

SVENJA MAREIKE KÜHN

Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Oberstufe und im Abitur

Task Development in Science Education at upper Secondary Schools (*Gymnasiale Oberstufe*) and state-wide exit examinations (*Abitur*)

ZUSAMMENFASSUNG

Insbesondere vor dem Hintergrund des unbefriedigenden Abschneidens deutscher Schülerinnen und Schüler bei nationalen und internationalen Schulleistungstudien wurden schulstufenübergreifend zahlreiche aufgabenbezogene Defizite für die Fächer Biologie, Chemie und Physik konstatiert. Dabei wird der Weiterentwicklung der Aufgabenkultur ein beträchtliches Potenzial zugeschrieben eine Qualitätssteigerung im naturwissenschaftlichen Unterricht herbeizuführen. Während dieser Diskurs für Lernaufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht bereits intensiv geführt wird, liegen hingegen Befunde zu Leistungsaufgaben – insbesondere zu lerngruppenübergreifenden – bislang nur in unzureichendem Maß vor; dies gilt auch für Leistungsaufgaben in der gymnasialen Oberstufe und im Abitur.

In diesem Beitrag wird eine Studie vorgestellt, die bestehende Forschungsdesiderata aufgreift und insgesamt 1487 Klausur- und Abiturprüfungsaufgaben aus 4 verschiedenen Bundesländern in den Fächern Biologie, Chemie und Physik im retrospektiven Längsschnittdesign (1993-2008) vor dem Hintergrund der bundesweit gültigen *Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung* (EPA) analysiert. Das Projekt will auf diese Weise einen Beitrag zur fachdidaktischen Diskussion über die Gestaltung von Leistungsaufgaben in der gymnasialen Oberstufe und im Abitur im Kontext der Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im naturwissenschaftlichen Unterricht leisten.

Schlüsselwörter

Abiturprüfung, gymnasiale Oberstufe, Leistungsaufgaben, Aufgabenkultur, Standards

ABSTRACT

Particularly with regard to the unsatisfying performance of German students in important student assessments like PISA or TIMSS, numerous deficits concerning the arrangement of tasks were identified in the three science subjects biology, chemistry and physics. Thus, the further development of the arrangement of tasks is assumed to provide a considerable opportunity to enhance the quality of science education. While this problem is currently being discussed for instructional tasks in science lessons, the findings for performance tasks are still pending. This includes the tasks in exit examinations at the end of upper secondary education (*Abitur*) and the respective preceding lessons (*Gymnasiale Oberstufe*) as well.

The presented study is based on the mentioned research gaps and analyses a total of 1487 exit examination tasks and class exercises from 4 German *Länder* in the subjects biology, chemistry and physics with regard to the national examination standards, in a retrospective longitudinal design (1993-2008). In summary, the results contribute to a better comprehension of how performance tasks are arranged in exit examinations and the preceding lessons in the science subjects. This might be used as a basis for a critical analysis of the current task practice, and thus be the foundation for the designing of future examination tasks.

Keywords

Exit examinations, upper secondary education, performance tasks, science education, standards

1 Zum aktuellen Stand der Diskussion

1.1 Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht zwischen Tradition und Innovation

Aufgaben – verstanden als inhaltsbezogene Denk- und Handlungsaufforderungen – haben eine entscheidende Bedeutung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Sie werden in vielfältigen didaktischen Zusammenhängen eingesetzt, beispielsweise als Handlungsaufforderungen im Unterricht, Übungsaufgaben in Schulbüchern oder in Situationen schriftlicher wie mündlicher Leistungskontrolle. Insbesondere im Zuge der Diskurse um die Ergebnisse der Vergleichsstudien TIMSS und PISA konstatierte das Gutachten der Bund-Länder-Kommission (BLK, 1998) zur Vorbereitung des Programms *Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts* für die

Fächer Biologie, Chemie und Physik (und ebenso für Mathematik) zahlreiche aufgabenbezogene Defizite: Traditionell werden Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht nur in wenigen Unterrichtsphasen eingesetzt, zumeist in Wiederholungs- oder Übungsphasen im Anschluss an fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräche, in denen oftmals auf eine einzige Lösung oder Routine hin unterrichtet wird (vgl. Leisen, 2001, 402). Schülerinnen und Schüler lernen so mit traditionellen Aufgabensammlungen, die in der Regel aus vielen monotonen, unverbundenen Einzelaufgaben bestehen, die Beherrschung und Automatisierung grundlegender Routineverfahren mit dem Ziel, eine bestimmte Lösung zu erarbeiten. Damit verfügen sie über wenig vernetztes, mechanisch erworbenes und singuläres Faktenwissen.

An den durch diese traditionelle Aufgabenkultur geprägten Unterricht schließt sich eine ebenso traditionelle Prüfungs-

kultur an: In gängigen Formen der Leistungsüberprüfung, etwa in Form von Klassenarbeiten, werden unter kontrollierten Bedingungen Aufgaben schriftlich bearbeitet (vgl. Reisse, 2008, 55). Diese Aufgaben überprüfen das neuerworbene, geübte und routinisierte Wissen, den jüngst bearbeiteten Unterrichtsstoff, sodass eine Kongruenz von Unterricht und Leistungsüberprüfung festzustellen ist (vgl. BLK, 1998, 25). Sacher (1999) spricht diesbezüglich von einer proportionalen Abbildung. Dies gilt schulstufenübergreifend – von der Primarstufe bis zur gymnasialen Oberstufe. Im Kontext der BLK-Expertise stellen die Autoren daher fest: „In der Weiterentwicklung von Aufgabenstellungen und der Form ihrer Bearbeitung liegt ein beträchtliches Potenzial zur Verbesserung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (1998, 85). Aufgaben werden also als Schlüsselinstrument zur Behebung der vielfach beschriebenen Defizite angesehen (vgl. Ralle, 2001, 387). Die Weiterentwicklung der Aufgabenkultur kann demnach zu einer Qualitätssteigerung im naturwissenschaftlichen Unterricht beitragen.

Fachdidaktische Diskurse zur Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im naturwissenschaftlichen Unterricht werden bereits seit einiger Zeit intensiv geführt, wobei die Gestaltung unterrichtlicher Lernaufgaben im Fokus des Interesses steht (vgl. z. B. von Aufschnaiter & von Aufschnaiter, 2001; Ralle, 2001): Zur Beschreibung der veränderten Aufgabenkultur wird auf einen neuen Wissensbegriff zurückgegriffen, wonach Wissen als Kompetenz funktional im Sinne der flexiblen

Anwendung von Kenntnissen und nicht als bloße Kenntnis von Fakten verstanden wird. In Anlehnung an Weinerts Definition von Kompetenz soll es also nicht darum gehen, isoliertes Faktenwissen und Routineverfahren zu erlernen, sondern darum, spezifische Kompetenzen in verschiedenen Bereichen zu erwerben und diese in unterschiedlichen Kontexten zur Lösung fachspezifischer Fragen und Probleme anwenden zu können. So sollen abwechslungsreiche Anwendungsaufgaben in variierenden innerfachlichen und außerfachlichen (lebensweltlichen) Kontexten zum Einsatz kommen. Damit weißt die veränderte Aufgabenkultur Bezüge zu Ansätzen situierten Lernens auf, wonach Lernen als aktiver Konstruktionsprozess – und nicht als passive Wissensaufnahme – verstanden wird (vgl. vertiefend z. B. Anderson, Reder & Simon, 1996). Diese sollen zudem mehrere Vorgehensweisen und verschiedene Lösungsmöglichkeiten auf unterschiedlichen Verstehensniveaus und Komplexitätsstufen zulassen. Weiterhin soll kumulatives Lernen verstärkt Anwendung finden, sowohl in horizontaler wie auch in vertikaler Hinsicht (vgl. BLK, 1998, 84ff.). Bezogen auf die Einbettung der Aufgaben im Unterricht soll ebenfalls ein Wandel fokussiert werden: Neben Strukturveränderungen bisheriger Aufgaben, z. B. durch die Variation von Übungsaufgaben mittels unterschiedlicher Kontexte, Inhalte oder Strukturen, sollen Aufgaben Lernprozesse initiieren und unterstützen, und Schülerinnen und Schülern dabei mehr Selbstständigkeit in deren Bearbeitung ermöglichen. Im Rahmen einer vergleichenden Analyse von

Chemieaufgaben seit 1940 stellt Stäudel (vgl. 2004, 93) fest, dass es primär die unterrichtsmethodische Einordnung von Aufgaben ist, die in den letzten Jahren einen Wandel erfahren hat, weniger jedoch deren Gestaltung selbst.

Die Ausführungen machen deutlich, dass fachdidaktische Diskurse über die Gestaltung von Aufgaben für Lernaufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht bereits intensiv geführt werden – Befunde zu Leistungsaufgaben – insbesondere zu lerngruppenübergreifenden – liegen hingegen bislang kaum vor.

Neben dieser Neubewertung von Lernaufgaben im Unterricht zeigt sich jedoch, dass veränderte Formen der Leistungsüberprüfung eine kompetenzorientierte, innovative Aufgabenkultur aufgreifen, um die Anwendung spezifischer Kompetenzen aus verschiedenen Bereichen bei der Bearbeitung komplexer Problemstellungen zu fokussieren, beispielsweise im Rahmen von Portfolios, Projektberichten oder Facharbeiten (vgl. Reisse, 2008, 55). Dabei sollen diese neuen Formen der Leistungsbewertung nicht die traditionellen ersetzen, sondern in der schulischen Beurteilungspraxis kombiniert werden. Gleiches gilt für die Gestaltung von Leistungsaufgaben in schriftlichen Prüfungen: Entsprechend der Vorschläge der BLK-Expertise sollen sowohl Routinewissen wie auch die Kombination von neuerworbenem Wissen mit früherem Stoff und die Übertragung und Anwendung auf neue Situationen überprüft werden (vgl. 1998, 93).

1.2 Zur Aufgaben- und Prüfungskultur in der gymnasialen Oberstufe und im Abitur

Diese Kombination traditioneller und neuer Prüfungselemente wird teilweise auch für die Abiturprüfung realisiert, wo im Rahmen der neu eingeführten, nach Regelungen der Länder (optional) umzusetzenden fünften Prüfungskomponente dezentrale Projekt- oder Präsentationsprüfungen (auch als Gruppenprüfung) durchgeführt werden können, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, eine Vielzahl an Kompetenzen in komplexen Zusammenhängen anzuwenden. Diese neue Form der Leistungserbringung ergänzt in einigen, jedoch nicht in allen Bundesländern (vgl. Kühn et al., 2009) die beiden traditionellen Elemente des Abiturs, also die seit jeher durchgeführten schriftlichen und mündlichen Prüfungen. Kern der Abiturprüfung waren und sind jedoch die schriftlichen Prüfungen, die prototypisches Abbild der traditionellen Prüfungskultur sind.

Bislang liegen nur sehr wenige, empirisch abgesicherte und vor allem fast ausschließlich ältere Betrachtungen von Aufgabenstellungen im Rahmen der schriftlichen Abiturprüfungen für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer vor (vgl. Brockhage & Weghöft, 1994; Giar, 2007; Fries, 2002; Kirsch, 2003; Paul, 2002). Die Befunde lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die Mehrheit der schriftlichen Abiturprüfungsaufgaben in den Fächern Biologie, Chemie und Physik weist eine kleinschrittige Gliederungsstruktur, gekennzeichnet durch eine Vielzahl an

Handlungsanweisungen (Operatoren) auf, ermöglicht kaum variablen Lösungswege und -ergebnisse, enthält kaum außerfachliche, d.h. anwendungs- und lebensweltorientierte Aufgaben, ist durch eine Monostruktur an Aufgabenarten und Materialien ohne experimentelle Bezüge gekennzeichnet, fokussiert auf bestimmte Themenbereiche („heimlicher Lehrplan“), weist einen Mangel an Transferaufgaben auf und dient der Reproduktion von Wissen anstelle der Anwendung von Kompetenzen. Es kann festgehalten werden: Aufgaben in der schriftlichen Abiturprüfung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer verkörpern die vielfach kritisierte, traditionelle Aufgabenkultur par excellence, und zwar in allen Dimensionen. Dabei zeigen sich aus Sicht der Autoren zudem bundesländer- und fachspezifische Unterschiede sowie Differenzen zwischen zentral und dezentral gestellten Abiturprüfungsaufgaben, beispielsweise in Bezug auf den Einsatz real-experimenteller Aufgaben.

Unter der bereits dokumentierten Annahme, dass eine hohe Kongruenz zwischen den Abituraufgaben und den Klausuren in der gymnasialen Oberstufe besteht, ist darüber hinaus davon auszugehen, dass auch die Mehrheit der Leistungsaufgaben in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern der traditionellen Aufgabenkultur des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts entspricht. Brockhage und Weghöft stellen in diesem Zusammenhang fest: „Der Unterricht, der bestmöglich auf die Abiturprüfung vorbereitet, ist dann nicht mehr der wissenschaftspropädeutisch beste Unterricht“

(1994, 80). Dies wiederum deckt sich mit den bereits dokumentierten Beobachtungen zum Unterricht in der gymnasialen Oberstufe im Rahmen der TIMS-Studie (vgl. Baumert & Köller, 2000, 271 f.).

Es ist jedoch anzumerken, dass sich die dargestellten Befunde auf ältere Abituraufgaben beziehen und mitunter auch der Überarbeitung der bundesweit gültigen Prüfungsstandards der KMK, den *Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung* (EPA) aus dem Jahr 1989 dienen. Betrachtet man die EPA für die drei naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer in ihrer neuesten Fassung aus dem Jahr 2004, so lässt sich erkennen, dass die zuvor benannten Defizite erkannt wurden und entsprechende Vorschläge zur Überarbeitung der EPA aufgenommen wurden; dabei wurde auch auf die entsprechende BLK-Expertise verwiesen. Alle Aspekte der neuen Aufgabenkultur werden im Sinne einer Weiterentwicklung (nicht: Neugestaltung) der bisherigen Aufgabenpraxis explizit betont: So sollen, bezogen auf die Art der Aufgaben, im Rahmen der Abiturprüfung unterschiedliche Aufgabentypen unter Zuhilfenahme von Experimenten und fachspezifischen Materialien und Medien eingesetzt werden. Anhand bestimmter Fachinhalte werden Anforderungen auf unterschiedlichen kognitiven Anforderungsniveaus und Kompetenzen aus verschiedenen Bereichen festgemacht. Zur Strukturierung der Fachinhalte werden fachspezifische Basiskonzepte benannt, die als übergeordnete Konzepte zur Vernetzung der Fachinhalte zu verstehen sind. Bezogen auf die Qualität der Aufgaben sollen die Aufgabenstellungen eine

bestimmte Gliederungsstruktur haben, sie sollen unterschiedliche Lösungswege sowie verschiedene Ergebnisse zulassen und variierende Kontexte aufweisen. Neben diesen Konstruktionsvorschlägen zur Gestaltung von Abiturprüfungsaufgaben werden in den EPA darüber hinaus auch Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts im Vorfeld der Abiturprüfung gegeben, die ebenfalls zentrale Aspekte der neuen Lehr-/Lern- und Aufgabenkultur für die gymnasiale Oberstufe aufgreifen (vgl. KMK, 2008).

Insgesamt zeigt sich, dass die EPA als zentrales Steuerungsinstrument der KMK bundesweit gültige Standards sowohl für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe als auch für die Aufgaben in der schriftlichen Abiturprüfung formulieren, die zentrale Aspekte der neuen Lehr-/Lern- und Aufgabenkultur aufgreifen, welche die traditionelle Aufgabenpraxis ergänzen und weiterentwickeln sollen, um so zur Qualitätsentwicklung in der gymnasialen Oberstufe und im Abitur beizutragen. Ob und inwieweit diese Aspekte aufgegriffen werden oder ob diese nur pro forma in den EPA festgelegt wurden, ist für die unterschiedlichen Bundesländer und gymnasialen Oberstufen bislang nicht empirisch überprüft worden (vgl. Trautwein et al., 2007, 24).

2 Ziele, Fragen und Design des Forschungsprojektes

2.1 Projektziele und Forschungsfragen

Das nachfolgend dokumentierte Forschungsprojekt greift die (an dieser Stelle

nur knapp skizzierten) Desiderata empirischer Bildungsforschung auf und betrachtet Klausur- und Abiturprüfungsaufgaben aus verschiedenen Bundesländern in den Fächern Biologie, Chemie und Physik im retrospektiven Längsschnittdesign vor dem Hintergrund der bundesweit gültigen Prüfungsstandards. Im Kontext der benannten Forschungsdesiderata ergeben sich folgende Forschungsfragen:

1. Welche Merkmale charakterisieren schriftliche Abiturprüfungsaufgaben in den naturwissenschaftlichen Prüfungsfächern?
2. Wirken bestimmte äußere Einflüsse (z. B. die Modifizierung der Prüfungsstandards) auf die Gestaltung der Prüfungsaufgaben?
3. Gibt es Kongruenzen bzw. Inkongruenzen zwischen den in der Qualifikationsphase eingesetzten Klausuraufgaben und den Aufgaben in der Abiturprüfung?

Neben den genannten Fragestellungen bezüglich der Analyse von schriftlichen Abiturprüfungsaufgaben und von Klausuraufgaben aus der Qualifikationsphase, gilt es darüber hinaus zwei übergreifende Aspekte in die Betrachtungen zu integrieren, die im Kontext aller drei bisher formulierten Forschungsfragen relevant sind, nämlich a) die Frage nach der Umsetzung der EPA in den Abiturprüfungen und gymnasialen Oberstufen der Länder sowie b) die Frage nach fachspezifischen Unterschieden innerhalb der Fachgruppe Naturwissenschaften:

- A. Inwieweit werden die bundesweit gültigen Einheitlichen Prüfungsanforde-

rungen in der Abiturprüfung (EPA) in den schriftlichen Abiturprüfungsaufgaben und den Klausuraufgaben der Qualifikationsphase in den Bundesländern umgesetzt?

B. Zeigen sich bezüglich der o.g. Fragestellungen fachspezifische Unterschiede?

2.2 Design und Methoden

Zur Beantwortung der Fragestellungen umfasst das Forschungsprojekt zwei empirische Studien: zum einen die Analyse von schriftlichen Abiturprüfungsaufgaben und zum anderen die Analyse von Klausuraufgaben aus der Qualifikationsphase. Für die erste Studie wurden exemplarisch vier Bundesländer mit unterschiedlicher Prüfungstradition im Abitur ausgewählt, und zwar Baden-Württemberg und das Saarland als traditionell zentral prüfende Bundesländer, Rheinland-Pfalz als traditionell dezentral prüfendes Bundesland sowie Nordrhein-Westfalen, das im Jahr 2007 vom dezentralen zum zentralen Prüfungsverfahren umgestellt hat. Das interdisziplinäre Forschungsprojekt analysiert dabei die Abiturprüfungsaufgaben der Fächer Biologie, Chemie und Physik der letzten 15 Jahre in drei Analysezeiträumen (1993-1998/1999-2004/ ab 2005). Dabei werden nur Kurse mit erhöhtem Anforderungsniveau berücksichtigt. Insgesamt wurden 596 Abituraufgaben mit 7399 Operatoraufgaben (verstanden als jede inhaltsbezogene Denk- und Handlungsaufforderung, vgl. Jatzwauk 2007) analysiert, davon 205 (1999) in Biologie, 203 (2788) in Chemie und 188 (2612) in Physik. In

den beiden zentral prüfenden Ländern Baden-Württemberg und Saarland wurden drei Prüfungsvorschläge, also jeweils die Gesamtheit aller Aufgaben, die vom Ministerium zentral gestellt oder genehmigt werden, je Analysezeitraum analysiert; in den dezentral prüfenden Ländern Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz jeweils 12 Prüfungsaufgaben pro Analysezeitraum, also die Gesamtheit der Aufgaben, die ein Prüfling tatsächlich zu bearbeiten hat. In Nordrhein-Westfalen werden für den dritten Zeitraum nur die beiden Zentralabiturjahrgänge 2007 und 2008 berücksichtigt.

Im Kontext der Diskussion über (zentrale) Abiturprüfungsverfahren steht auch deren Wirkung auf den Unterricht auf den vorgelagerten Unterricht in der gymnasialen Oberstufe im Fokus des Interesses. Dabei bietet die Analyse von Klausuraufgaben eine adäquate Möglichkeit, Rückschlüsse auf diesen Unterricht zu ziehen, da anzunehmen ist, dass Klausuren einen repräsentativen Querschnitt des vorangehenden Unterrichts abbilden. So wurden im Rahmen einer zweiten Studie zudem exemplarisch Klausuren der Qualifikationsphase aus jeweils 5 Schulen aus Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg analysiert – insgesamt ergab sich hier eine Stichprobe von 891 Klausuraufgaben mit 4342 Operatoraufgaben.

Das Projekt zielt auf die Erfassung, Beschreibung und Analyse eindeutig definierter Merkmale der Aufgabenstellung in Abitur- und Klausuraufgaben, die sich aus den Vorgaben der EPA zur Aufgabenkonstruktion ergeben haben. Anhand der unterschiedlichen Aufgaben

kann also gemessen werden, ob und inwieweit die veränderte Aufgabenkultur in den Leistungsaufgaben der Abiturprüfungen und gymnasialen Oberstufen der Länder tatsächlich implementiert ist. Damit will das Projekt einen Beitrag zur fachdidaktischen Diskussion über die Gestaltung von Leistungsaufgaben in der gymnasialen Oberstufe und im Abitur im Kontext der Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im naturwissenschaftlichen Unterricht leisten, da im Hinblick auf Leistungsaufgaben – insbesondere zu lerngruppenübergreifenden – kaum empirische Befunde vorliegen. Vor diesem Hintergrund wurde ein formal einheitliches, jedoch fachinhaltlich spezifisch ausgestaltetes Kategoriensystem zur Analyse von schriftlichen Abiturprüfungs- und Klausuraufgaben der Qualifikationsphase aus Kursen mit erhöhtem Anforderungsniveau in den Fächern Biologie, Chemie und Physik in Kooperation mit den fachdidaktischen Arbeitsgruppen der nwu-Essen sowie erfahrenen Lehrkräften entwickelt. Die Entwicklung des Kategoriensystems orientierte sich an inhaltsanalytischen Verfahren (z. B. Früh 2007; Mayring 2000) und etablierten Forschungsarbeiten zum Umgang mit Kategoriensystemen (z. B. Langer & Schulz von Thun, 2007; Seidel, 2003). Das Kategoriensystem wurde durch einen intensiven Diskurs der Beteiligten mehrfach modifiziert, beispielsweise durch das Hinzufügen weiterer Kategorien oder durch die Ausdifferenzierung bereits vorhandener Kategorien. Als Ziel der mehrfachen Überarbeitung galt es, das Kategoriensystem zu validieren, wobei die Vollstän-

digkeit und Trennschärfe der Kategorien als zentrale Kriterien für die Güte des Erhebungsinstrumentes gelten. So müssen die einzelnen Kategorien zum einen das jeweilige Aufgabenmerkmal umfassend und vollständig abbilden. Darüber hinaus müssen sie eindeutig, trennscharf definiert sein, das heißt die einzelnen Ausprägungen müssen sich wechselseitig ausschließen und sich alle auf das gleiche Merkmal beziehen (vgl. Brosius, Koschel & Haas 2009, S. 159 ff.). Die abschließende Fassung des Kategoriensystems sieht insgesamt 16 Analysekategorien vor, die objektive, klar definierte sowie theoretisch fundierte Merkmalsbeschreibungen sowie eindeutig festgelegte Handlungsanleitungen für die Beurteiler enthalten. Dabei werden drei Bereiche erfasst: Neben *deskriptiven Angaben* werden mit der *Sichtstruktur der Aufgaben* formale, sichtbare Aufgabenmerkmale erfasst, beispielsweise die Bedeutung experimenteller Aufgaben oder kontextorientierter Aufgabenstellungen. Darüber hinaus wird die *Sachstruktur der Aufgaben*, verstanden als inhaltsbezogene Aufgabenmerkmale, analysiert. Abbildung 1 dient einem Überblick über das Kategoriensystem zur Analyse von Abitur- und Klausuraufgaben in den drei naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern.

Zur Sicherung der Qualität des Kategoriensystems wurden verschiedene Maßnahmen durchgeführt, dazu gehörte insbesondere ein intensives, mehrstufiges Training der jeweils zwei fachspezifischen Beurteiler in Anlehnung an Langer & Schulz von Thun (2007), welches nicht nur die generelle Anwen-

Kategorien zur Aufgabenanalyse		
Deskriptive Angaben	Sichtstruktur der Aufgabe	Sachstruktur der Aufgabe
<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Aufgaben • Anzahl Teilaufgaben • Anzahl Operatoraufgaben 	<ul style="list-style-type: none"> • Antwortformat • Offenheit • Notwendigkeit d. Lösungsweges • Offenheit des Lösungsweges • Offenheit des Ergebnisses • Aufgabenart • Bedeutung von Experimenten • experimentbezogene Aufgaben • gef. Experimentierverhalten • Anwendungsbezug • Kontext • Reflexionselemente 	<ul style="list-style-type: none"> • Fachinhalt • Curriculare Validität • Kompetenzbereiche • Anforderungsbereiche

Abb. 1: Kategoriensystem zur Analyse von naturwissenschaftlichen Prüfungsaufgaben in der gymnasialen Oberstufe und im Abitur.

derung des Kategoriensystems, sondern insbesondere den Umgang mit bestimmten Sonderfällen sowie die Festlegung von Grenzfallentscheidungen beinhaltete. Um festzustellen, inwieweit die Beurteiler hinreichend trainiert sind, wurde die Beurteilerübereinstimmung berechnet, die als gebräuchlichste Methode zur Überprüfung der Objektivität und Reliabilität gilt. Nach Abschluss des Trainings konnte für alle Kategorien in allen Fächern eine Beurteilerübereinstimmung von $\kappa \geq .75$ erzielt werden. Damit ist das entwickelte Kategoriensystem ein verlässliches Erhebungsinstrument zur Analyse von Abiturprüfungsaufgaben und Klausuraufgaben der Qualifikationsphase aus Kursen mit erhöhtem Anforderungsniveau in den drei naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern. Die Aufgabenbeurteilung wurde entsprechend des Studiendesigns in zwei Schritten durchgeführt und wurde mit der Fertigstellung einer SPSS-Aufgabendatenbank abgeschlossen.

3 Empirische Befunde

Im Folgenden werden die empirischen Befunde der Aufgabenanalyse dargestellt, wobei sich der Schwerpunkt der Darstellung auf die Ergebnisse der Abituraufgabenanalyse richtet; die Befunde für die Klausuren aus der gymnasialen Oberstufe werden im Anschluss dargestellt. Die Ausführungen beginnen mit der Darstellung von 10 Merkmalen von Abiturprüfungsaufgaben, anschließend werden ausgewählte Befunde zu einzelnen Kategorien differenziert vorgestellt. Es folgt eine abschließende Diskussion auf der Basis der einleitenden Ausführungen zur Aufgabenkultur im naturwissenschaftlichen Unterricht.

3.1 Zehn Merkmale von Abiturprüfungsaufgaben

Nachfolgend werden die erfassten Merkmale von Abiturprüfungsaufgaben in den drei naturwissenschaftlichen Unterrichts-

fächern auf Basis der vorliegenden Stichprobe in 10 Punkten zusammengefasst – wissentlich vor dem Hintergrund, dass sich diese nicht nur zwischen den einzelnen Bundesländern, sondern auch innerhalb eines jeden Landes fachspezifisch unterscheiden (s. u.):

1. *Die Abituraufgaben weisen eine klare Gliederungsstruktur auf, die mehrheitlich durch kleinschrittige Handlungsanweisungen gekennzeichnet ist.*

Eine Prüfungsaufgabe setzt sich aus mehreren Aufgaben und Teilaufgaben zusammen, die ihrerseits eine bestimmte Anzahl an Operatoraufgaben enthalten. Prüflinge müssen durchschnittlich 33,36 Operatoraufgaben im Rahmen der jeweiligen Abiturprüfung bearbeiten – die Verwendung des von Gehrman, Hannig und Rode (2001, 15) geprägten Begriffs der „Aufgabenplantage“ scheint in diesem Kontext angemessen. Die zwischen einzelnen Bundesländern bestehenden Unterschiede in Bezug auf die Anzahl der zu bearbeitenden Aufgabenstellungen in Abhängigkeit von der Klausurdauer sind primär quantitativer und nicht qualitativer Natur.

2. *Die Abituraufgaben enthalten ausschließlich Aufgabenstellungen mit freiem Antwortformat.*

Während in den vorliegenden Klausuraufgaben teilweise auch Aufgaben mit gebundener Aufgabenbeantwortung im multiple-choice-Format verwendet werden, setzen sich die vorliegenden Abituraufgaben ausschließlich aus Operatoraufgaben mit freiem Ant-

wortformat – in Form offener oder halboffener Aufgabenstellungen – zusammen.

3. *Schematisierte Routineaufgaben dominieren die schriftliche Abiturprüfung.*

Aufgabenstellungen, die variable Vorgehensweisen erlauben und mehrere richtige Ergebnisse haben – und damit das selbstständige Erarbeiten komplexer Fragestellungen durch die Prüflinge ermöglichen sowie deren Problemlösekompetenz prüfen – spielen mehrheitlich kaum eine Rolle; vielmehr dominieren schematisierte Routineaufgaben.

4. *Aufgaben in der Abiturprüfung beziehen sich mehrheitlich auf fachspezifische Materialien oder prüfen – unzulässigerweise – Vorwissen ohne direkten Material- oder Experimentbezug.*

Aufgabenstellungen, die sich auf fachspezifische Materialien beziehen, dominieren (als eine von zwei zulässigen Aufgabenarten gemäß der EPA) in den vorliegenden Abiturprüfungsaufgaben, wohingegen die zweite Aufgabenart – nämlich realexperimentelle Aufgaben – kaum Verwendung finden (s.u.). Stattdessen werden auch vermehrt Aufgaben eingesetzt, die ausschließlich Vorwissen ohne Material- oder Experimentbezug abfragen und gemäß EPA nicht zulässig sind.

5. *Abituraufgaben der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer enthalten nur wenige Aufgabenstellungen, die experimentelle Bezüge aufweisen. Dies gilt insbesondere für Realexperimente.*

Die Bedeutung von Experimenten in den vorliegenden Aufgabenstellungen

ist nur gering, wobei dies nicht nur für real-experimentelle Bezüge gilt, sondern auch für solche Aufgaben, welche die Bearbeitung eines dokumentierten Experimentes oder die selbstständige Planung eines Experimentes nach einer vorgegebenen Fragestellung erfordern.

6. *Anwendungsorientierte Aufgaben haben im Rahmen der schriftlichen Abiturprüfung nur eine marginale Bedeutung.* Aufgabenstellungen, die alltagsnahe oder authentische Probleme und Situationen in den Mittelpunkt der Bearbeitung stellen, finden in den meisten Abituraufgaben keine Beachtung. Eine Anwendung und Übertragung des Prüfungsstoffes auf außerfachliche Problemstellungen wird von den Prüflingen kaum gefordert, die damit im Rahmen der Abiturprüfung nicht unter Beweis stellen können, ob und inwieweit sie naturwissenschaftliche Sachverhalte verstanden haben und flexibel einsetzen können.
7. *Abituraufgaben fokussieren auf bestimmte fachliche Schwerpunkthinhalte.* Fachspezifisch werden bestimmte Inhaltsbereiche schwerpunktmäßig abgeprüft, während andere Inhaltsbereiche kaum Berücksichtigung finden. Das gilt sowohl für übergeordnete Themenbereiche als auch für bestimmte Teilbereiche innerhalb eines Sachgebietes. Diese stammen in Ländern mit zentraler Prüfungsorganisation erwartungsgemäß ausschließlich aus dem Pflichtbereich des Lehrplans, während im dezentralen Abitur sowohl Inhalte des Pflicht- wie auch des Wahlpflichtbereiches thematisiert werden.

8. *Vollständige curriculare Validität kennzeichnet Abituraufgaben aus Ländern mit zentralen Abiturprüfungsverfahren, während im dezentralen Abitur auch nicht lehrplanvalide Aufgaben gestellt werden.*

Alle vorliegenden Abituraufgaben aus zentralen Prüfungsverfahren sind lehrplanvalide konstruiert. Im dezentralen Verfahren hingegen zeigt sich, dass bis zu 13 % der vorliegenden, von der obersten Schulaufsichtsbehörde genehmigten (!) Abituraufgaben nicht dem entsprechend gültigen Lehrplan zuzuordnen sind.

9. *Die Abituraufgaben zielen überwiegend auf das Abfragen von Wissen anstelle der Anwendung erworbener Kompetenzen.*

Insgesamt lassen sich die vorliegenden Aufgaben schwerpunktmäßig den Kompetenzbereichen *Fachkenntnisse* und *Fachmethoden* zuordnen, wobei auf Grund des Gesamtergebnisses der Aufgabenanalyse mehr als fraglich ist, ob und inwieweit die Abituraufgaben wirklich das Anwenden spezifischer Kompetenzen erfordern oder inwiefern die bloße Kenntnis von Fakten und Bearbeitungsroutinen zur erfolgreichen Aufgabebearbeitung ausreichen.

10. *Die Abituraufgaben fokussieren mehrheitlich die Reproduktion und Reorganisation von Wissen statt komplexe kognitive Prozesse.*

Die meisten Aufgaben entsprechen den Anforderungsbereichen I (Reproduktion) und II (Reorganisation), wohingegen Aufgabenstellungen, die auf Transfer und Problemlösen zur Be-

arbeitung komplexer Fragen zielen (Anforderungsbereich III), nur eine untergeordnete Rolle spielen bzw. teilweise überhaupt nicht vorkommen.

3.2 Vertiefende Analysen

Zur Vertiefung der zuvor nur knapp skizzierten empirischen Befunde werden im Folgenden ausgewählte Ergebnisse zur Bedeutung experimenteller Aufgabenstellungen sowie zur Offenheit und Kontextorientierung der Aufgaben differenziert dargestellt, da diese Kategorien vor dem Hintergrund gegenwärtiger fachdidaktischer Diskurse besonders interessant erscheinen. Für eine ausführliche Darstellung aller Befunde sei auf Kühn (2010) verwiesen.

Nur eine Randerscheinung. Bedeutung experimenteller Aufgabenstellungen

Experimente sind Teil des Erkenntnisprozesses und damit unverzichtbarer Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts; dies gilt auch im Kontext von Situationen der Leistungsüberprü-

fung. So nennen auch die EPA zahlreiche Möglichkeiten der Integration real-experimenteller Aufgabenstellungen in der Abiturprüfung, die von vorgeführten Demonstrationsexperimenten über das Abarbeiten einer vorgegebenen Experimentieranleitung bis hin zur Entwicklung eigener Experimente auf der Basis vorgegebener oder vom Prüfling selbst zu formulierender Fragestellungen reichen. Hinzu kommen die gedankliche Entwicklung von Experimenten zu vorgegebenen Fragestellungen oder die Bearbeitung dokumentierter Experimente.

Die Analyse der naturwissenschaftlichen Abiturprüfungsaufgaben zeigt, dass der Anteil an Aufgabenstellungen, die *keinen* Bezug zu Experimenten aufweisen, in den Fächern Biologie und Chemie bei mehr als 80 % liegt. Im Fach Physik liegt deren Anteil bei vergleichsweise geringen 35 %. Die verbleibenden Operatoraufgaben beziehen sich in allen Fächern mehrheitlich auf dokumentierte Experimente; die übrigen Optionen experimentbezogener Aufgaben haben nahezu keine Bedeutung. Bezogen auf den Vergleich der vier Bundesländer zeigen sich bezüglich der nicht-

Tab. 1: Anteil an Operatoraufgaben *ohne* experimentellen Bezug (in %) in Abiturprüfungsaufgaben nach Fach und Bundesland ($N=7399$)

	Biologie	Chemie	Physik
Baden-Württemberg	92,8%	88,3%	7,4%
Saarland	83,6%	95,8%	26,8%
NRW (dezentral)	97,1%	42,3%	34,8%
NRW (zentral)	95,1%	71,6%	67,0%
Rheinland-Pfalz	85,6%	89,2%	47,7%

experimentbezogenen Aufgabenanteile in allen drei Fächern signifikante Unterschiede, wobei diese unterschiedlich stark ausgeprägt sind. Während deren Größenordnung im Fach Biologie nahezu trivial ist, zeigen sich im direkten Ländervergleich in den Fächern Chemie und Physik mit etwa 50 bzw. 60 Prozentpunkten Differenz zum Teil erhebliche Unterschiede. Dabei lassen sich keine Spezifika zentral bzw. dezentral prüfender Bundesländer ausmachen. In den dezentralen Prüfungssystemen von Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz finden sich auch real-experimentelle Aufgabenstellungen in den Abituraufgaben der Fächer Chemie und Physik, wobei deren Anteil in Nordrhein-Westfalen höher ist als in Rheinland-Pfalz. Dabei dominieren in Nordrhein-Westfalen in beiden Fächern Demonstrationsexperimente – auch im Zentralabitur, hier allerdings nur optional –; in beiden Fächern sind hingegen in den dezentralen Aufgabenstellungen auch Schülerexperimente enthalten. Vertiefende Analysen zeigen in diesem Zusammenhang für den bundesdeutschen Vergleich, dass auch zentral gestellte Abituraufgaben real-experimentelle Aufgabenstellungen enthalten können, und zwar für alle naturwissenschaftlichen Fächer (vgl. Kemper & Giebfried, 2008). Dies wird im Rahmen der vorliegenden Abiturprüfungsaufgaben jedoch nicht praktiziert, mit Ausnahme der optionalen Chemie- und Physik-Zentralabituraufgaben aus Nordrhein-Westfalen. Betrachtet man die Entwicklung der Bedeutung experimenteller Aufgabenstellungen zwischen 1993 und 2008 so lässt sich feststellen, dass sich der Anteil nicht-experimentbezogener Aufgabenstellungen

in den Fächern Biologie und Chemie auf nahezu konstant hohem Niveau bewegt und im Fach Physik seit 1993 sogar kontinuierlich angestiegen ist. Im Zuge der Umstellung vom dezentralen zum zentralen Prüfungssystem in Nordrhein-Westfalen hat die Bedeutung experimentbezogener Aufgabenstellungen – insbesondere die von Realexperimenten – in den Fächern Physik und Chemie signifikant abgenommen und der Anteil nicht-experimentbezogener Aufgabenstellungen ist um mehr als 30 % gestiegen; dies gilt jedoch nicht für das Fach Biologie, wo keine entsprechenden Veränderungen festzustellen sind.

Einheit statt Vielfalt.

Befunde zur Offenheit der Aufgaben

Offene Aufgaben können problemlösendes Denken der Schülerinnen und Schüler fördern und das eigenständige Erarbeiten komplexer Fragestellungen ermöglichen, die über das kleinschrittige, schematisierte Abfragen von bloßem Faktenwissen hinausgehen. Insbesondere vor dem Hintergrund der Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im naturwissenschaftlichen Unterricht betonen die aktuell gültigen EPA-Fassungen aller drei naturwissenschaftlichen Fächer besonders die Bedeutsamkeit derartiger Aufgabenstellungen. Die offene Aufgabe zeichnet sich dadurch aus, dass ein Lösungsweg erforderlich ist, der jedoch dem Prüfling weder direkt noch indirekt vorgegeben wird, und es eine Vielzahl möglicher, richtiger Ergebnisse gibt. Als Kontrast wurde zudem der Anteil geschlossener Aufgaben betrachtet, also Aufgabenstellungen, die keinen Lösungsweg erfordern (d. h. die Bearbeitung

der Aufgabe umfasst nur einen einzelnen Lösungsschritt) und deren Ergebnis implizit vorgegeben ist (d. h. de facto lässt die Aufgabenstellung nur ein bestimmtes, richtiges Ergebnis zu), wie beispielsweise das Beschriften von Zeichnungen oder die Nennung bestimmter Definitionen.

Auf Basis der vorliegenden Stichprobe können die Befunde wie folgt zusammengefasst werden: Der Anteil offener Aufgabenstellungen in der schriftlichen Abiturprüfung ist gering, wobei er fachspezifisch variiert: Im Fach Physik gibt es die meisten offenen Aufgabenstellungen (16,5 %); in Chemie (2,9 %) und Biologie (0,8 %) ist ihr Anteil nur marginal. Die analysierten Biologie- und Chemieabituraufgaben weisen hingegen einen höheren Anteil an geschlossenen Operatoraufgaben auf als die vorliegenden Abituraufgaben aus dem Fach Physik, also solche Aufgaben, die ausschließlich singuläres Faktenwissen abfragen. In allen drei Fächern dominieren mit einem Anteil von 70 % und mehr jedoch solche Aufgaben, die nicht in die beiden genannten Extremkategorien gehören, wie beispielsweise Operatoraufgaben, in denen der Lösungsweg oder das zu erreichende Ergebnis explizit vorgegeben sind. Darüber hinaus unterscheidet sich die Bedeutung offener Aufgabenstellungen zwar in den vier Bundesländern, allerdings sind diese Unterschiede eher gering. Insgesamt haben derartige Aufgaben mit einem Anteil von 5 % und weniger kaum eine Bedeutung in den schriftlichen Abiturprüfungsaufgaben der Fächer Biologie und Chemie; lediglich im Fach Physik ist deren Anteil mit bis zu 26 % vergleichsweise hoch,

wenn auch nicht in allen Bundesländern. Der Anteil geschlossener Fragestellungen ist insbesondere in den beiden zentral prüfenden Bundesländern Baden-Württemberg und Saarland in den Fächern Biologie und Chemie sehr ausgeprägt und liegt zwischen knapp 30 % und mehr als 50 %. In den zentral gestellten Aufgaben aus Nordrhein-Westfalen ist dieser Anteil geringer, insbesondere im Fach Biologie (< 5 %). Im Vergleich zu den beiden anderen Fächern ist der Anteil geschlossener Aufgaben in den vorliegenden Physik-Abituraufgaben gering, insbesondere in Baden-Württemberg (8,9 %). In den übrigen Bundesländern liegt er zwischen etwa 14 % und 18 %. Dabei ist festzustellen, dass sich der Anteil offener Aufgabenstellungen im Abitur in den drei Fächern und vier Bundesländern in den letzten 15 Jahren nicht statistisch bedeutsam verändert. Dies gilt auch für die Umstellung vom dezentralen zum zentralen Prüfungsverfahren in Nordrhein-Westfalen für alle drei Fächer.

Kontext gesucht. Befunde zum Anwendungsbezug der Aufgaben

Die EPA für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer fordern die Einbettung fachlicher Inhalte in Kontexte, um Schülerinnen und Schüler anhand von für sie bedeutsamen, lebenspraktischen und nachvollziehbaren Fragestellungen mit naturwissenschaftlichen Fachinhalten zu konfrontieren. Daher wurde im Rahmen dieser Studie auch die Bedeutung kontextorientierter Aufgaben in den Abiturprüfungsaufgaben der drei naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer erfasst. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass der

Kontextbegriff nicht eindeutig definiert ist und in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken kontrovers diskutiert wird – bislang liegt für die Naturwissenschaften keine klare gemeinsame Definition von *Kontext* vor (vgl. zusammenfassend Fechner 2009, 17f.). Die überwiegende Mehrheit der Kontextdefinitionen im nationalen und internationalen Diskurs fokussiert jedoch einen alltags- bzw. realitätsnahen Anwendungsbezug: Demnach können in Aufgaben sowohl Probleme aus der unmittelbaren Lebensumwelt der Schülerinnen und Schüler als auch authentische Fragestellungen wie Alltags- und Naturphänomene, technische Anwendungen, gesellschaftliche, historische, politische, ökologische und ökonomische Gesichtspunkte sowie aktuelle Bezüge thematisiert werden. Diesen Ansatz greift auch das diesem Beitrag zu Grunde liegende Kategoriensystem auf, wobei darüber hinaus zu berücksichtigen ist, dass es sich nicht nur

um einen so genannten Pseudo-Kontext handelt, der lediglich der Illustrierung des zu bearbeitenden Fachinhaltes dient, sondern dass die Aufgaben in den Kontext eingebettet sind und die Bearbeitung der Aufgabe nur durch aktive Auseinandersetzung mit dem Kontext erfolgen kann.

Auf Basis der vorliegenden Stichprobe kann festgehalten werden, dass der Anteil anwendungsbezogener Aufgabenstellungen in Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung nur gering ist, wobei er fachspezifisch variiert: Im Fach Chemie gibt es die meisten kontextorientierten Aufgabenstellungen (20,8 %) und im Fach Physik die wenigsten (0,3 %). In Biologie liegt der Anteil kontextorientierter Operatoraufgaben bei 5,7 %. Dabei unterscheidet sich der Stellenwert anwendungsbezogener Aufgabenstellungen zwar in den vier Bundesländern, allerdings mit fachspezifisch unterschiedlich starken Ausprägungen.

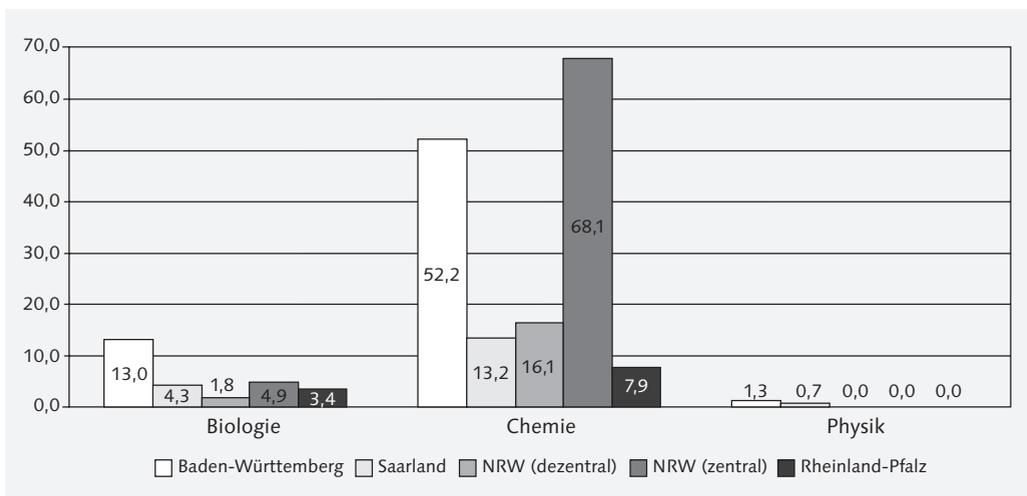


Abb. 2: Bedeutung kontextorientierter Aufgabenstellungen (in %) in Abiturprüfungsaufgaben nach Fach und Bundesland ($N = 7399$).

Im Fach Biologie liegt der Anteil kontextorientierter Aufgabenstellungen in den untersuchten Ländern bei weniger als 5%; lediglich in Baden-Württemberg ist er mit 13% etwas höher. Die größten länderspezifischen Unterschiede zeigen sich im Fach Chemie – hier beträgt die Differenz zwischen dem Bundesland mit den meisten (Nordrhein-Westfalen, zentrales Prüfsystem) und dem mit den wenigsten (Rheinland-Pfalz) kontextbezogenen Operatoraufgaben mehr als 60%. In den vorliegenden Abiturprüfungsaufgaben aus dem Fach Physik haben kontextorientierte Aufgaben in Baden-Württemberg und dem Saarland nur eine marginale Bedeutung (< 1,5%) bzw. kommen in Nordrhein-Westfalen (beide Prüfsysteme) und Rheinland-Pfalz gar nicht vor.

Bezogen auf die Veränderung der Bedeutung kontextorientierter Aufgabenstellungen im betrachteten Analysezeitraum zwischen 1993 und 2008 zeigen sich fach- und länderspezifisch unterschiedliche Entwicklungen. Für das Fach Biologie werden bezüglich der Kontextorientierung nur wenige gravierende Veränderungen in den Ländern deutlich. Für das Fach Chemie zeigen sich hingegen teilweise erhebliche länderspezifische Differenzen: Während sich die Aufgaben in Bezug auf die Kontextorientierung im Saarland und in Rheinland-Pfalz kaum verändert haben, hat in Baden-Württemberg (ab 1999) und Nordrhein-Westfalen (im Zuge der Umstellung vom dezentralen zum zentralen Abiturprüfungsverfahren) die Bedeutung kontextorientierter Aufgabenstellung erheblich zugenommen und liegt bei etwa 70%. Im Fach Physik zeigen sich keine

statistisch bedeutsamen Veränderungen – der Anteil kontextorientierter Aufgaben ist in allen Zeiträumen nur marginal bzw. nicht vorhanden.

Abschließend kann unter Rückgriff auf die einleitend dargestellten Ausführungen zur Aufgabenkultur in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern auf Basis der vorliegenden Stichprobe zusammengefasst werden: Aufgaben in der schriftlichen Abiturprüfung in den drei naturwissenschaftlichen Prüfungsfächern Biologie, Chemie und Physik verkörpern die traditionelle Aufgabenkultur *par excellence*, und zwar in allen Dimensionen – und somit bestätigen diese Befunde die Ergebnisse älterer Aufgabenanalysen. Es ist jedoch auch anzumerken, dass *vereinzelt* auch Aufgaben vorliegen, die im Sinne von *best practice*-Beispielen zahlreiche Elemente der neuen Aufgabenkultur aufgreifen. Jedoch handelt es sich dabei lediglich um wenige *Einzelfälle* – insbesondere im Kontext dezentral gestellter Aufgaben –, die jedoch im Gros traditionell gestalteter Aufgaben nicht weiter auffallen.

Des Weiteren kann im Kontext der Frage nach Kongruenzen bzw. Inkongruenzen zwischen den in der Qualifikationsphase eingesetzten Klausuraufgaben und den Aufgaben in der Abiturprüfung zusammengefasst werden: Alle zuvor skizzierten Befunde gelten auch für die vorliegenden Klausuren aus der Qualifikationsphase, wobei die länderspezifischen Unterschiede zwischen den Klausuraufgaben beider Länder überwiegend gering ausfallen. Der direkte Vergleich zwischen den jeweiligen Klausur- und Abituraufgaben aus

Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz zeigt bis auf vereinzelte Ausnahmen in den Fächern bezogen auf einzelne Kategorien keine bedeutsamen Unterschiede, sodass eine hohe Kongruenz zwischen beiden Aufgabengruppen besteht. Es kann also festgestellt werden, dass Schülerinnen und Schüler anhand der Klausuren in der vorgelagerten Qualifikationsphase optimal auf die entsprechende Abiturprüfung vorbereitet werden, wobei diese Prüfungsvorbereitung nicht mit dem übereinstimmt, was aus fachdidaktischer Sicht als optimal bezeichnet wird. Ob und inwieweit im Unterricht der gymnasialen Oberstufe im Sinne einer wissenschaftspropädeutischen Ausrichtung Schülerinnen und Schüler zur allgemeinen Studierfähigkeit führt und in welcher Form dies geschieht, kann auf der Grundlage der vorliegenden Daten nicht aufgezeigt werden, sondern bedarf weiterführender Forschung.

4 Zusammenfassung und Diskussion

Vor dem Hintergrund der empirischen Befunde kann zusammengefasst werden: Die zuvor skizzierten Merkmale von Abitur- und Klausuraufgaben gelten zwar für die überwiegende Mehrheit der vorliegenden Prüfungsaufgaben, allerdings zeigen sich länderspezifisch zum Teil erhebliche Divergenzen und das in nahezu allen Kategorien. Insgesamt lassen sich jedoch keine eindeutigen Ländertypen oder Vergleichsländer identifizieren, die in der Mehrheit der Kategorien Kongruenzen aufweisen oder sich grundsätzlich, d. h. kategorien-

übergreifend unterscheiden. Dabei zeigen sich mit nur einer Ausnahme *keine* generellen Unterschiede zwischen zentral und dezentral prüfenden Bundesländern. Lediglich in Bezug auf die curriculare Validität lässt sich für die vorliegende Stichprobe feststellen, dass *alle* Abituraufgaben aus zentralen Prüfungsverfahren lehrplanvalide konstruiert sind, wohingegen eine nicht unerhebliche Anzahl der dezentral gestellten und von der obersten Schulaufsichtsbehörde genehmigten Prüfungsaufgaben nicht dem entsprechend gültigen Lehrplan zugeordnet werden können.

Neben diesen länderspezifischen Unterschieden wird zudem deutlich, dass die beschriebenen Aufgabenmerkmale für alle drei naturwissenschaftlichen Fächer zutreffen, allerdings in unterschiedlich starker Ausprägung. Es scheinen sich also bezüglich der Konstruktion von Abituraufgaben innerhalb der Aufgabenkultur der Naturwissenschaften fachspezifische Subkulturen auszubilden. Diese werden wiederum in den Ländern unterschiedlich umgesetzt, d. h. es zeigen sich nicht nur Inkongruenzen zwischen den verschiedenen Bundesländern, sondern auch innerhalb der Bundesländer zwischen den einzelnen Fächern. Es kann festgehalten werden: Trotz bundesweit einheitlicher Prüfungsstandards in den Naturwissenschaften fällt die Gestaltung von Prüfungsaufgaben zwischen den Ländern und Fächern sehr unterschiedlich aus, sodass das von der KMK angestrebte Ziel der Vergleichbarkeit von Prüfungsanforderungen auf Grund der dokumentierten Befunde als *nicht erreicht* bezeichnet werden muss. Die bundesweite Steuerungswirkung der EPA bezüg-

lich der angestrebten Vergleichbarkeit muss vor dem Hintergrund der dargelegten Befunde zumindest kritisch hinterfragt werden. Darüber hinaus wird im Rahmen der retrospektiven Längsschnittstudie zwischen 1993 und 2008 deutlich, dass bezüglich der Aufgabengestaltung in diesem Zeitraum keine bedeutsamen Veränderungen auftreten, d. h. es werden seit (mindestens) 15 Jahren vergleichbare Aufgaben gestellt, die prototypisches Abbild der traditionellen Aufgabenkultur sind. Von einer Weiterentwicklung der Aufgabenkultur in der gymnasialen Oberstufe und im Abitur kann daher mehrheitlich *nicht* gesprochen werden. Insgesamt ergibt sich der Eindruck, als hätten sich die Aufgabensteller (Lehrkräfte, Mitglieder in Aufgabenkommissionen) die diskutierten Ansätze einer veränderten Aufgabenkultur nicht zu Eigen gemacht. Vielmehr übernehmen diese offensichtlich wenige und nur jene Elemente, die mit ihren Überzeugungen, ihrem bisherigen Wissen und der bisher ausgeübten Praxis in Einklang stehen: Insgesamt scheint das (mehrheitlich traditionelle) Verständnis der Aufgabenentwickler und -steller bezüglich der Gestaltung von Abituraufgaben den Steuerungsanspruch und das innovative Potenzial der modifizierten EPA zu überlagern. Dies gilt auch für die Klausuraufgaben aus der Qualifikationsphase.

Um die angestrebten Ziele zukünftig flächendeckend zu erreichen, gilt es zeitnah bildungspolitische Handlungskonsequenzen – sowohl seitens der KMK als auch in den Bundesländern – umzusetzen. Dies gilt insbesondere vor dem Hinter-

grund der im Oktober 2007 beschlossenen Vereinbarung zur Weiterentwicklung der bisherigen Prüfungsstandards zu *Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife*. Insbesondere auch vor dem Hintergrund, dass die Wirksamkeit outputorientierter Steuerungsinstrumente auf Basis der dokumentierten Befunde deutlich infrage gestellt werden muss, greift die Autorin den von Berner, Oelkers und Reusser formulierten Ansatz der „Notwendigkeit von Inputs unter Bedingungen der Outputorientierung“ (2008, 221) auf. Eine Verbesserung der Schul- und Unterrichtsqualität ist letztlich „ohne den Bezug auf Schul- und Unterrichtsentwicklung nicht zu erreichen; es wäre schließlich trügerisch zu glauben, bessere Ergebnisse in einem System lediglich durch die Änderung der Steuerungslogik herbeiführen zu können“ (ebd., 224). Damit wird sich nicht gegen die aktuelle bildungspolitische Fokussierung auf den Output, sondern für eine *gleichzeitige* Betrachtung von Input- und Outputvariablen ausgesprochen.

Da die *Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung* seit Jahrzehnten einen (zumindest formal) etablierten Bestandteil im Kontext der Abiturprüfungsorganisation darstellen, sollte seitens der Bildungspolitik über eine Optimierung dieses Steuerungsinstrument für die zukünftige Nutzung im Sinne von Bildungsstandards nachgedacht werden, wobei – entgegen dem bisherigen Vorgehen der KMK bei der Formulierung von Prüfungsstandards, das von Detailregelungen abgesehen hat – bestimmte Merkmale zur Aufgabenkonstruktion konkretisiert werden sollten, um der bisher fehlenden Ein-

deutigkeit der Konstruktionsvorgaben im Sinne der Zielerreichung entgegen zu wirken. Dabei sollten die Vorgaben im Sinne einer *Weiterentwicklung* – nicht: *Neugestaltung!* – der Aufgabenkultur das richtige Maß finden: So müssten sie zwar merkliche Veränderungen beinhalten, dabei jedoch nicht mit den Handlungsrouninen und bestehenden Praktiken brechen. Zudem sollten, wie auch schon in der derzeitigen Fassung, bewusst Handlungsspielräume in einem zu definierenden Rahmen geschaffen werden, die länderspezifische Akzentuierungen ermöglichen, um dem Strukturprinzip des Föderalismus gerecht zu werden. Die Konkretisierung der bisherigen Vorgaben kann aus Sicht der Autorin *einen* Beitrag dazu leisten, die bereits vorhandenen Vorgaben zur Konstruktion von Abiturprüfungsaufgaben effizient im Sinne der Zielerreichung zu nutzen.

Die Diskussion der Ergebnisse hat dabei jedoch gezeigt, dass Steuerungsintentionen seitens der Bildungspolitik und -administration von den Aufgabenentwicklern nicht in dem vorgegebenen Maß umgesetzt werden, wobei die Vorgaben der Prüfungsstandards mehrheitlich durch traditionelle Vorstellungen bezüglich der Aufgabenkonstruktion überlagert werden, was entsprechende Interventionsmaßnahmen durch die KMK und die Länder erfordert. Hier erscheinen aus Sicht der Autorin entsprechende Qualifizierungsmaßnahmen der Aufgabenentwickler, also der einzelnen Kurslehrkräfte in der gymnasialen Oberstufe bzw. beauftragter Lehrerinnen und Lehrer im Kontext von zentralen Aufgabenkommissionen, notwendig, wobei diese, in Ergänzung zur Vermittlung des

für den Sachverhalt relevanten Professionswissens, insbesondere auf einstellungsbezogene Veränderungen tief sitzender und latenter Überzeugungen und Handlungsrouninen fokussieren sollten.

Unabhängig von der Wahl der Mittel zur Zielerreichung machen die hier dokumentierten Ergebnisse der empirischen Studie deutlich, dass zeitnah bildungspolitische Handlungsfolgen abgeleitet werden *müssen*. Dies ist nicht nur vor dem Hintergrund der angestrebten Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im naturwissenschaftlichen Unterricht, sondern insgesamt zur Erreichung der übergeordneten bildungspolitischen Ziele – Sicherung der Gleichwertigkeit schulischer Ausbildung in der gymnasialen Oberstufe, Vergleichbarkeit der dort erworbenen Schulabschlüsse sowie Sicherung und Weiterentwicklung von Qualität in der gymnasialen Oberstufe und im Abitur – notwendig

Literatur

- Anderson, J.R.; Reder, L.M. & Simon, H.A. (1996). Situated Learning and Education. *Educational Researcher*, 25(4), 5–11
- Aufschnaiter, C. von & Aufschnaiter, S. von (2001). Eine neue Aufgabenkultur für den Physikunterricht. Was fachdidaktische Lernprozessforschung zur Entwicklung von Aufgaben beitragen kann. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 54(7), 409–416

- Baumert, J. & Köller, O. (2000). Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In J. Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.), *TIMSS / III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und Naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Band 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe* (271–316). Opladen: Leske + Buderich
- Berner, E.; Oelkers, J. & Reusser, K. (2008). Implementation von Bildungsstandards. Bedingungen des Gelingens (und Scheiterns) aus internationaler Sicht. 53. Beiheft der *Zeitschrift für Pädagogik*, 210–226
- Brockhage, R. & Weghöft, R. (1994). Zentralabitur und Naturwissenschaften. *Gymnasium in Niedersachsen*, 26(4–5), 80–82
- Brosius, H.-B.; Koschel, F. & Haas, A. (2009). *Methoden der empirischen Kommunikationsforschung. Eine Einführung*. Wiesbaden: VS
- Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (1998). *Gutachten zur Vorbereitung des Programms Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts*. Heft 60. Bonn
- Fries, E. (2002). Abituraufgaben auf dem Prüfstand. Ergebnisse und Konsequenzen eines Erfahrungsaustauschs zwischen den Ländern – Teil VII: Physik. *Schulverwaltung, Ausgabe Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland*, 6(11), 301–303
- Früh, W. (2007). *Inhaltsanalyse. Theorie und Praxis*. 6. Auflage. Konstanz: UVK
- Giar, H. (2007). Schülerexperimente im Zentralabitur? *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*, 56(1), 26–31
- Hammann, M. (2006). Kompetenzförderung und Aufgabenentwicklung. *Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht*, 59(2), 85–95
- Jatzwauk, P. (2007). *Aufgaben im Biologieunterricht. Eine Analyse der Merkmale und des didaktisch-methodischen Einsatzes von Aufgaben im Biologieunterricht*. Berlin: Logos
- Kirsch, W. (2003). Abituraufgaben auf dem Prüfstand – Chemie. Ergebnisse und Konsequenzen eines Erfahrungsaustauschs zwischen den Ländern – kontextorientierter Chemieunterricht als Basis für eine neue Aufgabenkultur. *Schulverwaltung, Ausgabe Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland*, 7(10), 267–268
- KMK (2008). *Vereinbarung über einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.06.1979 i. d. F. vom 24.10.2008
- Kühn, S. (2010). *Steuerung und Innovation durch Abschlussprüfungen?* Wiesbaden: VS
- Kühn, S.M., Ackeren, I. van, Block, R., Klein, E.D. (2009). Zentrale Abiturprüfungen. Zur Heterogenität der Prüfungsverfahren in Deutschland. *Schulverwaltung, Ausgabe für Hessen und Rheinland-Pfalz*, 14(10), 281–285
- Langer, I. & Schulz von Thun, F. (2007). *Messung komplexer Merkmale in Psychologie und Pädagogik. Ratingverfahren*. Münster (u.a.): Waxmann
- Paul, R. (2002). Abituraufgaben auf dem Prüfstand. Ergebnisse und Konsequenzen eines Erfahrungsaustauschs zwischen den Ländern – Teil IV: Physik. *Schulverwaltung, Ausgabe Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland*, 6(6), 173–175
- Ralle, Bernd (2001). Eine veränderte Aufgabenkultur als Herausforderung. *Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht*, 54(7), 387
- Reisse, W. (2008). *Kompetenzorientierte Aufgabenentwicklung. Ein Lehrhandbuch für die Sekundarstufen*. Köln: Aulis
- Sacher, W. (1999). Tests und Klausuren in der Schule. Wie mache ich das? *Pädagogik*, 4(4), 43–47
- Seidel, T. (2003). Videobasierte Kodierverfahren in der IPN Videostudie Physik – ein methodischer Überblick. In T. Seidel; M. Prenzel; R. Duit & M. Lehrke (Hrsg.), *Technischer Bericht zur Videostudie „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht“* (99–111). Kiel: IPN
- Stäudel, L. (2004). Aufgaben nach PISA? – Aufgaben vor PISA! *Unterricht Chemie*, 15(82–83), 91–94
- Trautwein, U., Köller, O., Lehmann, R. & Lüdtke, O. (Hrsg.) (2007). *Schulleistungen von Abiturienten. Regionale, schulformbezogene und soziale Disparitäten*. Münster: Waxmann

KONTAKT

Dr. Svenja Mareike Kühn
Universität Duisburg-Essen
Fakultät für Bildungswissenschaften
Arbeitsgruppe Bildungsforschung
45117 Essen
Tel.: 0201-183-2607
svenja.kuehn@uni-due.de
www.uni-due.de/bifo

AUTORENINFORMATION

Svenja Mareike Kühn, Dr. phil.,
promovierte im DFG-Graduiertenkolleg
Naturwissenschaftlicher Unterricht an
der Universität Duisburg-Essen und ist
zurzeit wissenschaftliche Mitarbeiterin
in der Arbeitsgruppe Bildungsforschung,
Arbeitseinheit Bildungssystem- und
Schulentwicklungsforschung in der
Fakultät für Bildungswissenschaften an
der Universität Duisburg-Essen.

