

Auswertung der Vergleichsarbeit Naturwissenschaften

**Gymnasien, Kooperative Gesamtschulen und
weitere Schulen mit gymnasialen Bildungsgängen**

Schuljahrgang 8, Schuljahr 2012/2013



SACHSEN-ANHALT

Landesinstitut für Schulqualität
und Lehrerbildung (LISA)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Anlage der Vergleichsarbeit.....	3
1.1 Anliegen und Struktur	3
1.2 Bezüge zu den Lehrplänen, Rahmenrichtlinien und Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss	4
1.3 Zum Aufbau der Arbeit.....	4
2 Darstellung der Ergebnisse im Überblick	6
3 Ergebnisse unter verschiedenen Aspekten	8
4 Analyse ausgewählter Aufgaben, typische Schülerfehler und Hinweise zur Weiterarbeit	12



Diese Broschüre wird Ende 2013 allen Schulen zur Nutzung der Ergebnisse von Vergleichsarbeiten zur Verfügung gestellt.

1 Anlage der Vergleichsarbeit

1.1 Anliegen und Struktur

Seit 2004 werden in Sachsen-Anhalt landesweite Vergleichsarbeiten Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I mit dem Ziel durchgeführt, den Stand der Entwicklung der Schülerinnen und Schüler im Hinblick auf allgemeine naturwissenschaftliche Kompetenzen in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung bzgl. fachspezifischer oder integrativer Inhalten zu erfassen, wie sie in den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss und den Bildungsplänen des Landes Sachsen-Anhalt beschrieben werden. Daraus sollen Hinweise abgeleitet werden für

- Fachschaften und Lehrkräfte zur Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts der Einzelschule und zur gezielten Förderung einzelner Schülerinnen und Schüler,
- Fachbetreuerinnen und Fachbetreuer zur Entwicklung eines Fortbildungsangebotes zur zielgerichteten Überwindung von Defiziten,
- Mitglieder von Lehrplanfachgruppen, zur Überarbeitung curricularer Vorgaben bzw. Entwicklung unterstützender Materialien.

Ein Ausgangspunkt dieser Vergleichsarbeit ist der Gedanke, dass in den Fächern Biologie, Chemie und Physik an der Entwicklung vergleichbarer Kompetenzen gearbeitet wird, dazu gehören insbesondere

- das Beschreiben von Phänomenen aus Natur und Technik,
- das Planen und Auswerten von Experimenten,
- das Ermitteln und Bewerten von Informationen aus Texten bzw. dem Tafelwerk oder aus Tabellen und grafischen Darstellungen.

Gemeinsam ist dabei auch immer das Anliegen, die Lehrkräfte der drei naturwissenschaftlichen Fächer zur abgestimmten Arbeit an ihren Schulen anzuregen und dabei die Ergebnisse der Vergleichsarbeit zielgerichtet zu nutzen.

An der Vergleichsarbeit 2013 nahmen 66 staatliche Gymnasien, zwei Kooperative Gesamtschulen und sechs Gymnasien in freier Trägerschaft mit 5941 Schülerinnen und Schülern teil. Die Aufgaben der Vergleichsarbeit und die Hinweise zur Korrektur sind auf dem Bildungsserver von Sachsen-Anhalt veröffentlicht:

http://www.bildung-lsa.de/unterricht/zentrale_leistungserhebungen_schriftliche_pruefungen_zentrale_klassenarbeiten_vergleichsarbeiten/_vergleichsarbeiten.html

1.2 Bezüge zu den Lehrplänen, Rahmenrichtlinien und Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss

Bei der Erarbeitung der Vergleichsarbeit wurden durch die Aufgabenkommission folgende Überlegungen, Grundsätze und Erwartungen berücksichtigt:

Inhaltsbezug zu folgenden Kompetenzschwerpunkten der Rahmenrichtlinien in den Fächern Biologie, Chemie und Physik (Inkraftsetzung 2003)

Biologie	Wirbeltiere in ihren Lebensräumen Atmung, Stofftransport und Ausscheidung
Chemie	Chemische Reaktion Nichtmetalle – Nichtmetalloxide – Säuren Unedle Metalle – Metalloxide – Metallhydroxide
Physik	Leben unter Druck – Druck und Druckausbreitung in Natur und Technik Sonne, Wärmestrahlung, Wind und Wolken

Tabelle 1: Für die Vergleichsarbeit 2013 relevante Themen der Rahmenrichtlinien

Es wurden also nur solche naturwissenschaftlichen Phänomene, Gesetze und Verfahren in der Vergleichsarbeit getestet, die diesen - im Schulleiterbrief bekanntgegebenen - Themen behandelt wurden.

Inhaltsbezug zu den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss für die Fächer Biologie, Chemie und Physik (Beschlüsse der KMK vom 16.04.2004), insbesondere zu

- den Basiskonzepten der jeweiligen Fächer und
- den Kompetenzbereichen Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung.

1.3 Zum Aufbau der Arbeit

Im Schuljahr 2012/2013 wurde wie schon im Schuljahr 2010/2011 eine Variante gewählt, die im Umfang und in der Struktur den bundesweiten Vergleichsarbeiten VERA 8 in den Fächern Deutsch, Englisch und Mathematik entspricht.

Die Vergleichsarbeit enthielt vier komplexe Problemstellungen (Aufgaben), die jeweils in einen Kontext eingebunden waren und unter verschiedenen Aspekten untersucht wurden. Drei dieser Aufgaben mit einer Bearbeitungszeit von jeweils ca. 15 bis 20 Minuten können formal den Fächern Biologie, Chemie und Physik zugeordnet werden. Eine weitere Aufgabe

zum komplexen Thema „Luft“ mit einer Bearbeitungszeit von ca. 30 Minuten hatte integrativen Charakter.

Dabei wurden bestimmte allgemeine naturwissenschaftliche Kompetenzen wiederholt getestet, sodass eine Nutzung der Erkenntnisse aus dieser Vergleichsarbeit nicht nur in einem naturwissenschaftlichen Fach, sondern in allen drei möglich ist.

Schwerpunkte der getesteten Kompetenzen waren Folgende:

Kompetenzen	Aufgaben
flexibles Anwenden von Fachwissen in neuen Kontexten	1b, 1c, 2a, 3a, 3b, 3e, 4.1a, 4.3b, 4.3c
Darstellen von Messwerten in Diagrammen bzw. deren Interpretation	2c
Ermitteln von Informationen aus Sachtexten, aus Diagrammen, aus dem Tafelwerk oder aus Wertetabellen	1a, 2d, 3a, 4.1b
Beschreiben von Beobachtungen	2b, 4.1a, 4.3a
Planen und Auswerten von Experimenten	3c, 4.2a
Beschreiben und Begründen von Entscheidungen in vorgegebenen Situationen	2e
Einordnen von Aussagen zur Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse	4.2b

Tabelle 2: Zuordnung der Teilaufgaben zu grundlegenden naturwissenschaftlichen Kompetenzen

Diese Kompetenzen wurden in Verbindung mit grundlegendem Fachwissen getestet, das dauerhaft verfügbar und auch in neuen Kontexten flexibel anwendbar ist. Dazu gehörten in dieser Vergleichsarbeit

- die Eigenschaften von Metallen und ausgewählter Elemente (RRL Chemie S. 23),
- das Gesetz von der Erhaltung der Masse (RRL Chemie S. 30),
- die Nahrungsketten von Tieren (RRL Biologie S. 38),
- die Längen- und Volumenänderung von Körpern bei Erwärmung (RRL Physik S. 51),
- die Atmung des Menschen (RRL Biologie S. 67),
- die Wirkungen des Luftdrucks (RRL Physik S. 47) ,
- die Zusammensetzung der Luft (RRL Chemie S. 30),
- das Teilchenmodell RRL (Physik S. 31).

2 Darstellung der Ergebnisse im Überblick

Im Folgenden werden die landesweit erreichten Mittelwerte und der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die die jeweilige Aufgabe vollständig richtig bearbeitet haben, für jede einzelne Aufgabe und Teilaufgabe angegeben. Zugleich ist die Einordnung der Teilaufgaben in Aufgabenformate, Anforderungsbereiche und Kompetenzbereiche sowie die jeweilig zu erreichende Punktzahl dargestellt. Auf einzelne Teilaufgaben und dabei festgestellte typische Schülerfehler wird im Abschnitt 4 genauer eingegangen.

Nr.	Eine Bewertungseinheit wird erteilt, wenn ... wurde(n)	Aufgabenformate			Kompetenzbereiche				AFB			Ergebnisse	
		offen	halboffen	geschlossen	Fachwissen anwenden	Erkenntnisse gewinnen	Kommunikation	Bewerten	I	II	III	Landesmittelwert der prozentualen Anteile der erreichten BE	Anteil vollständig richtiger Lösungen
1a	4 bis 5 Angaben korrekt angegeben												
	6 bis 7 Angaben korrekt angegeben			3	3				3			84 %	68 %
	8 und 9 Angaben korrekt angegeben												
1b	3 Eigenschaften angegeben		1		1				1			36 %	36 %
1c	4 Formeln korrekt abgeleitet						2			2		37 %	22 %
	Ausgleichskoeffizienten korrekt angegeben			2									
	Gesetz angegeben												
	Massebestimmung der Edukte und Produkte beschrieben		3		3					3		11 %	2 %
	Vergleich vorgenommen												
2a	Zuordnung Beute angegeben		2		2				2			48 %	26 %
	Zuordnung Räuber angegeben												
2b	quantitative Veränderung in den Jahren 2009/10 beschrieben												
	quantitative Veränderung in den Jahren 2010/11 beschrieben		3			3				3		64 %	39 %
	quantitative Veränderung in den Jahren 2011/12 beschrieben												
2c	Abszissenachse eingeteilt						4			4		78 %	55 %
	Ordinatenachse eingeteilt												
	Linien für Vögel eingetragen			4									
	Linien für Nager eingetragen												
2d	jeweils korrekte Entscheidung getroffen			5		5				5		86 %	49 %
2e	zwei Gründe angegeben							2			2	60 %	38 %
	eine andere Maßnahme abgeleitet	2											

Nr.	Eine Bewertungseinheit wird erteilt, wenn ... wurde(n)	Aufgabenformate			Kompetenzbereiche				AFB			Ergebnisse	
		offen	halboffen	geschlossen	Fachwissen anwenden	Erkenntnisse gewinnen	Kommunikation	Bewerten	I	II	III	Landesmittelwert der prozentualen Anteile der erreichten BE	Anteil vollständig richtiger Lösungen
3a	Temperaturpaar ermittelt		1		1					1		51 %	51 %
3b	größte Dichte von Wasser bei 4 °C berücksichtigt		2		2					2		34 %	18 %
	Ausdehnung bei Erwärmung oder Abkühlung einbezogen												
3c	Herstellen von 0 °C für Wasser angegeben		3			3					3	18 %	5 %
	Erwärmen des Wassers beschrieben												
	Kalibrieren mit Vergleichsthermometer beschrieben												
3d	Entscheidung mit passender Begründung getroffen	1						1			1	59 %	59 %
3e	Fachbegriffe korrekt verwendet		2		2							51 %	28 %
	logische Schlusskette formuliert												
4.1a	Veränderung von Kerzenflamme und Wasserspiegel im Zeitabschnitt jeweils korrekt beschrieben		4				4		4			73 %	37 %
	Veränderung des Sauerstoffanteils angegeben		2		2					2		48 %	25 %
	Veränderung der Kohlenstoffdioxidsanteils angegeben												
	Abkühlen der Luft und deren Auswirkung berücksichtigt		2		2						2	22%	6 %
	Wirkung des äußeren Luftdrucks berücksichtigt												
4.1b	eine richtige Schlussfolgerung angekreuzt			2		2					2	57 %	21 %
	zwei weitere richtige Schlussfolgerungen angekreuzt												
4.2a	passende Vermutung genannt	1				1					1	80 %	80 %
4.2b	4 bis 6 richtige Zuordnungen getroffen			3				3		3		77 %	41 %
	7 bis 10 richtige Zuordnungen getroffen												
	11 und 12 richtige Zuordnungen getroffen												
4.3a	Ungleichverteilung beschrieben		2				2		2			55 %	29 %
	Gleichverteilung beschrieben												
4.3b	Masse von Sauerstoffteilchen kleiner als von Kohlenstoffteilchen erkannt		2		2						2	9 %	5 %
	Sauerstoffteilchen sind schneller erkannt												
4.3c	Maßnahme genannt	2			2				2			53 %	41 %
	Wirkung beschrieben												

Tabelle 3: Zuordnung und Landesmittelwerte sowie Anteile richtiger Lösungen der einzelnen Teilaufgaben

3 Ergebnisse unter verschiedenen Aspekten

Kompetenzbereiche

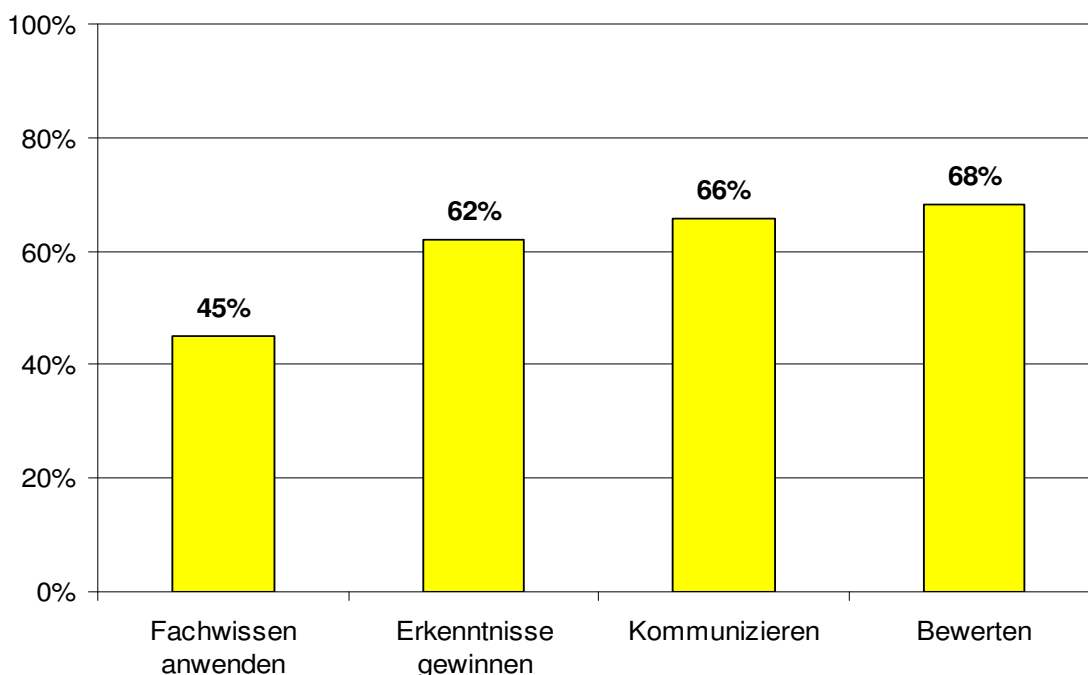


Abbildung 1: Kumulierte Landesmittelwerte bzgl. der einzelnen Kompetenzbereiche

In der Abbildung 1 wird deutlich, dass in den einzelnen Kompetenzbereichen recht unterschiedliche Ergebnisse erreicht wurden. Während in den Bereichen „Erkenntnisse gewinnen“, „Kommunizieren“ und „Bewerten“ ähnlich gute Werte wie in der Vergleichsarbeit 2011 zu verzeichnen sind, bleiben sie im Bereich „Fachwissen anwenden“ deutlich (ca. 20 Prozentpunkte) unter den vor zwei Jahren erzielten.

Die folgenden Aspekte sind bei der Einschätzung der Ergebnisse im Bereich Fachwissen zu berücksichtigen:

- In der Vergleichsarbeit 2013 mussten die Schülerinnen und Schüler verstärkt grundlegendes Fachwissen (auch aus zurückliegenden Schuljahrgängen) reproduzieren oder in neuen Kontexten anwenden.
- Die Aufgabenbearbeitung erforderte in besonderer Weise den exakten Umgang mit den fachspezifischen Arten der Darstellung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge, insbesondere der chemischen Zeichensprache.

Auf Beides wird im Abschnitt 4 genauer eingegangen.

Anforderungsbereiche

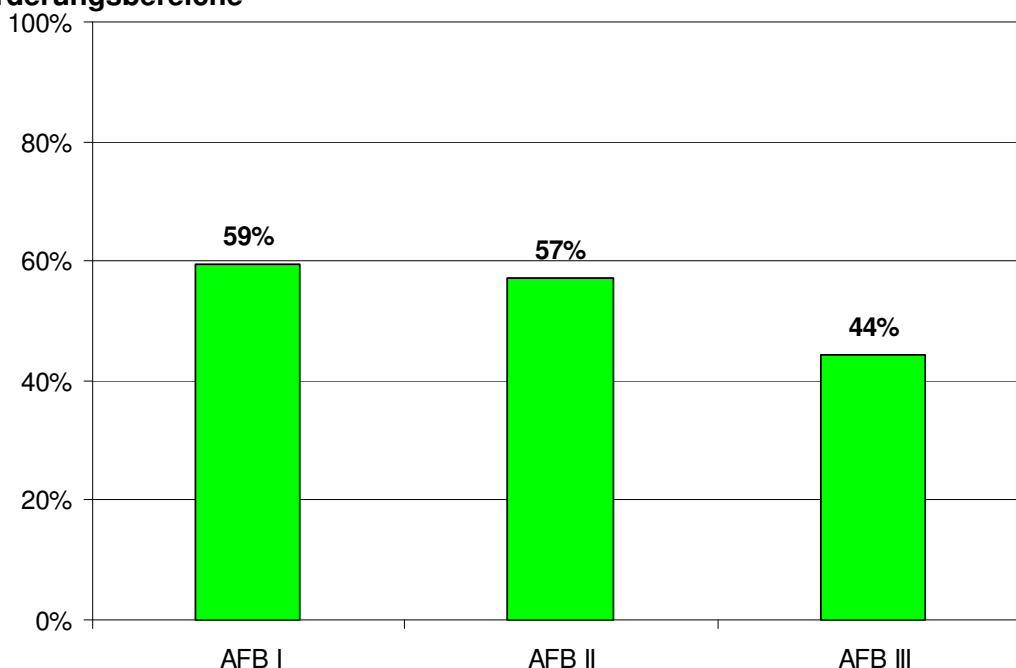


Abbildung 2: Kumulierte Landesmittelwerte bzgl. der einzelnen Anforderungsbereiche

Die Ergebnisse im Anforderungsbereich III entsprechen denen der Vergleichsarbeit 2011. Die Schülerleistungen liegen jedoch bei Aufgaben, die den Anforderungsbereichen I und II zugeordnet werden können, ca. 10 % Prozentpunkte etwas unter dem Ergebnis von vor zwei Jahren.

Das hat natürlich unmittelbar mit den in Abbildung 1 dargestellten und erläuterten Ergebnissen im Kompetenzbereich „Fachwissen anwenden“ zu tun.

Das Ermitteln von Informationen im Tafelwerk oder das Beschreiben von Beobachtungen, gehört zu grundlegenden Arbeitsformen und Techniken, die von allen Schülerinnen und Schülern sicher beherrscht werden müssen.

Die Ergebnisse der einzelnen Teilaufgaben (vgl. Abbildung 4) zeigen, dass hier die größten Reserven für die Leistungsentwicklungen der Schülerinnen und Schüler liegen.

Aufgabenformate

Die Abbildung 3 verdeutlicht, dass relativ gute Ergebnisse bei Aufgaben mit offenen bzw. geschlossenen Antwortformaten erreicht wurden. Die Analyse von Originalarbeiten¹ zeigt, dass insbesondere Schülerinnen und Schüler, die bei der Vergleichsarbeit wenig erfolgreich waren, bessere Ergebnisse bei geschlossenen Aufgabenformaten erzielen, d. h. wenn sie keine eigenen Formulierungen finden müssen, sondern z. B. aus gegebenen Antwortmöglichkeiten durch Ankreuzen die richtige Lösung finden.

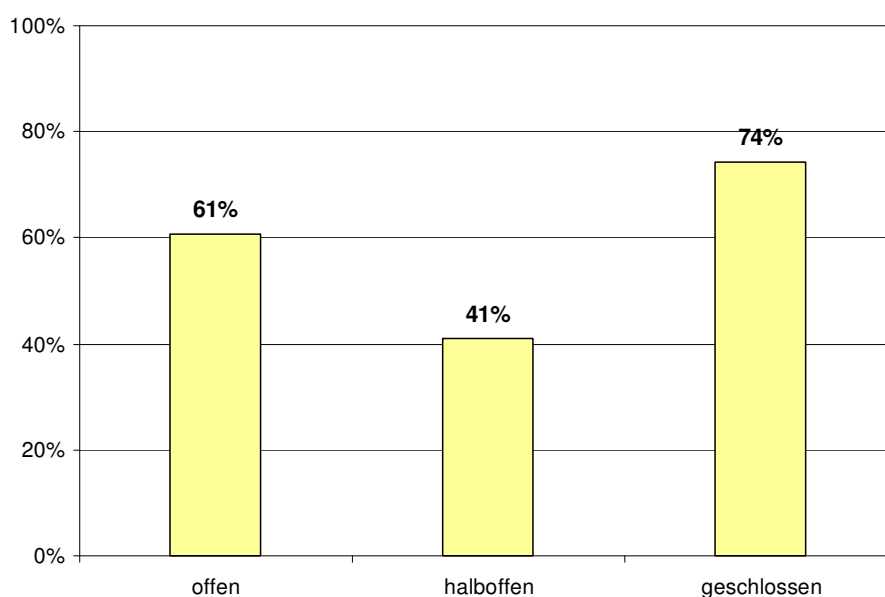


Abbildung 3: Kumulierte Landesmittelwerte bzgl. einzelner Aufgabenformate (Antwortformate)

Die Analyse der eingereichten Originalarbeiten zeigt, dass fast alle Schülerinnen und Schüler sich der Bearbeitung von Aufgaben dieses Formats zugewandt haben, während Aufgaben der anderen Formate z. T. von einem Drittel nicht bearbeitet wurden.

Es liegt die Vermutung nahe, dass bei der Bearbeitung von Aufgaben mit diesem Aufgabenformat ein Teil der Schülerinnen und Schüler ihr fachliches Potenzial besser ausschöpfen konnten.

¹ 20 Gymnasien wurden gebeten, Originalarbeiten (jeweils eine gute, eine mittlere und eine weniger gute Schülerleistung) einzureichen. Diese geschichtete Stichprobe aus allen Vergleichsarbeiten wurde von der Kommission zur Erarbeitung der Vergleichsarbeit unter verschiedenen Aspekten analysiert. Die Ergebnisse sind im Abschnitt 4 dargestellt.

Aufgaben, die Forderungen auf Mindestniveau stellen

In den zentralen Leistungsvergleichen der OECD (z. B. PISA) und der Bundesrepublik (z. B. Ländervergleich 2012) wird u. a. untersucht, wie viel Prozent der Schülerinnen und Schüler des Schuljahrganges 9 Aufgaben erfolgreich bearbeiten, die auf einem solchen Niveau liegen (Mindestniveau), das noch ausreicht, um erfolgreich einen Mittleren Schulabschluss zu erwerben. Damit sollen z. B. Hinweise auf potenzielles Schulversagen ermittelt werden.

Dieses Niveau wird u. a. vom Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) mit Standards und Aufgabenbeispielen beschrieben².

Die Kommission zur Erarbeitung der Aufgaben der Vergleichsarbeit Naturwissenschaften hat davon abgeleitet Aufgaben für den Schuljahrgang 8 entwickelt und in der Vergleichsarbeit eingesetzt. In der Abbildung 4 ist dargestellt, wie viel Prozent der Schülerinnen und Schüler diese Aufgaben vollständig richtig oder zumindest teilweise richtig bearbeitet haben.

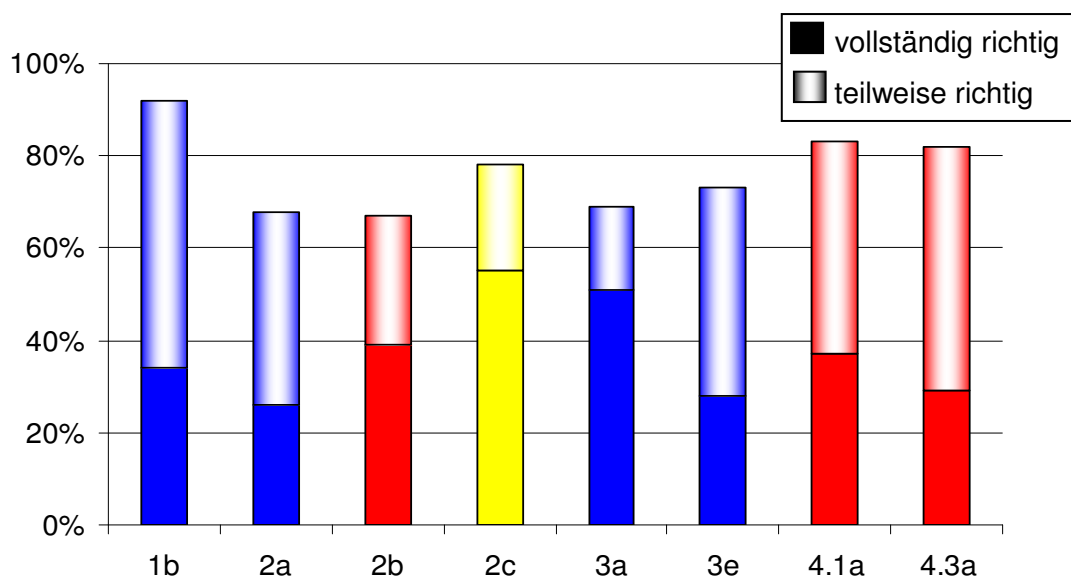


Abbildung 4: Anteil der Schülerinnen und Schüler, die die Aufgaben auf Mindestniveau vollständig oder teilweise richtig bearbeitet haben

Erläuterungen:

■ Reproduktion von fachlichem Wissen	■ Darstellung eines naturwissenschaftlichen Zusammenhangs im Diagramm	■ Beschreibung von Beobachtungen
--	---	---

Die Werte für „teilweise richtig“ wurden aus der Stichprobe ermittelt.

Die in Abbildung 4 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die zur Bewältigung von Anforderungen auf Mindestniveau notwendigen Kompetenzen bei zwei Dritteln der Schülerinnen und Schülern angelegt, aber bei etlichen noch nicht so sicher ausgeprägt sind, um diese Anforderungen fehlerfrei und vollständig zu bearbeiten.

² Diese Niveaustufen und entsprechende Beispielaufgaben werden in der Broschüre „Vergleichsarbeiten in den naturwissenschaftlichen Fächern“ beschrieben (vgl. S. 2). Diese Broschüre wird Ende 2013 an alle Schulen geliefert werden.

4 Analyse ausgewählter Aufgaben, typische Schülerfehler und Hinweise zur Weiterarbeit

Bei der Zusammenführung der Daten aller beteiligten Schulen wurde ermittelt, wie sich die Verteilung der Schulergebnisse für jede Teilaufgabe darstellt. Dazu wurden die Schulen entsprechend ihrer prozentual erreichten Mittelwerte geordnet und in vier gleich große Gruppen eingeteilt:

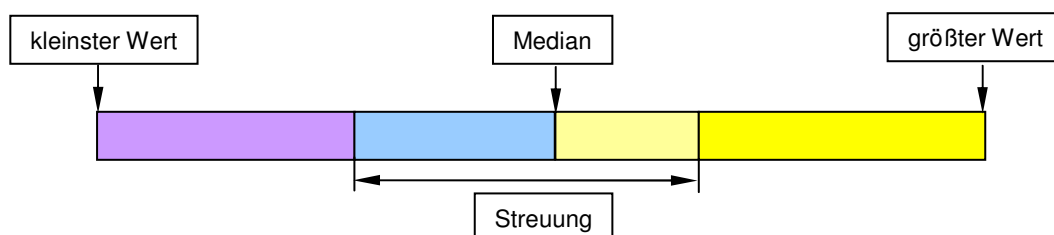


Abbildung 5: Einordnung der Begriffe Median und Streuung

Median (M) Median (mittlerer Wert) ist der Wert, der die Schulen in zwei Gruppen teilt: 50 % der Schulen liegen mit ihren Ergebnissen über diesem Wert und 50 % darunter.

Streuung (S) Unter Streuung wird in diesem Zusammenhang die Spannweite verstanden, in der die Hälfte der Schulen mit ihren Ergebnissen um den Median streuen. Er ist also ein Maß für die Unterschiedlichkeit der Schulen im Vergleich.

Es sind folgende Konstellationen denkbar, die für weitergehende Analysen interessant sind:

M	S	Bedeutung und mögliche Interpretationen	Beispiele
groß	klein	Viele Schulen haben sehr gute Ergebnisse. Mögliche Begründungen: - Diese Anforderungen hatten im Unterricht eine große Bedeutung. - Die Anforderungen waren sehr leicht.	1a, 2d
groß	groß	Die Mehrheit der Schulen hat sehr gute Ergebnisse, aber etliche nur mittelmäßige oder unzureichende. Mögliche Begründung: - Die Schulen haben diesen Anforderungen eine unterschiedlich große, aber eher hohe Bedeutung im Unterricht gegeben.	4.2a
klein	groß	Viele Schulen haben nur mittelmäßige oder unzureichende Ergebnisse, einige waren aber sehr gut. Mögliche Begründung: - Die Schulen haben diesen Anforderungen eine unterschiedlich große, aber eher geringe Bedeutung im Unterricht gegeben.	1b, 2a, 3c
klein	klein	Sehr viele Schulen haben nur mittelmäßige oder unzureichende Ergebnisse. Mögliche Begründung: - Diese Anforderungen waren dem Stand der Kompetenzentwicklung nicht angemessen (Überforderung). - Die Mehrheit der Schulen hat diesen Forderungen bisher zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet.	1c, 3b, 4.3b

Tabelle 4: Charakterisierung von Ergebnissen durch Median und Streuung

Im Folgenden werden zu den ausgewählten Teilaufgaben typische Schülerfehler aufgezeigt, die durch die Analyse von 56 Originalarbeiten aus 17 Gymnasien ermittelt wurden, und spezifische Hinweise zur Weiterarbeit geben. Insbesondere wird auf einzelne niveaubestimmende Aufgaben und auf Aufgaben der Broschüre „Vergleichsarbeiten³“ hingewiesen. Die angegebenen Prozentwerte beziehen sich auf diese repräsentative Stichprobe.

Auffällig ist, dass die Bearbeitung der als Units gestalteten Aufgaben durch viele Schülerinnen und Schüler erfolgte, ohne dass inhaltliche Bezüge zwischen den einzelnen Teilaufgaben genutzt wurden.

Aufgabe 1a und 1b

Anliegen der Aufgaben	Informationen u. a. zu Eigenschaften von Schwefel waren aus dem Tafelwerk zu ermitteln bzw. zu reproduzieren. Drei Eigenschaften der Stoffgruppe Metalle (grundlegender Wissensbestand) sollten genannt werden.	
Ergebnisse 1a	Median: 84 %	Streuung: 10 %
Ergebnisse 1b	Median: 36 %	Streuung: 29 %
Einschätzung der Schülerantworten und typische Schülerfehler	Während als typische Eigenschaft der Metalle von 95 % der Schülerinnen und Schüler der metallische Glanz und die gute elektrische Leitfähigkeit genannt wurden (diese kamen auch in der Tabelle vor), war 30 % die gute Wärmeleitfähigkeit erinnerlich.	
	fachlicher Fehler	Häufigkeit
	Metalle unterscheiden sich von Nichtmetallen durch - Aggregatzustand - Dichte - Schmelztemperatur - Farbe - Magnetisierbarkeit - Härte - Löslichkeit in Wasser	35 % 25 % 25 % 15 % 10 % 5 % 5 %
	Offensichtlich hat ein Teil der Schülerinnen und Schüler den Stoff Schwefel vom Ansehen und die charakteristischen Eigenschaften der wichtigen Stoffklasse Metalle nicht verinnerlicht.	
Hinweise zur Weiterarbeit	In den drei naturwissenschaftlichen Fächern sollten vielfältige Übungen zur Beschreibung von Stoffen (Lebewesen) mit charakteristischen Eigenschaften anhand von Realobjekten erfolgen. Diese Eigenschaften könnten für wichtige Stoffe oder Stoffklassen auch durch eigene Untersuchungen ermittelt werden. Ebenso tragen Übungen zur Ordnung (Klassifizierung) nach unterschiedlichen Kriterien dazu bei, charakteristische Eigenschaften von Gruppen zu verinnerlichen.	
	niveaubestimmende Aufgaben	
	Biologie	Chemie
	B5(6), B19(6)	C1(8), C3(8), C15(8), C18(8)

³ vgl. Fußnote S. 14. Diese Broschüre beinhaltet auch Aufgabenserien zur Überwindung typischer Schülerfehler.

Aufgabe 1c (Teilaufgabe 1)

Anliegen der Aufgabe	Für eine chemische Reaktion sollte die entsprechende Reaktionsgleichung von der Darstellung auf der Teilchenebene abgeleitet werden.	
Ergebnisse	Median: 37 %	Streuung: 16 %
Einschätzung der Schülerantworten und typische Schülerfehler	90 % haben das Anliegen der Aufgabe (Reaktionsgleichung aufstellen) verstanden. Von diesen haben alle den Elementen die korrekten Symbole zugeordnet. Trotzdem haben 30 % von den Schülerinnen und Schülern, die eine Reaktionsgleichung aufgestellt haben, mindestens eine Molekülstruktur nicht richtig erkannt und ebenso viele die Anzahl der Atome bzw. Moleküle falsch angegeben.	
Hinweise zur Weiterarbeit	Diese für die meisten Schülerinnen und Schüler ungewöhnliche Aufgabe offenbart Probleme beim Umgang mit unterschiedlichen Modellen für chemische Reaktionen, insbesondere bzgl. der Struktur und Umstrukturierung auf der Teilchenebene. Dieser für einige Schülerinnen und Schüler schwierige gedankliche Übergang von der Makroebene (Stoff) in die Mikroebene (Teilchen) und umgekehrt könnte durch das Hantieren mit gegenständlichen Modellen erleichtert werden.	
	niveaubestimmende Aufgaben	Broschüre Abschnitt 4.3
	Chemie	
	C13(8)	

Aufgabe 1c (Teilaufgabe 2)

Anliegen der Aufgabe	Es war ein Experiment zu entwickeln, mit dem nachgewiesen werden kann, dass bei chemischen Reaktionen die Masse erhalten bleibt.			
Ergebnisse	Median: 11 %		Streuung: 2 %	
Einschätzung der Schülerantworten und typische Schülerfehler	55 % der Schülerinnen und Schüler haben diese Aufgabe nicht bearbeitet, weitere 10 % haben nur die stattfindende Reaktion noch einmal beschrieben und 20 % haben nur das Gesetz formuliert. Nur 10 % der Schülerinnen und Schüler haben aufgrund des entstehenden Gases vorgeschlagen, die Reaktion in einem abgeschlossenen Gefäß stattfinden zu lassen, aber 15 % wollten die Masse des CO₂-Gases mit einer Waage ermitteln. Für einige Schülerinnen und Schüler haben alle Teilchen dieselbe Masse, bzw. beweist die Teilchenanzahl der Reaktionsgleichung das Gesetz.			
Hinweise zur Weiterarbeit	Erhaltungssätze (Energie, Masse, Ladung) sind in den Naturwissenschaften wesentliche Elemente der Theorie und heuristische Mittel zur Problembearbeitung. Dennoch lassen sie sich experimentell nicht exakt, sondern mit großem Aufwand nur näherungsweise „nachweisen“. Dies sollte im Unterricht wiederholt thematisiert werden.			
	niveaubestimmende Aufgaben		Broschüre Abschnitt 4.4	
	Biologie	Chemie		Physik
	B3(6), B7(6)	C9(8)		P22(8)

Aufgabe 2c

Anliegen der Aufgabe	Die zeitliche Entwicklung zweier Populationen sollte in einem Diagramm dargestellt werden.		
Ergebnisse	Median: 78 %		Streuung: 8 %
Einschätzung der Schülerantworten und typische Schülerfehler	Von den 98 % der Schülerinnen und Schüler, die diese Aufgabe bearbeiteten, haben 10 % ein Säulendiagramm gezeichnet. Leider haben einzelne Lehrkräfte trotz korrekter Lösung dafür Punkte abgezogen, da in den Korrekturhinweisen als mögliche Lösung ein Polygonzug angegeben war. Unabhängig von der Darstellungsart waren bei 20 % die Achseneinteilung und bei 35 % die Eintragung der Werte fehlerhaft. Von den Schülerinnen und Schülern, die einen Polygonzug zeichneten, haben mehr als die Hälfte den Nullpunkt unzulässiger Weise mit einbezogen.		
Hinweise zur Weiterarbeit	niveaubestimmende Aufgaben		Broschüre Abschnitt 4.2
	Chemie	Physik	
	P3(8)	P14(6)	

Aufgabe 2d und 4.1b

Anliegen der Aufgabe	Es sollte für vorgegebene Aussagen entschieden werden, ob diese aus einem Diagramm bzw. einer Wertetabelle abgeleitet werden können.		
Ergebnisse 2d	Median: 86 %		Streuung: 5 %
Ergebnisse 4.1b	Median: 57 %		Streuung: 8 %
Einschätzung der Schülerantworten und typische Schülerfehler	Das sehr gute Ergebnis der Aufgabe 2d kann über die wirkliche Leistung täuschen: Haben die Schülerinnen und Schüler wirklich geprüft, ob die Aussagen aus dem Diagramm folgen, oder haben sie die Aussagen auf ihre Richtigkeit geprüft? Diese Unsicherheit wird insbesondere durch Folgendes begründet: - Die falsche Aussage „Wenn es viele Raubvögel gibt, vergrößert sich auch die Anzahl der Nager.“ haben mehr Schülerinnen und Schüler mit „nicht ableitbar“ eingestuft als das Diagramm korrekt zeichneten. - Die wahre Aussage „Die Anzahl der Raubvögel in einem Lebensraum ist begrenzt.“ wurde von 30 % als ableitbar eingeschätzt. Zu ähnlichen Erkenntnissen gelangt man bei der Analyse der Aufgabe 4.1b: Die meisten Fehler traten bei den Schlussfolgerungen auf, die zwar richtige Aussagen darstellen, aber nicht aus den Messwerten folgen (z. B. 40 % Fehler bzgl. der Aussage C).		
Hinweise zur Weiterarbeit	Das beschriebene Problem bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Aufgabe könnte vermieden werden, wenn die zu schließenden Folgerungen nicht vorgegeben werden. Das ist allerdings nur in Diskussionen mit den Schülerinnen und Schülern und weniger in schriftlichen Tests sinnvoll.		
	Trotz dieses sehr guten bzw. guten Ergebnisses sollte im Unterricht aller drei naturwissenschaftlicher Fächer das zulässige und nicht zulässige Schließen aus oder Verallgemeinern von Messdaten geübt werden.		
	niveaubestimmende Aufgaben		Broschüre Abschnitte 4.2 und 4.5
	Biologie	Physik	
	B8(6), B5(8), B4(8)	P13(6), P16(6), P25(8)	

Aufgabe 3c

Anliegen der Aufgabe	Es war die Kalibrierung eines Messgerätes (Thermometer) zu erläutern.	
Ergebnisse	Median: 18 %	Streuung: 12 %
Einschätzung der Schülerantworten und typische Schülerfehler	30 % der Schülerinnen und Schüler haben diese Aufgabe nicht bearbeitet und weitere 20 % haben offensichtlich das Anliegen des Experimentes nicht verstanden. Die Schülerinnen und Schüler, die das Ziel des Experimentes erfasst haben, erkannten, dass - z. B. mit einer Heizplatte und Eiswürfeln unterschiedliche Temperaturen erzeugt werden können (95 % richtige Angaben) und - mit dem Vergleichsthermometer die Skale erzeugt werden kann (35 % richtige Angaben).	
Hinweise zur Weiterarbeit	Die Ergebnisse, aber auch die Texte der Originalarbeiten deuten darauf hin, dass die Schülerinnen und Schüler im Unterricht relativ selten Gelegenheit haben, Experimente zu planen und diese auch schriftlich darzustellen. Auch wenn die zu planenden Experimente nicht durchgeführt werden (können), sollten die Schülerinnen und Schüler in Gruppen Varianten für Untersuchungen und Experimente entwickeln und die Realisierbarkeit sowie Vor- und Nachteile der Varianten diskutieren.	
	niveaubestimmende Aufgaben	Broschüre Abschnitt 4.4
	Physik	
	P28(8)	

Aufgabe 3d

Anliegen der Aufgabe	Es sollte begründet entschieden werden, ob ein Messgerät (Wasserthermometer) geeignet ist.	
Ergebnisse	Median: 59 %	Streuung: 23 %
Einschätzung der Schülerantworten und typische Schülerfehler	Von den 90 % der Schülerinnen und Schüler, die diese Aufgabe bearbeitet haben, entschieden sich 10 % für „geeignet“ und 90 % für „ungeeignet“. Etliche Argumente der Schülerinnen und Schüler waren sehr allgemein, der konkreten Verwendung kaum angemessen und haben z. T. die vorhergehenden Teilaufgaben nicht berücksichtigt. Die von den Schülerinnen und Schülern angegebenen Argumente (z. B. umweltfreundlich, Wasser reagiert langsamer auf Erwärmung als Quecksilber, ungünstige Skaleneinteilung, Wasser gefriert) wurden von den einzelnen Lehrkräften unterschiedlich akzeptiert.	
Hinweise zur Weiterarbeit	Die Aufgabenstellung spiegelt ein in der Praxis häufig anzutreffendes Problem wieder: Ist das Messgerät oder das Messverfahren für eine bestimmte Messaufgabe geeignet? Im Zusammenhang mit der Planung von Messungen oder Experimenten könnte mit den Schülerinnen und Schülern über die Auswahl geeigneter Messgeräte oder Versuchsanordnungen diskutiert werden. Ebenso könnte die Auswahl und die Anpassung von Messgeräten an die spezielle Messaufgabe in der Praxis wiederholt aufgezeigt werden.	
	niveaubestimmende Aufgaben	Broschüre Abschnitte 4.4 und 4.5
	Physik	
	P18(8), P28(8)	

Aufgabe 4.1a (dritte Teilaufgabe)

Anliegen der Aufgabe	Es sollte eine Beobachtung eines naturwissenschaftlichen Phänomens erklärt werden.			
Ergebnisse	Median: 22 %		Streuung: 6 %	
Einschätzung der Schülerantworten und typische Schülerfehler	Diese Aufgabe wurde von 15 % der Schülerinnen und Schüler nicht bearbeitet, 35 % haben den Sachverhalt nur beschrieben und weitere 10 % gaben unsinnige Antworten. Nur 20 % aller Schülerinnen und Schüler gaben eine vollständige Erklärung, 15 % erklärten den Wasseranstieg mit der Idee des „horror vacui“ und weitere 10 % argumentierten ausschließlich mit der Temperaturänderung der Luft im Glas nach dem Erlöschen der Kerzenflamme.			
Hinweise zur Weiterarbeit	Im Unterricht ist an vielfältigen Beispielen der Unterschied (auch in der Erkenntnisgewinnung) zwischen den Tätigkeiten „Beobachten“ und „Erklären“ deutlich zu machen. Aber es sollte auch immer wieder geübt werden, beim Erklären Bezüge zu den Beobachtungen herzustellen und zu prüfen, ob die Erklärung die gesamten Beobachtungen umfasst.			
	niveaubestimmende Aufgaben		Broschüre Abschnitt 4.1	
	Biologie	Chemie		Physik
	B11(6), B12(6)	C8(8)		P20(6), P4(8)

Aufgabe 4.2b

Anliegen der Aufgabe	Es sollte entschieden werden, ob gegebene Argumente zu Tierversuchen Pro oder Contra bzw. ethischer oder naturwissenschaftlicher Natur sind.				
Ergebnisse	Median: 77 %		Streuung: 6 %		
Einschätzung der Schülerantworten und typische Schülerfehler	Die Aufgabe wurde von fast allen Schülerinnen und Schülern relativ erfolgreich bearbeitet. In der folgenden Tabelle sind nur die Anteile falscher Entscheidungen angegeben.				
	Pro	Contra	Argument	naturw.	ethisch
	25 %		Mit Lebewesen sollte man keine Versuche machen.	5 %	
	15 %		Die Ergebnisse von Tierversuchen sind nicht immer auf Menschen übertragbar.		5 %
		25 %	Bei Tierversuchen werden Tiere getötet, aber dafür Menschen gerettet.	20 %	
		50 %	Neue Medikamente können auch ohne Tierversuche entwickelt werden.		20 %
	Eine mögliche Ursache für diese Fehlentscheidungen besteht darin, dass etliche Schülerinnen und Schüler beurteilt haben, ob sie Pro oder Contra zu den Argumenten stehen, also den notwendigen Perspektivwechsel nicht vollzogen haben.				
Hinweise zur Weiterarbeit	Bei der gesellschaftlichen Auseinandersetzung mit der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse ist die Unterscheidung der Art der Argumente wichtig. Um konstruktiv und verständnisvoll an der Diskussion teilhaben zu können, sollten im naturwissenschaftlichen Unterricht wiederholt Argumente gesammelt und geordnet werden, ehe die Schülerinnen und Schüler dazu ihre eigenen Positionen finden, einen Sachverhalt also bewerten.				
	niveaubestimmende Aufgaben			Broschüre Abschnitt 4.7	
	Biologie		Physik		
	B1(8), B7(8), B8(8), B11(8)		P21(6), P33(8)		