 Gestaltungsmöglichkeiten für Reifeprüfungsaufgaben

Reproduktion und Transfer im Vergleich

Die nachfolgenden Beispiele zeigen, wie eine Reproduktionsaufgabe zu einer Aufgabe mit erforderlichen Wissenstransfer umgestaltet werden kann.

Thema Entwicklung und Sexualität bei Mensch und Tier:

Reproduktionsaufgabe: Nenne Vor- und Nachteile der folgenden Verhütungsmethoden: Hormonimplantat, Kondom, Spirale, Sterilisation des Mannes.¹³



Aufgabe mit Transfer: Begründe anhand der persönlichen Situation, für welche Verhütungsmethode sich das nachstehende Paar entscheiden sollte, um eine optimale Lösung zu finden (Mehrfachantworten sind möglich).

Nicole & Peter:

Nicole und Peter sind gerade in eine neue Stadt gezogen. Peter hat dort die Möglichkeit, in seinem Traumberuf richtig Fuß zu fassen, Nicole fehlen noch die letzten Prüfungen, um ihr Studium zu beenden. Die beiden sind schon mehr als fünf Jahre ein glückliches Paar. Sobald Nicole ihr Studium beendet und Peter sich beruflich „eingelebt“ hat, möchten sie ihr gemeinsames Glück mit einem Kind krönen. Sie hoffen, dass sie in etwa einem Jahr mit der Familienplanung beginnen können.

Welche Verhütungsmethode ist für Nicole & Peter geeignet?

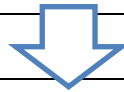
☐ Hormonimplantat ☐ Kondom ☐ Spirale ☐ Sterilisation des Mannes

(Quelle: abgeändert nach Eduversum GmbH 2015)

¹³ Alle Aufgabenbeispiele, die keinen Quellenverweis aufweisen, sind entweder Teil der Aufgabensammlung „kompetenzorientierter Maturaaufgaben – Ersteinreichungen“ oder wurden selbst erstellt.

Thema Evolution – Stammesgeschichte der Lebewesen, Systematik:

Reproduktion: Erkläre den Unterschied zwischen einem analogen und einem homologen Merkmal.

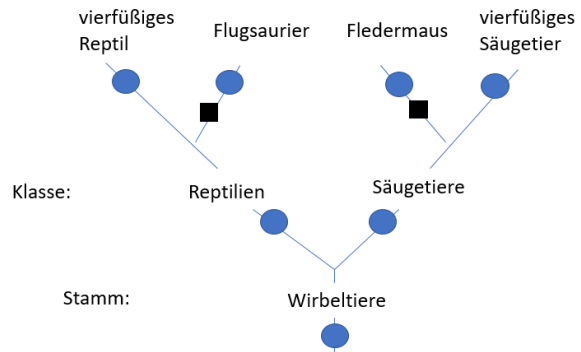


Aufgabe mit Transfer:

Im folgenden Stammbaumbespiel werden die beiden Gruppen Flugsaurier und Fledermaus jeweils bezüglich der beiden Merkmale miteinander verglichen.

- 1: (Quadrat) zu Flügeln umgewandelte Vorderextremitäten
- 2: (Kreis) Grundbauplan der Vorderextremitäten.

Begründe kurz mit Hilfe des Stammbaumbespiels, für jedes Merkmal getrennt, ob es sich um ein homologes oder um ein analoges Merkmal handelt.



(Quelle: abgeändert nach Jakob 2011)

Thema Evolution von Populationen:

Reproduktion: Nenne drei verschiedene Möglichkeiten, wie natürliche Selektion wirken kann.



Aufgabe mit Transfer:

Stell dir eine Population vor, in der Individuen, die an einem bestimmten Locus heterozygot sind, einen extremen Phänotyp darstellen (zum Beispiel könnten sie viel größer sein als homozygote Individuen), der zudem einen bestimmten Selektionsvorteil mit sich bringt.

Ist eine solche Situation das Ergebnis einer gerichteten, stabilisierenden oder einer disruptiven Selektion? Begründe deine Antwort.

(Quelle: Campbell und Reece 2011a, S.312)

Folgende Aufgaben sind KEINE Transferaufgaben, sondern Reproduktionsaufgaben:

Bei diesen Beispielen muss Wissen nicht in einer konkreten Situation angewendet werden.

Erläutere die Theorie die am wahrscheinlichsten für die Entstehung von Eukaryoten gilt!

Erläutere verschiedene Möglichkeiten einer Schwangerschaftsfrüherkennung.

Erkläre, welche Auswirkungen ein Kaliummangel bzw. Natriummangel auf die Resorption im Dünndarm hätte.

Erkläre den Einfluss von verschiedenen Parametern auf den Beginn der Keimung.

Erkläre, auf welche Weise Drogen die Arbeitsweise der Synapsen beeinflussen können.

Welche unterschiedlichen Gestaltungsmöglichkeiten gibt es für Transferaufgaben?

Transferaufgaben können sehr unterschiedlich gestaltet sein. Ihr Anforderungsniveau unterscheidet sich grundlegend, je nachdem ob die Aufgabe nur einen Transfer von Wissen auf ein beigefügtes Material („Abbildungstransfer“) verlangt oder ob die Aufgabenstellung Anwendung von Wissen in einem lebensweltlichen Kontext unter eigenständiger Herangehensweise erfordert.

1. Transferaufgaben ohne lebensweltlichen Anwendungskontext (naher Transfer):

In den folgenden Beispielen ist es nicht möglich, das Wissen in der Form wiederzugeben, in der es gelernt wurde. Jedoch verlangen diese Aufgabenstellungen zumeist noch **keine Anwendung von Wissen in einem nicht aus dem Unterricht bekannten, lebensweltlichen Kontext**. Bei Aufgaben dieser Art wird vom Prüfling ein **Umorganisieren von Wissen** verlangt, da die Antwort an das vorgegebene Material angepasst werden muss, Wissensinhalte hinsichtlich vorgegebener Kriterien umstrukturiert werden müssen oder Wissensinhalte in neuartige Zusammenhänge gebracht werden müssen. Zumeist steht bei Aufgaben dieser Art dennoch das Reproduzieren von Wissen stark im Vordergrund.

Folgende Aufgabenbeispiele sind keine bloßen Reproduktionsaufgaben, jedoch steht die Wiedergabe von Wissensinhalten dennoch stark im Vordergrund.

Operator	Beispiel
Abbildung „beschriften“ Teile der Abbildung „benennen“	○ Beschrifte die wesentlichen Strukturen in Abbildung 1 [Zellorganell]. ○ Benenne die Blütenteile in Abbildung 1.
Materials „beschreiben“, oder mit Hilfe von Material „erklären“	○ Beschreibe die Blutkreisläufe aus Material 1. ○ Beschreiben Sie die Augentypen von Wespe und Mensch unter Verwendung der vorgelegten Modelle (Material 1: Modell Komplexauge, Modell Linsenauge)!
nach bestimmten Kriterien „Vergleichen“	○ Vergleiche das Hormonsystem und das Nervensystem als Organsysteme für die Informationsübertragung im Körper bezüglich ihrer Eigenschaften und ihrer Arbeitsweise. ○ Vergleiche genetische Drift und Genfluss (a) hinsichtlich ihrer Mechanismen und (b) hinsichtlich der daraus resultierenden Konsequenzen für die zukünftige genetische Variabilität in einer Population (Campbell und Reece 2011a, S.308).
Vor und Nachteile „diskutieren“	○ Diskutiere Vor- und Nachteile dieser Form der Empfängnisverhütung [Antibabypille] im Vergleich zu mechanischen Methoden, wie dem Kondom.
Zusammenhänge darstellen	○ Zeige, dass das „Schlüssel-Schloss-Prinzip“ ein Grundprinzip der Natur darstellt, indem du anhand von konkreten Beispielen in den folgenden Bereichen das Prinzip verdeutlichst: Neurobiologie, Immunbiologie, Endokrinologie (Biegl 2015).

2. Aufgaben mit lebensweltlichen Anwendungskontext (weiter Transfer)

In den folgenden Aufgabenbeispielen muss das gelernte Wissen in konkreten, **lebensweltlichen Situationen** zur Anwendung gebracht werden. Der Prüfling muss häufig in **eigenständiger Herangehensweise** eine Problemsituation bearbeiten.

Anwendungskontext mit Thema Plattentektonik:

Im Laufe der Erdgeschichte beeinflussten immer wieder verschiedene globale Ereignisse das Leben auf der Erde.

- Im Jänner 2011 traf ein Tsunami mit einer Höhe von 23 Meter die ostjapanische Küste, in dessen Folge es unter anderem zur Nuklearkatastrophe von Fukushima kam.
- Mitte April 2010 verursachte der Ausbruch des Vulkans Eyjafjallajökull auf Island eine Aschewolke, die den Flugverkehr in weiten Teilen Nord- und Mitteleuropas lahmlegte.
- Im Jahr 1906 ereignete sich eine der schlimmsten Naturkatastrophen in der Geschichte der Vereinigten Staaten. Ein Erdbeben erschütterte die Küste Nordkaliforniens, San Francisco wurde fast dem Erdboden gleichgemacht.

Vergleiche die Ursachen der oben genannten Ereignisse.

(Quelle: Biegl 2015, S.39)

Anwendungskontext mit Thema Stoffwechsel von Pflanzen, Photosynthese:

Die Optimierung von Ernteerträgen ist in der Landwirtschaft eine große Aufgabe. In Testversuchen werden Pflanzen unter unterschiedlichen Bedingungen kultiviert.

- a) Vergleiche die zu erwartende Fotosyntheseraten in den drei Gewächshäusern.
- b) Begründe, welches Gewächshaus du für eine Optimierung der Ernteerträge wählen würdest.

	Gewächshaus 1	Gewächshaus 2	Gewächshaus 3
Konzentration von CO ₂ in der Luft	0,05 %	0,1 %	0,2 %
Gefärbte Glasflächen	rot	farblos	grün
Temperatur	25°C	20°C	30°C

Anwendungskontext mit Thema Verdauung:

Du isst ein Putenschnitzel mit Reis und gemischten Salat. Erkläre, welche Nährstoffe in diesem Menü enthalten sind und wo diese im menschlichen Verdauungsapparat verdaut werden?

Weitere Möglichkeiten zur Aufgabengestaltung: Aufgaben mit Transfer

Verwendung von authentischem Material:

Analysiere das Karyogramm in Material 3 hinsichtlich aller Informationen, die sich über die betreffende Person ableiten lassen.

Material: Abbildung eines Karyogramms

Analysiere den vorliegenden Blutbefund auf Abweichungen vom Referenzbereich.

Material: Blutbefund

Aufgaben mit Handlungsaufforderung „Kritisch Stellung nehmen“

- In den folgenden Aufgabenbeispielen werden zu einem biologischen Phänomen bzw. Vorgang oder zu einer biologischen Theorie unterschiedliche Aussagen präsentiert, die an alltägliche Vorstellungen anknüpfen können. Der Prüfling soll die Richtigkeit der Aussagen beurteilen und die richtige/n Aussage/n auswählen.
- Bei Aufgaben dieser Art steht die im Deskriptor S1 beschriebene Kompetenz im Vordergrund: *„Ich kann fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden“* (BMUKK 2016).



Eine Möglichkeit ist, Aufgaben dieser Art mit Hilfe der beiden unten angeführten Handlungsaufforderungen zu gestalten. Durch diese Zweiteilung ist der Prüfling angehalten, zuerst auf die Richtigkeit aller Aussagen einzugehen und nicht nur die richtige/n Aussage/n zu nennen.

Operator	Beispiel
(Kritisch) Stellung nehmen	Nimm Stellung zu folgenden Erklärungen der Muskelkaterentstehung. Material: kurze Informationstexte zu folgenden Erklärungen: feine Risse in der Muskelfaser, Milchsäure als Ursache, Muskelkater als Folge verklebter Faszien
Begründe	Welche der angeführten Erklärungen ist für dich die schlüssigste. Begründe deine Entscheidung.

Aufgaben mit Concept Cartoons

Thema Evolutionstheorie:

5 Schüler diskutieren gemeinsam über die darwinistische Selektionstheorie.

Begründe, welche Aussagen keine Beobachtungen oder Schlussfolgerungen sind, auf die die natürliche Selektion basiert.

Schüler 1: Arten produzieren mehr Nachkommen, als es die Tragfähigkeit ihres Lebensraumes erlaubt.

Schüler 2: Schlecht angepasste Individuen produzieren niemals Nachkommen.

Schüler 3: Individuen, deren Merkmale am besten an den jeweiligen Lebensraum angepasst sind, haben in der Regel weniger Nachkommen als solche mit weniger adaptiven Merkmalen.

Schüler 4: Meist überlebt nur ein Bruchteil der Nachkommenschaft eines Individuums.

Schüler 5: Unter Individuen einer Population gibt es eine genetische Variabilität.

(Quelle: Campbell und Reece 2011b, S.73)

Kognitive Anforderungsdimensionen und prozedurales Wissen

Überblick über unterschiedliche Wissensarten:

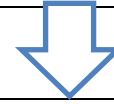
Wissensart	Definition
Fakten	Bei der Antwort verbalisiert der Prüfling isolierte Wissenseinheiten, die nicht miteinander in Beziehung gesetzt werden.
Konzepte	Bei der Antwort verbalisiert der Prüfling vielfach vernetzte und strukturierte Wissenseinheiten. Diese werden systematisch zueinander in Beziehung gesetzt und sind dadurch komplexer organisiert als das reine Faktenwissen.
Prozeduren	Bei der Antwort wendet der Prüfling fachspezifische Methoden der Biologie an und/oder verbalisiert sie.

Maturaaufgaben, die prozedurales Wissen abfragen sind im Gegensatz zu Aufgabenstellungen mit konzeptionellem Wissen sehr selten. Im Folgenden werden Aufgabenbeispiele präsentiert, die prozedurales Wissen in Kombination mit den kognitiven Anforderungsdimensionen ‚Reproduktion‘ und ‚Transfer‘ erfordern.

Wie wird aus Reproduktionsaufgabe mit prozeduralem Wissen eine Transferaufgabe?

Aufgabe mit Reproduktion von prozeduralem Wissen:

Erkläre den Inhalt und die Herstellung eines Karyogramms.



Aufgabe mit Transfer von prozeduralem Wissen:

Analysiere das Karyogramm in Material 3 hinsichtlich aller Informationen, die sich über die betreffende Person ableiten lassen.
Material: Abbildung eines Karyogramms

Aufgaben mit Reproduktion und prozeduralem Wissen

Reproduktion (und Transfer):

- a) Erläutere die Vorgehensweise beim Experiment von Edward Jenner aus dem Jahr 1796. (Reproduktion)
- b) Nimm kritisch Stellung zu diesem Experiment. (Transfer)

Bei dieser Aufgabe (a) muss die Vorgehensweise bei einem bestimmten Experiment reproduziert werden. Eine Beantwortung der Frage ist nur möglich, wenn man über Wissen zum Experiment verfügt.

Das anschließende „kritisch Stellung nehmen“ (b) initiiert eine Umorganisation von Wissen, indem allgemeines, prozedurales Wissen zur Vorgehensweise beim wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn anhand von einem konkreten Beispiel angewendet werden muss.

Reproduktion:

Fertige ein Präparat einer Zwiebelzelle an, um es zu mikroskopieren.

Es handelt sich um eine Reproduktionsaufgabe, wenn davon ausgegangen wird, dass ein Präparat einer Zwiebelzelle bereits im Unterricht erstellt wurde.

Aufgaben mit Transfer und prozeduralem Wissen

Prozedur wissenschaftliche Skizze anfertigen:

Skizziere die Zelle im Präparat [pflanzliche Zelle] mit der Andeutung der angrenzenden Zellen.

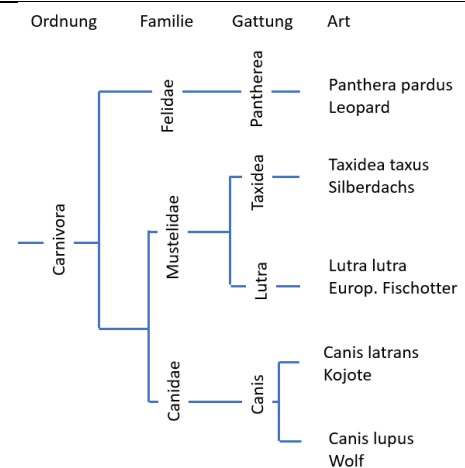
Prozedur Umgang mit Code Sonne:

Erstelle mit Hilfe der Code Sonne (Material) für den vorliegenden DNS-Abschnitt die entsprechende Aminosäuresequenz!
DNS/Codogener Strang:TAC GAA TGC GGG GCT CTC GAG GTA TTC CTG ATT....

Prozedur phylogenetischen Stammbaum lesen:

Was sagt der phylogenetische Stammbaum über die Verwandtschaftsverhältnisse von Leoparden, Dachsen und Wölfen aus.

(Campbell und Reece 2011a, S.346)



Kognitive Anforderungsdimensionen und experimentelle Bezüge:

Im Folgenden werden Ideen präsentiert, wie die Deskriptoren des E-Bereichs des Kompetenzmodells in Aufgabenbeispiele mit unterschiedlichen kognitiven Anforderungsniveaus umgesetzt werden können.

Kompetenzen, die die Schüler und Schülerinnen in Biologie im Rahmen des Bereichs „Erkenntnisse gewinnen“ ausbilden sollten und deren Zuordnung zu einem der kognitiven Anforderungsdimensionen:

Reproduktion/Transfer¹⁴:

- *E1: Biologische Vorgänge und Phänomene beobachten, messen und beschreiben*

Transfer:

- *E2: Biologische Vorgänge und Phänomene hinsichtlich evolutionsbiologischer Kriterien analysieren und Beziehungen herausarbeiten*
- *E3: Zu biologischen Vorgängen und Phänomenen Fragen stellen und Hypothesen formulieren.*
- *E4: Untersuchungen oder Experimente zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen (a) planen, (b) durchführen und (c) protokollieren.*
- *E5a: Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (z.B. ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen)*

Reflexion:

- *E5b: Daten und Ergebnisse von Untersuchungen interpretieren.*

(BMUKK 2016)

¹⁴ Wenn Beobachtungsaufgaben im Unterricht unter gleichen Voraussetzungen durchgeführt wurden, handelt es sich um Aufgaben, die Reproduktion von prozeduralem Wissen erfordern. Verändert man jedoch die Rahmenbedingungen, so verlangt die Aufgabenstellung einen Transfer von prozeduralem Wissen. Das gleiche gilt für das Durchführen von Experimenten.

E1: Biologische Vorgänge und Phänomene beobachten und beschreiben.

Beobachtungsaufgaben sind aufgrund der Rahmenbedingungen der Prüfungssituation nur eingeschränkt möglich. Jedoch können Beobachtungsaufgaben auch imaginär durchgeführt werden.

Themenbereich Verhaltensbiologie:

Stelle dir vor, du hättest 2 junge Hunde erhalten, 8 Wochen alt, nach Abschluss der Sozialisierungsphase. Du beobachtest sie in zwei verschiedenen Situationen.

33(7) Analysiere das Verhalten hinsichtlich der Verhaltensbiologie.

a) Die Hunde sind in ein Verfolgungsspiel vertieft. Der Rüde jagt die Hündin. Plötzlich erfolgt ein Rollentausch. Die Hündin wird zum Jäger, der Rüde flüchtet. Mehrmals kehren sich die Positionen um. Unerwartet zeigt der Rüde aggressives Verhalten: er stößt sie zu Boden, stellt sich darüber mit gesträubtem Fell, zähnefletschend und knurrend. Die Hündin liegt am Rücken, winselnd mit eingeklemmter Rute. Der Rüde beißt nicht zu! Die Hunde trennen sich ruhig und traben auseinander.

E3: Zu biologischen Vorgängen und Phänomenen Fragen stellen und Hypothesen formulieren.

Der Begriff „Hypothese“ soll nicht im Sinne von „Schlüsse ziehen“ oder „Erklärung abliefern“, sondern ausschließlich in der Bedeutung „Fragestellung formulieren“, welche anschließend durch ein Experiment überprüft werden soll, verwendet werden. Das Formulieren einer Hypothese ist Teil des Zyklus einer naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung.

Passende Verwendung „Hypothese“ - im Sinne von „theoriebasierte Vermutung aufstellen“	nicht passende Verwendung „Hypothese“ - im Sinne von „Daten theoriebasiert interpretieren“ 
Entwickle mehrere begründete Hypothesen , wie man eine sich vorwiegend asexuell fortpflanzende Bakterienkultur in einer Petrischale zu einem höheren Grad an sexueller Fortpflanzung anregen könnte.	Entwickle eine begründete Hypothese zur Erklärung des Versuchsergebnisses in Bezug auf die Verteilung von Euglena in der Petrischale. → entspricht Deskriptor E5a

E4: Untersuchungen oder Experimente zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen planen, durchführen und protokollieren.



Da alle drei, in diesem Deskriptor enthaltenen Schritte (planen, durchführen, protokollieren) sehr zeitaufwändig wären, kann in einer Aufgabenstellung auch nur einer dieser Arbeitsschritte gefordert werden.

a) Experiment planen:

„Bienen sehen Farben die wir nicht sehen können.“ Bienen können kein Rot aber ultraviolettes Licht (UV) sehen. Wir können das UV-Licht nur mit speziellen Objektiven und Filtern aufnehmen. Blüten locken Insekten also nicht nur mit Gerüchen und verschiedensten Farben an.

Entwickle mit Hilfe von Material 4 einen Versuchsablauf, um zu beweisen, dass Pflanzen Bienen mit UV-Licht anlocken.

[Material 4: Gauklerblumen aufgenommen in sichtbarem Licht und UV-Licht.]

Nikotin ist in hoher Konzentration in der Tabakpflanze enthalten und wird von Menschen beim Rauchen von Tabak aufgenommen. Nikotin ist ein schädliches Nervengift, das unter anderem auf die Nerven des Herzens wirkt und in hohen Dosen sogar tödlich sein kann.

Der Wasserfloh ist ein wasserlebendes Krebstierchen, das etwa 2-6 mm groß ist. Es wird häufig als Versuchstier verwendet, vor allem, um die Auswirkungen von Schadstoffen zu untersuchen. Das Herz des Wasserfloh liegt im Rückenbereich und ist gut zu sehen, da der Wasserfloh leicht transparent ist.

Sina und Steffen möchten wissen, ob Nikotin einen Einfluss auf den Herzschlag hat und nutzen den Wasserfloh als Versuchstier. Ihre Hypothese lautet: Nikotin beeinflusst die Herzschlagfrequenz (Herzschläge pro Minute). Je höher die Nikotin-Konzentration, desto geringer die Herzschlagfrequenz.

Plane einen Versuchsaufbau, um ihre Hypothese überprüfen zu können.

(Quelle: Arnold 2015, S.357)

b) Experiment durchführen:

Freihandexperimente sind einfache Demonstrationsversuche, die mit geringem Zeitaufwand durchgeführt werden können.

Demonstriere was passiert, wenn du die Schnittfläche einer keimenden Kartoffel mit Iodkaliumiodidlösung beträufelst.

Mit Hilfe von **Onlinetools** können komplexe Experimente oder Versuche, die viele Ressourcen benötigen, simuliert werden.

Demonstrieren Sie das Experiment zur Blutgruppenbestimmung.

Material: The Blood Typing Game verfügbar unter:

<http://www.nobelprize.org/educational/medicine/bloodtypinggame/gamev2/index.html>

c) Experiment protokollieren:

Die Petrischale in Material 3 [Foto] enthält Tümpelwasser. Die Lichtmikroskopische Untersuchung eines Tropfens zeigte einzellige und fadenförmige Grünalgen und ein massenhaftes Vorkommen von Euglena.

Erstelle ein hypothetisches Protokoll für den abgebildeten Versuch.

Material: Beigefügte Fotos stellen folgenden Versuch dar: Im Versuchsgefäß sind die Grünalgen bzw. Euglenazellen gleichmäßig verteilt. Das Versuchsgefäß wird mit einem lichtundurchlässigen Deckel abgedeckt. In diesem ist eine dreieckige lichtdurchlässige Stelle. Das Gefäß wird einige Zeit beleuchtet. Dann wird der Deckel abgenommen und die Verteilung von Euglena im Wasser beobachtet.

E5: Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren und interpretieren.

Eine Untersuchung an Küchenschaben ergibt folgende Resultate: Die Tiere sterben bei Temperaturen unter 27,5°C bzw. über 34,5°C, ihre sexuellen Aktivitäten beginnen nicht unter 29°C, werden aber auch nicht über 33°C ausgeführt. In Temperaturorgelversuchen zeigt sich, dass der Großteil der Versuchstiere den Bereich von 30°C bis 32°C aufsucht.

Erstelle zu diesen Resultaten ein Diagramm über die passende Vitalitätskurve mit der entsprechenden fachsprachlichen Beschriftung.

Interessante Quellen für Maturaaufgaben-Gestaltung:

Anderson, Lorin W.; Krathwohl, David (2001): A taxonomy for learning, teaching, and assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives. London: Addison Wesley Longman.

Arnold, Julia C. (2015): Die Lernwirksamkeit von Lernunterstützungen beim Forschenden Lernen. Eine Interventionsstudie zur Förderung des Wissenschaftlichen Denkens in der gymnasialen Oberstufe. Berlin: Logos Verlag.

Biegl, Christine-Eva (2015): Begegnungen mit der Natur. Maturatraining. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch.

BMBF (2012): Die kompetenzorientierte Reifeprüfung Biologie und Umweltkunde. Richtlinien und Beispiele für Themenpool und Prüfungsaufgaben. Wien. Online verfügbar unter https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_lfbio_21976.pdf?515kq, zuletzt aktualisiert am 23.02.2017.

Campbell, Neil A.; Reece, Jane B. (2011a): Campbell Biologie. Gymnasiale Oberstufe. München: Pearson Deutschland.

Campbell, Neil A.; Reece, Jane B. (2011b): Campbell Biologie. Gymnasiale Oberstufe Übungsbuch. München: Pearson Deutschland.

Edorner Verlag (Hg.). Kernbereich Biologie 6. Kompetenzorientierte Reifeprüfungsfragen für Kernbereiche Biologie 6. Online verfügbar unter <http://files.dornerverlag.at/onlineanhaenge/files/maturafragen.pdf>, zuletzt geprüft am 24.04.2017.

Liebetreu, Gerhard. (2014). Lindner Biologie Maturaleitfaden mit Aufgabenpool. Wien: Edorner Verlag.

9 Literaturverzeichnis

- Altrichter, Herbert (2008): Veränderung der Systemsteuerung im Schulwesen durch die Implementation einer Politik von Bildungsstandards. In: Thomas Brüsemeister und Klaus Dieter Eubel (Hg.): Evaluation, Wissen und Nichtwissen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 75–115.
- Altrichter, Herbert; Eder, Ferdinand (2009): Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung im österreichischen Schulwesen. Bilanz aus 15 Jahren Diskussion und Entwicklungsperspektiven für die Zukunft. In: Werner Specht (Hg.): Nationaler Bildungsbericht Österreich 2009, Band. 2. Fokussierte Analysen bildungspolitischer Themen. Graz: Leykam, S. 305–322.
- Altrichter, Herbert; Kanape-Willingshofer, Anna (2012): Bildungsstandards und externe Überprüfung von Schülerkompetenzen: Mögliche Beiträge externer Messungen zur Erreichung der Qualitätsziele der Schule. In: Barbara Herzog-Punzenberger (Hg.): Nationaler Bildungsbericht Österreich 2012, Band 2. Fokussierte Analysen bildungspolitischer Schwerpunktthemen. Graz: Leykam, S. 355–394.
- Altrichter, Herbert; Posch, Peter (2004): Die Diskussion um Bildungsstandards in Österreich. In: *Journal für Schulentwicklung* 8 (4), S. 29–38. Altrichter, Herbert; Posch, Peter (2007): Analyse erster Erfahrungen mit der Implementation von Bildungsstandards. In: *Erziehung und Unterricht* 157 (7-8), S. 654–671.
- Altrichter, Herbert; Wiesinger, S. (2004): Der Beitrag der Innovationsforschung im Bildungswesen zum Implementierungsproblem. In: Gabi Reinmann-Rothmeier (Hg.): Psychologie des Wissensmanagements. Perspektiven, Theorien und Methoden. Göttingen: Hogrefe, S. 220–233.
- Anderson, Lorin W.; Krathwohl, David (2001): A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. London: Addison Wesley Longman.
- Arnold, Julia C. (2015): Die Lernwirksamkeit von Lernunterstützungen beim Forschenden Lernen. Eine Interventionsstudie zur Förderung des Wissenschaftlichen Denkens in der gymnasialen Oberstufe. Berlin: Logos Verlag.
- Baumert, Jürgen; Lehmann, Rainer H.; Lehrke, Manfred (1997): TIMSS - mathematisch naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske + Budrich.
- Beer, Rudolf (2007): Bildungsstandards. Einstellungen von Lehrerinnen und Lehrern. Münster: Waxmann.
- Biegl, Christine-Eva (2015): Begegnungen mit der Natur. Maturatraining. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch.
- BIFIE (2011): Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8.Schulstufe. Online verfügbar unter https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf, zuletzt geprüft am 23.02.2017.
- BIFIE (2012): Bildungsstandards in Österreich. Überprüfung und Rückmeldung der Bildungsstandards. 4.Auflage. Salzburg.

- BIFIE (2013): Standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Reife- und Diplomprüfung. Grundlagen - Entwicklung - Implementierung. Wien. Online verfügbar unter <https://www.bifie.at/node/2045>, zuletzt geprüft am 22.02.2017.
- Blömeke, Sigrid; Risse, Jana; Müller, Christine, Eichler, Dana; Schulz, Wolfgang (2006): Analyse der Qualität von Aufgaben aus didaktischer und fachlicher Sicht. Ein allgemeines Modell und seine exemplarische Umsetzung im Unterrichtsfach Mathematik. In: *Unterrichtswissenschaft* 34 (4), S. 330–357.
- BMBF (2012): Die kompetenzorientierte Reifeprüfung Biologie und Umweltkunde. Richtlinien und Beispiele für Themenpool und Prüfungsaufgaben. Wien. Online verfügbar unter https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_lfbio_21976.pdf?5l5kq, zuletzt aktualisiert am 23.02.2017.
- BMBF (2014): Mündliche Reifeprüfung AHS. Handreichung. Wien. Online verfügbar unter https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_mrp.pdf?5l52kv, zuletzt aktualisiert am 23.02.2017.
- BMUKK (2008): BGBl. I Nr. 117, Änderung des Schulunterrichtsgesetzes. In: Bundesgesetzblatt Teil I. Online verfügbar unter https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2008_I_117/BGBLA_2008_I_117.pdf, zuletzt geprüft am 12.04.2017.
- BMUKK (2009): BGBl. II Nr. 1, Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur über Bildungsstandards im Schulwesen. In: Bundesgesetzblatt Teil II. Online verfügbar unter https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2009_II_1/BGBLA_2009_II_1.pdf, zuletzt geprüft am 12.04.2017.
- BMUKK (2016): BGBl. II Nr. 219, Änderung der Verordnung über die Lehrpläne der allgemein bildenden höheren Schulen; Änderung der Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht an diesen Schulen. In: Bundesgesetzblatt Teil II. Online verfügbar unter https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2016_II_219/BGBLA_2016_I_219.pdf, zuletzt geprüft am 12.04.2017.
- Bybee, Rodger W. (2002): Scientific Literacy - Mythos oder Realität. In: Wolfgang Gräber, Peter Nentwig, Thomas Koballa und Robert Evans (Hg.): *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 45–58.
- Campbell, Neil A.; Reece, Jane B. (2011a): *Campbell Biologie. Gymnasiale Oberstufe*. München: Pearson Deutschland.
- Campbell, Neil A.; Reece, Jane B. (2011b): *Campbell Biologie. Gymnasiale Oberstufe Übungsbuch*. München: Pearson Deutschland.
- Csapó, Benő (2010): Goals of Learning and the Organization of Knowledge. In: Eckhard Klieme, Detlev Leutner und Martina Krenk (Hg.): *Zeitschrift für Pädagogik. Kompetenzmodellierung Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes*. Weinheim: Beltz Juventa (56), S. 12–27.
- DeBoer, George E. (2000): Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. In: *Journal of Research in Science Teaching* 37 (6), S. 582–601.

- Dubs, Rolf (2006): Bildungsstandards: Das Problem der schulpraktischen Umsetzung. In: *Netzwerk - die Zeitschrift für Wirtschaftsbildung* 1, S. 18–29.
- Eberle, Franz; Gehrler, Karin; Jaggi, Beat; Kottonau, Johannes; Oepke, Maren; Pflüger, Michael (2008): Evaluation der Maturitätsform 1995 (EVAMAR): Schlussbericht zur Phase II. Hg. v. Staatssekretariat für Bildung und Forschung, zuletzt geprüft am 03.03.2017.
- EDK (2011): Grundkompetenzen für die Naturwissenschaften. Nationale Bildungsstandards. Frei gegeben von der EDK-Plenarversammlung am 16. Juni 2011. Online verfügbar unter http://edudoc.ch/record/96787/files/grundkomp_nawi_d.pdf, zuletzt geprüft am 23.02.2017.
- Eduversum GmbH (Hg.) (2015): Themenportal Pubertät. Alles klar? Verhütung - Arbeitsblatt 17: Was tun? Online verfügbar unter <https://pubertaet.lehrer-online.de/unterricht/alles-klar/unterrichtseinheit/ue/alles-klar-verhuetung/>, zuletzt geprüft am 15.04.2017.
- Eggert, Sabina.; Bögeholz, Susanne. (2006): Göttinger Modell zur Bewertungskompetenz - Teilkompetenz "Bewerten, Entscheiden und Reflektieren" für >Gestaltungsaufgaben nachhaltiger Entwicklung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 12, S. 177–197.
- Fend, Helmut (2009): Neue Theorie der Schule. Einführung in das Verstehen von Bildungssystemen. 2., durchgesehene Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Florian, Christine; Schiemann, Philipp; Sandmann, Angela (2015): Aufgaben im Zentralabitur Biologie - eine kategorieingestützte Analyse charakteristischer Aufgabenmerkmale schriftlicher Abituraufgaben. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 21, S. 69–86.
- Germ, Michael; Harms, Ute (2009): Aufgabentypen und Anforderungsbereiche in Tests zur schriftlichen Leistungsmessung im Biologieunterricht. In: *Ber. Inst. Didaktik Biologie* 17, S. 117.
- Gräber, Wolfgang; Nentwig, Peter (2002): Scientific Literacy - Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In: Wolfgang Gräber, Peter Nentwig, Thomas Koballa und Robert Evans (Hg.): *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 7–20.
- Gräber, Wolfgang; Nentwig, Peter; Koballa, Thomas; Evans, Robert (Hg.) (2002): *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Grillitsch, Maria (2010): Bildungsstandards auf dem Weg in die Praxis. Ergebnisse einer Befragung von Lehrkräften und Schulleiter/innen der Sekundarstufe I zur Rezeption der Bildungsstandards und deren Implementation. Graz: Leykam (BIFIE-Report, 6/2010).
- Hackl, Bernd (2014): Die standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung. Zur Rationalität und strukturellen Dynamik der österreichischen Schulreform. In: Franz Eberle, Barbara Schneider Taylor und Dorit Bosse (Hg.): *Abitur und Matura zwischen Hochschulvorbereitung und Berufsorientierung*. Wiesbaden: Springer VS, S. 57–80.

- Häußler, Peter.; Lind, Gunter (1998): BLK-Programmförderung "Steigerung der Effizienz des mathematisch naturwissenschaftlichen Unterrichts". Erläuterungen zu Modul I mit Beispielen für den Physikunterricht. Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im mathematisch naturwissenschaftlichen Unterricht. Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.
- Herzog, Walter (2010): Besserer Unterricht dank Bildungsstandards und Kompetenzmodellen? In: Axel Gehrman, Uwe Hericks und Manfred Lüders (Hg.): Bildungsstandards und Kompetenzmodelle. Beiträge zu einer aktuellen Diskussion über Schule, Lehrerbildung und Unterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 37–46.
- Jakob, Joachim (2011): Biologie-Lernprogramme.de. Übungsaufgaben zum Homologer. Online verfügbar unter http://biologie.lernprogramme.de/daten/ueb/ueb_homologer.pdf, zuletzt geprüft am 20.04.2017.
- Janning, Martina (2013): Diabetes Typ 2 bei Kindern. Fett am Bauch, Zucker im Blut. In: *stern*, 2013. Online verfügbar unter <http://www.stern.de/gesundheit/diabetes/erkrankungen/diabetes-typ-2-bei-kindern-fett-am-bauch--zucker-im-blut-3428850.html>, zuletzt geprüft am 15.04.2015.
- Jatzwauk, Paul (2007): Aufgaben im Biologieunterricht. eine Analyse der Merkmale und des didaktisch-methodischen Einsatzes von Aufgaben im Biologieunterricht. Berlin: Logos Verlag.
- Kattmann, Ulrich (2003): "Vom Blatt zum Planeten" - Scientific Literacy und kumulatives Lernen im Biologieunterricht und darüber hinaus. In: Barbara Moschner, Hanna Kiper und Ulrich Kattmann (Hg.): PISA 2000 als Herausforderung. Perspektiven für Lehren und Lernen. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren, S. 115–138.
- Kleinknecht, Marc (2011): Was ist eine gute Aufgabe? Analyse und Weiterentwicklung der unterrichtlichen Aufgabenkultur. In: *Lehrerbildung und Schule in der Diskussion* 8, S. 23–32.
- Klieme, Eckhard (2005): Bildungsqualität und Standards. Anmerkungen zu einem umstrittenen Begriffspaar. In: Karl-Heinz Arnold und Gerold Becker (Hg.): Standards: Unterrichten zwischen Kompetenzen, zentralen Prüfungen und Vergleichsarbeiten. Friedrich Jahresheft. Seelze: Friedrich Verlag (Friedrich Jahresheft, 23), S. 6–7.
- Klieme, Eckhard; Avenarius, Hermann, Blum, Werner; Döbrich, Peter; Gruber, Hans; Prenzel, Manfred; Reiss, Kristina et al. (2007): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards - Expertise. Berlin: BMBF.
- KMK (2005): Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004. Online verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf, zuletzt geprüft am 23.02.2017.
- Koch, Barbara; Koch, Eva-Maria (2013): Kernbereiche BIOLOGIE 6. Wien: E.Dorner Verlag GmbH.
- Köster, J. (2008): Lern- und Leistungsaufgaben im Deutschunterricht. In: *Deutschunterricht* 61, S. 4–10.

- Krüger, Mirko (2015): Aufgabenkultur in zentralen Abschlussprüfungen. Exploration und Deskription naturwissenschaftlicher Aufgabenstellungen im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.
- Kühn, Svenja (2010): Steuerung und Innovation durch Abschlussprüfungen? Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Labudde, Peter; Adamina, Marco (2008): HarmoS Naturwissenschaften: Impulse für den naturwissenschaftlichen Unterricht für morgen. In: *Beiträge zur Lehrerbildung* 26 (3), S. 351–360.
- Leisen, Josef (2003): Wider das Frage- und Antwortspiel. Neue Inhalte aufgabengeleitet entwickeln. In: *Friedrich-Jahresheft 2003*, S. 116–118.
- Leisen, Josef (2005): Zur Arbeit mit Bildungsstandards. Lernaufgaben als Einstieg und Schlüssel. In: *MNU* 58 (5), S. 306–308.
- Leisen, Josef (2006): Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In: *MNU* 59 (5), S. 260–266.
- Lembens, Anja; Stadler, Helga; Weiglhofer, Hubert (2009a): PISA 2006 Naturwissenschaft: Das Konzept aus fachdidaktischer Sicht. In: Claudia Schreiner und Schwantner Ursula (Hg.): PISA 2006. Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt. Graz: Leykam, S. 33–41.
- Lembens, Anja; Stadler, Helga; Weiglhofer, Hubert (2009b): PISA Naturwissenschaft: Die österreichischen Ergebnisse aus fachdidaktischer Sicht. In: Claudia Schreiner und Schwantner Ursula (Hg.): PISA 2006. Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt. Graz: Leykam, S. 42–53.
- Lucyshyn, Josef; Specht, Werner (2008): Einführung von Bildungsstandards in Österreich – Meilenstein für die Unterrichtsqualität? In: *Beiträge zur Lehrerbildung* 26 (3), S. 318–325, zuletzt geprüft am 21.02.2017.
- Maag Merki, Katharina (2005): Wissen, worüber man spricht. Ein Glossar. In: Karl-Heinz Arnold und Gerold Becker (Hg.): Standards: Unterrichten zwischen Kompetenzen, zentralen Prüfungen und Vergleichsarbeiten. Friedrich Jahresheft. Seelze: Friedrich Verlag (Friedrich Jahresheft, 23), S. 12–13.
- Maier, Uwe (2016): Aufgaben - Treibstoff des Unterrichts. In: *Pädagogik* 12, S. 6–9.
- Maier, Uwe; Kleinknecht, Marc; Metz, Kerstin; Bohl, Thorsten (2010): Ein allgemeindidaktisches Kategoriensystem zur Analyse des kognitiven Potenzials von Aufgaben. In: *Beiträge zur Lehrerbildung* 28 (1), S. 84–96.
- Marzano, R. J.; Kendall, J. S. (2008): Designing and Assessing Educational Objectives: Applying the New Taxonomy. London: Corwin Press.
- Neubrand, Johanna (2002): Eine Klassifikation mathematischer Aufgaben zur Analyse von Unterrichtssituationen. Selbsttätiges Arbeiten in Schülerarbeitsphasen in den Stunden der TIMSS-Studie. Hildesheim: Verlag Franzbecker.
- Neuweg, Georg (2011): Reine Pädagogik - nackte Pädagogen. Fachkompetenz im Zeitalter der "Kompetenzorientierung". In: *wissenplus* 5-10/11, S. 6–13.
- Neuweg, Georg (2004): Bildungsstandards in Österreich. Über die gute Absicht, die Vereinbarkeit von Einsicht und Aufsicht und die gebotene Vorsicht. In: *Pädaktuell* (2), S. 4–13.

- Ohly, Karl Peter (2008): Naturwissenschaftliche Bildung und die Debatte um Kompetenzen. In: Karl Peter Ohly und Gottfried Strobl (Hg.): Naturwissenschaftliche Bildung. Konzepte und Praxisbeispiele für die Oberstufe. Weinheim: Beltz, S. 60–71.
- Prenzel, Manfred (2000): Steigerung der Effizienz des mathematisch naturwissenschaftlichen Unterrichts: Ein Modellversuchsprogramm von Bund und Ländern. In: *Unterrichtswissenschaft* 28 (2), S. 103–126.
- Schaefer, Gerhard (2002): Scientific Literacy im Dienste der Entwicklung allgemeiner Kompetenzen - "Fachbergreifender Fächer" im Schulunterricht. In: Wolfgang Gräber, Peter Nentwig, Thomas Koballa und Robert Evans (Hg.): Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 83–104.
- Schanze, Sascha; Nentwig, Peter (2008): Standards im Naturwissenschaftlichen Unterricht – ein internationaler Vergleich. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*; 14, S. 125–143, zuletzt geprüft am 21.02.2017.
- Schecker, Horst; Parchmann, Ilka (2006): Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 12, S. 45–66.
- Schiffli, Iris (2016a): Die Situation naturwissenschaftlicher Bildungsstandards in Österreich am Beispiel der Biologie. In: *Biologie Lehren und Lernen - Zeitschrift für Didaktik der Biologie* 20, S. 44–61.
- Schiffli, Iris (2016b): Informal Assessment of Competences in the Context of Science Standards in Austria. In: *Universal Journal of Educational Research* 4 (6), S. 1406–1417.
- Schreiner, Claudia (Hg.) (2007): PISA 2006 Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Erste Ergebnisse Naturwissenschaft, Lesen, Mathematik. Graz: Leykam.
- Schreiner, Claudia; Breit, Simone; Schwantner, Ursula; Grafendorfer, Andrea (2007): PISA 2006 Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Die Studie im Überblick. Ziele und Organisation, Methoden und Tests, Aufgabenbeispiele. Graz: Leykam.
- Schwabe, Franziska; Gebauer, Miriam M.; McElvany, Nele (2012): Diagnose von Kompetenzen in Schule und Unterricht. In: Manuela Paechter, Michaela Stock, Sabine Schmölzer-Eibinger, Peter Slepcevic-Zach und Wolfgang Weirer (Hg.): Handbuch Kompetenzorientierter Unterricht. 1. Aufl. Weinheim: Beltz, S. 42–58.
- Seidel, Tina; Prenzel, Manfred (2006): Stability of teaching patterns in physics instruction. Findings from a video study. In: *Learning and Instruction* 16 (3), S. 228–240.
- Slepcevic-Zach, Peter; Tafner, Georg (2012): Input-Output-Outcome: Alle reden von Kompetenzorientierung, aber meinen alle dasselbe? In: Manuela Paechter, Michaela Stock, Sabine Schmölzer-Eibinger, Peter Slepcevic-Zach und Wolfgang Weirer (Hg.): Handbuch Kompetenzorientierter Unterricht. 1. Aufl. Weinheim: Beltz, S. 27–41.
- Specht, Werner (2006): Von den Mühen der Ebene: Entwicklung und Implementation von Bildungsstandards in Österreich. In: Ferdinand Eder, Angela Gastager und Franz Hofmann (Hg.): Qualität durch Standards? Beiträge zum Schwerpunktthema der 67. Tagung der AEPF. Münster: Waxmann, S. 8–13.

- Strobl, Gottfried (2008): Naturwissenschaftliche Bildung und die Debatte um Scientific Literacy. In: Karl Peter Ohly und Gottfried Strobl (Hg.): Naturwissenschaftliche Bildung. Konzepte und Praxisbeispiele für die Oberstufe. Weinheim: Beltz, S. 46–59.
- Thonhauser, Josef (2008): Warum (neues) Interesse am Thema 'Aufgaben'? In: Josef Thonhauser (Hg.): Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen. Eine zentrale Komponente organisierten Lehrens, und Lernens aus der Sicht von Lernforschung, Allgemeiner Didaktik und Fachdidaktik. Münster: Waxmann, S. 8–13.
- Venus-Wagner, Iris; Weiglhofer, Hubert; Zumbach, Jörg (2012): Kompetenzorientiertes Unterrichten in den Naturwissenschaften. In: Manuela Paechter, Michaela Stock, Sabine Schmölzer Eibinger, Peter Slepcevic-Zach und Wolfgang Weirer (Hg.): Handbuch Kompetenzorientierter Unterricht. 1. Aufl. Weinheim: Beltz, S. 188–202.
- Wagner, Gundula; Huber, Wolfgang (2015): Kompetenzorientierten Unterricht differenziert gestalten. Anregungen für Lehrerinnen und Lehrer der Sekundarstufe. Hg. v. Österreichisches Zentrum für Begabtenförderung und Begabungsforschung. Wien.
- Weiglhofer, Hubert; Venus-Wagner, Iris (2010): Naturwissenschaftliche Bildungsstandards in Österreich. In: Axel Gehrman, Uwe Hericks und Manfred Lüders (Hg.): Bildungsstandards und Kompetenzmodelle. Beiträge zu einer aktuellen Diskussion über Schule, Lehrerbildung und Unterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 185–196.
- Weinert, Franz E. (Hg.) (2002): Leistungsmessungen in Schulen. 2., unveränd. Aufl., Weinheim: Beltz.
- Wenzl, Ilse; Heidinger, Christine; Pany, Peter; Nowak, Elisabeth (2016): Participatory development of competence-oriented examination tasks with biology teachers as large scale professional development initiative. In: Pixel (Hg.): New Perspectives in Science Education. Limena: Libreria Universitaria, 561-465.
- Wenzl, Ilse; Pany, Peter; Nowak, Elisabeth; Scheibstock, J.; Hochholzer, T.; Özcelik, A. et al. (2017): Supporting Biology Teachers in Developing Examination Tasks - An Action Research Approach. Paper presented at the 12th European Science Education Research Conference 2017 (ESERA). Dublin, Irland (21.-25.08.2017).
- Zeitler, Sigrid; Köller, Olaf; Tesch, Bernd (2010): Bildungsstandards und ihre Implikationen für Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung. In: Axel Gehrman, Uwe Hericks und Manfred Lüders (Hg.): Bildungsstandards und Kompetenzmodelle. Beiträge zu einer aktuellen Diskussion über Schule, Lehrerbildung und Unterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 23–36.
- Ziegler, Esther; Stern, Elsbeth; Neubauer, Aljoscha (2012): Kompetenzen aus der Perspektive der Kognitionswissenschaften und der Lehr-Lern-Forschung. In: Manuela Paechter, Michaela Stock, Sabine Schmölzer-Eibinger, Peter Slepcevic Zach und Wolfgang Weirer (Hg.): Handbuch Kompetenzorientierter Unterricht. 1. Aufl. Weinheim: Beltz, S. 14–26.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Theoretisches Rahmenkonzept Naturwissenschaft PISA 2006 (Lembens et al. 2009a, S.34)	10
Abbildung 2: Wirkungsmodell von Bildungsstandards am Beispiel Österreich (abgeändert nach Altrichter und Kanape-Willingshofer 2012, S.362-363).....	21
Abbildung 3: Kompetenzstrukturmodell der Naturwissenschaften für die 8.Schulstufe am Beispiel Biologie (abgeändert nach BIFIE 2011, S.1-3)	27
Abbildung 4: Drei-Säulen Modell der Neuen Diplom- und Reifeprüfung (BIFIE 2013, S.3) ...	31
Abbildung 5: Stufenmodell der kognitiven Anforderungsdimension der Bloomschen Lernzieltaxonomie (abgeändert nach Anderson und Krathwohl 2001, S.67-68).....	41
Abbildung 6: Verteilung der Operatoraufgaben (N=701) auf die kognitiven Anforderungsdimensionen.....	58
Abbildung 7: Verteilung der Häufigkeiten aufgeteilt nach Wissensarten (N=701).....	59
Abbildung 8: Prozentualer Anteile der kognitiven Anforderungsdimensionen an den jeweiligen Wissensarten	60
Abbildung 9: Anteil reproduktionslastiger Operatoraufgaben (n=326) an Häufigkeiten insgesamt (N=447) aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen	72
Abbildung 10: Anteil der Reproduktionsaufgaben und der reproduktionslastigen Aufgaben (blau) an Gesamtanzahl (N=701)	74
Abbildung 11: Häufigkeiten der Kategorie Lebensweltbezug (N=701)	74
Abbildung 12: Prozentuelle Verteilung der Häufigkeiten der Kategorie ‚Lebensweltbezug‘ (N=701) für jede der kognitiven Anforderungsdimensionen	75
Abbildung 13: Häufigkeiten der divergenten Aufgaben (N=27) aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen.....	76
Abbildung 14: Häufigkeiten Aufgaben mit und ohne Material aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen.....	78
Abbildung 15: Häufigkeiten der richtigen (n=304) und falschen (n=211) Zuordnungen durch die Lehrpersonen aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen	79
Abbildung 16: Häufigkeiten aufgeteilt nach Großthemenbereichen (N=404).....	81

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht verschiedener Aufgabenmerkmale	38
Tabelle 2: Kategoriensystem zur Analyse kompetenzorientierter mündlicher Maturaaufgaben	53
Tabelle 3: Häufigkeiten (N=701) aufgeteilt nach kognitiver Anforderungsdimension und Wissensart	60
Tabelle 4: Reproduktionsaufgaben (N=254) aufgeteilt nach Wissensart mit Beispielen	61
Tabelle 5: Aufgaben mit nahem Transfer (N=239) aufgeteilt nach Wissensart mit Beispielen	63
Tabelle 6: Aufgaben mit weitem Transfer (N=125) aufgeteilt nach Wissensarten mit Beispielen	68
Tabelle 7 Häufigkeiten Lebensweltbezug aufgeteilt nach kognitiven Anforderungsdimensionen.....	75
Tabelle 8: Häufig und selten vorkommende Fachinhalte insgesamt (N=404).....	82
Tabelle 9: Häufig und selten vorkommende Fachinhalte bei Aufgaben mit weitem Transfer (N=84).....	83
Tabelle 10: Aufgaben mit weitem Transfer (N=125) - Häufigkeiten der Zuordnungen zu Deskriptoren des E-Bereichs	87

12 Übersicht von Aufgabenbeispielen

Beispiel 1: (Thema Blut und Vererbung) ,Kombination Reproduktion – Fakten‘	62
Beispiel 2: (Thema Immunsystem) Kombination ,Reproduktion – Konzept‘	62
Beispiel 3: (Thema Fotosynthese Grundlagen) Kombination ,Reproduktion – Konzept‘	62
Beispiel 4: (Fotosynthese) Kombination ,Reproduktion – Prozedur‘	62
Beispiel 5: (Bau und Funktion von Nervenzellen) Kombination ,Reproduktion – Konzept und Prozedur‘	63
Beispiel 6: (Thema Hormone) Kombination ,naher Transfer – Fakten‘	64
Beispiel 7: (Thema Zellatmung) Kombination ,naher Transfer – Konzept‘ und Materialbezug	65
Beispiel 8: (Thema Blutkreisläufe) Kombination ,naher Transfer – Konzept‘ mit Materialbezug	65
Beispiel 9: (Thema Hormonsystem) Kombination ,naher Transfer - Konzept‘ mit Operator "Vergleiche"	66
Beispiel 10: (Thema Immunsystem) Kombination ,naher Transfer – Konzept‘ mit Operator "Vergleiche" sowie Materialbezug	66
Beispiel 11: (Thema Aufgaben einer Synapse) Kombination ,naher Transfer – Prozedur‘	66
Beispiel 12: (Thema Diabetes) Kombination ,naher Transfer – Prozedur‘ mit Operator „Analysiere“	66
Beispiel 13: (Thema lebende Fossilien) Kombination ,naher Transfer – Konzept + Prozedur‘	67
Beispiel 14: (Thema Immunsystem) Sonderfall Kombination ,Reproduktion - Konzept‘	68
Beispiel 15: (Thema Humangenetik) Sonderfall Kombination ,naher Transfer-Konzept‘	68
Beispiel 16: (Thema Fortpflanzung Mensch, Zyklus, Verhütung) Kombination ,weiter Transfer – Konzept‘	69
Beispiel 17: (Thema Blut und Vererbung) Kombination ,weiter Transfer und Konzept‘	70
Beispiel 18: (Thema Ethologie) Kombination ,weiter Transfer und Prozedur‘	70
Beispiel 19: (Thema Fotosynthese) Kombination ,weiter Transfer - Konzept + Prozedur‘	71
Beispiel 20: (Thema Trisomie) Kombination ,weiter Transfer – Konzept + Prozedur‘	71
Beispiel 21: (Thema Fortpflanzung Mensch, Zyklus, Verhütung) Aufgabe mit nahem Transfer ohne Reproduktion von Wissen.....	73
Beispiel 22: (Thema Kreislaufsysteme) weiter Transfer – Transfer- oder Reflexionsaufgabe verlangt viel Reproduktion trifft nicht zu	73
Beispiel 23: (Thema Hormone) weiter Transfer – Transfer- oder Reflexionsaufgabe verlangt viel Reflexion trifft zu	73
Beispiel 24: (Thema Auge) weiter Transfer – Transfer- oder Reflexionsaufgabe verlangt viel Reflexion trifft zu	73
Beispiel 25: (Thema Glucoseresorption) weiter Transfer – divergent.....	77
Beispiel 26: (Thema Verdauung) weiter Transfer – divergent Aufgabenstellung	77
Beispiel 27: (Thema Verdauung) Zuordnung Lehrperson: Transfer	80
Beispiel 28: (Thema Fortpflanzung und Schwangerschaft) Zuordnung Lehrperson: Transfer	80
Beispiel 29: (Thema Synapse) Zuordnung Lehrperson: Reflexion und Problemlösen.....	80
Beispiel 30: (Thema Zytologie) Zuordnung Lehrperson: Reflexion und Problemlösen	80
Beispiel 31: (Thema Tarnung und Warnung) Zuordnung Lehrperson: Reflexion und Problemlösen	80
Beispiel 32: (Thema: Bau und Funktion der Pflanzen), Fachinhalt ,Stoffwechsel und Energieumsatz‘	83

Beispiel 33: (Thema Molekulare Homologien als Befunde für die Evolutionstheorie), Reproduktion – Themenbereich ‚Anwendung moderner biologischer Erkenntnisse und Methoden‘	84
Beispiel 34: (Thema: Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen) weiter Transfer – Großthemenbereich ‚Ökologie und Nachhaltigkeit‘	85
Beispiel 35: (Thema Pflanzen Struktur und Funktion), weiter Transfer – Themenbereich ‚Angepasstheit, soziologische Fragestellungen‘	85
Beispiel 36: (Thema Fortpflanzung bei Blütenpflanzen), weiter Transfer – Themenbereich ‚Entstehung der Formen und Arten, Variabilität und Einnischung‘	85
Beispiel 37: (Thema asexuelle und sexuelle Fortpflanzung), E3	87
Beispiel 38: (Thema: Sinnesorgan – Auge), E4 - Untersuchung planen	88
Beispiel 39: (Thema Blutbestandteile), E4	88
Beispiel 40: (Auge Adaptation, konsensuelle Pupillenreaktion), E4 – Untersuchung durchführen	89
Beispiel 41: (Thema: Die Entwicklung und Bedeutung von Samenpflanzen, Bau und Lebensweise pflanzlicher Organismen), E4 – Untersuchung durchführen	89
Beispiel 42: (Thema: Die Entwicklung und Bedeutung von Samenpflanzen Bau und Lebensweise pflanzlicher Organismen), E1 und E5	89
Beispiel 43: (Thema: Bewegung bei Pflanzen), E4 - Untersuchung protokollieren	89
Beispiel 44: (Thema Bewegung bei Pflanzen), E5	90
Beispiel 45: (Thema: Meilensteine und Methoden der Verhaltensforschung), E5	90

13 Anhang

13.1 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der PISA-Naturwissenschaftsschwerpunkt-Testung 2006 zeigen, dass österreichische Schüler und Schülerinnen große Schwierigkeiten beim Lösen von Aufgabenstellungen mit komplexen, kognitiven Anforderungen haben (Lembens et al. 2009a). Beeinflusst vom PISA Bildungskonzept für die Naturwissenschaften – der *Scientific Literacy* – erlebt die gegenwärtige, naturwissenschaftliche Unterrichtskultur im Zuge der Einführung von Bildungsstandards und Kompetenzorientierung (BMUKK 2009) einen Paradigmenwechsel, indem die Fähigkeit, Wissen in lebensweltlichen Situationen anwenden zu können, als eine Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche, gesellschaftliche Partizipation in das Zentrum gerückt wird. Dieses bisher vernachlässigte, gesellschaftlich orientierte Lernziel kontrastiert mit dem traditionellen Bildungsverständnis von schulischem Lernen, bei dem das disziplinäre Vermitteln von Wissen im Vordergrund steht (Csapó 2010). Damit Lehrpersonen die Kompetenz entwickeln, diesen tiefgreifenden Paradigmenwechsel auf Unterrichtsebene umsetzen zu können, bedarf es neben bildungspolitischen Steuerungsentscheidungen zusätzlicher Begleitmaßnahmen seitens der LehrerInnenfortbildung. Ausgehend von der gesetzlichen Vorgabe zur Gestaltung einer kompetenzorientierten Reifeprüfungsaufgabe im Zuge der Einführung der Neuen Diplom- und Reifeprüfung (BMBF 2014), setzt eine Initiative des AECC-Bio (Austrian Educational Competence Centre – Biology) im Rahmen der Unterstützungsmaßnahmen bei der Entwicklung von kompetenzorientierten Prüfungsaufgaben an, um in weiterer Folge eine Verbesserung der Unterrichtsqualität im Sinne der kompetenzorientierten Unterrichtsgestaltung zu erreichen (Wenzl et al. 2016). Die vorliegende Forschungsarbeit ist in ein Forschungsprojekt eingebettet, mit der Zielsetzung, basierend auf einer quantitativen Analyse von eingereichten Maturafragen mittels eines Kategoriensystems, eine an Schwierigkeiten angepasste Handreichung zur Gestaltung von kompetenzorientierten Maturaaufgaben bereit zu stellen. In dieser Arbeit werden Maturaaufgaben speziell hinsichtlich der kognitiven Anforderungsdimensionen analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass Aufgaben, die eine Reproduktionsleistung vom Prüfling erfordern gegenüber Aufgaben, die eine Anwendung von Wissensinhalten in lebensweltlichen Situationen verlangen, deutlich dominieren. Dadurch wird ersichtlich, dass Lehrpersonen zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch große Schwierigkeiten haben, den zuvor beschriebenen Paradigmenwechsel in der Praxis umzusetzen. In der angefügten Handreichung werden deshalb gezielt ausgewählte Beispielaufgaben, die Gestaltungsmöglichkeiten für Aufgaben mit Transferleistung veranschaulichen, angeführt.

Schlagworte: Kompetenzorientierte Reifeprüfungsaufgaben in Biologie und Umweltkunde, kompetenzorientierte Aufgabenkultur, kognitive Anforderungsdimension, Transfer von Wissen

13.2 Abstract

The results of international studies of students' performances (PISA 2006) have revealed that Austrian students have great difficulties in solving tasks with high cognitive demands (Lembens et al. 2009a). These results question the educational concept of traditional school-based teaching and learning. With the implementation of scholastic standards (BMUKK 2009), a profound paradigmatic shift concerning the educational aim of school-based teaching is taking place in the Austrian educational system. Following the educational concept of PISA – *Scientific Literacy* –, not merely the reproduction of knowledge but rather the ability of students to apply their knowledge in meaningful situations, which prepares students for their future participation in society, becomes of utmost importance with competence-based teaching in science subjects. Since this new educational aim strongly contrasts with traditional, disciplinary-oriented teaching practice, support measures on in the context of continuing education for teacher need to be taken to help teachers with adapting to this major change in teaching. Due to the new, standardised regulations for the final examination in upper-secondary schools, teachers are obligated to construct competence-based examination tasks which require a variety of cognitive demands (reproduction, transfer, reflection and problem-solving) (BMBF 2014). The paper presented analyses 100 competence-based examination tasks, which have been handed in by teachers during a professional development course offered by the AECC-Bio (Austrian Educational Competence Centre – Biology) (Wenzl et al. 2016). The quantitative analysis is conducted with the help of a category system. Results show that teachers have major difficulties in designing tasks that require students to apply their knowledge in new and lifeworld situations. The majority of the tasks merely involves the ability of students to reproduce or reorganise knowledge within a theoretical application context. Hence, it can be concluded that, until now, teachers have not been able to put the paradigmatic shift, as described above, into practice. Therefore, it is the aim of this paper to present a chapter with practical guidelines as well as demonstrative examples of examination tasks, which are selected based on identified key problems, as a support measure for teachers.

Key words: final examination tasks in Biology, competence-based tasks, cognitive demands, transfer of knowledge