

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum
Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica

Alois Přidal; Zdeněk Švehlík

Diagnostischer Test aus der Chemie beim Eintritt der Schüler an das Gymnasium

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica, Vol. 12 (1972), No. 1, 443--457

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/120007>

Terms of use:

© Palacký University Olomouc, Faculty of Science, 1972

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

*Institut für anorganische Chemie und Theorie der Chemielehre Naturwissenschaftliche Fakultät der
Palacký Universität Olomouc
Leiter des Instituts: Doz. Alois Přidal*

DIAGNOSTISCHER TEST AUS DER CHEMIE BEIM EINTRITT DER SCHÜLER AN DAS GYMNASIUM

ALOIS PŘIDAL, ZDENĚK ŠVEHLÍK

(Vorgelegt am 30. Juni 1971)

Der Chemielehrer, zu dem Schüler aus neunjährigen allgemeinbildenden Volksschulen kommen, steht vor dem Problem abzuschätzen, welche Kenntnisse und Gewandtheiten die Schüler als Voraussetzung für das Studium der Chemie in vorangehender Schule gewonnen haben.

Allem Anschein nach sollte die Bewertung des Schülers, die an der vorangehenden Schulstufe erworben wurde, hinreichend sein. Darauf kann man aber gar nicht rechnen. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass die Zeugnisnote kein objektives Bild eines Bildungsgrads des Schülers vorstellt und dass es hier zur Über-, eventuell Unterschätzung des Schülers kommen kann. Wird man in Betracht nehmen, dass die Klassifikationsstufe vom Gesamtstandard der Schule, von der subjektiven Bewertung des Lehrens, von seiner fachmännischen sowie pädagogischen Qualifikation, von der Ausstattung der Schule mit den Hilfsmitteln, mit Speziallehrstuben wie auch von vielen anderen, schwer zu feststellenden Faktoren abhängig ist, so muss man zum Resultat gelangen, dass man sich auf die Zeugnisnote des Schülers, mit der er die Schule der zweiten Stufe antritt, überhaupt nicht verlassen kann.

Das grösste Hindernis stellt hier der subjektive Zutritt bei der Bewertung des Schülers dar. Es gibt Lehrer, die bloss zwei erste Zeugnisnoten geben (Musiklehre), die andern beherrschen die Mitte und wieder andere, die nur das Ende der Klassifikationsstufe (3) einnehmen.

Eine bedeutsame Unsicherheit kommt auch bei der Gesamtauswertung der Schüler zum Vorschein. Von der bei bisheriger Bewertungsmethode sich ergebenden Gutachtung kann man nur schwierig eine Prognose darüber machen, wie sich der Schüler mit höchster Wahrscheinlichkeit in seinem persönlichen Leben sowie bei seiner weiteren Selbstfachausbildung durchsetzen wird. Manche Schüler, die mit Auszeichnung studiert haben, konnten sich in ihrem weiteren Leben überhaupt nicht durchsetzen, eventuell alle ihre Versuche haben versagt. Die anderen im Gegenteil, die die Schule als schwächere, eventuell als sehr schwache Schüler bewertet hat, haben sich sehr gut geltend gemacht und alle ihre Verrichtungen und Handlungen haben Anerkennung erzielt. Führen wir an dieser Stelle nur stichweise einige historische Dokumente hinsichtlich der in Schulbeurteilungen der Schüler vorgenommenen Irrtümer an. So z. B. Dostojewský und Liebig haben bei den Prüfungen absolut versagt. Alexander Humboldt wurde gezwungen wegen seiner „Untauglichkeit sowie wegen seiner

schwachen Begabung „wandern von der einen Schule zu der andern“. Richard Wagner war — wie es aus Schulbegutachtung bekannt ist — „ein Faulenzer und Taugenichts“, Thomas Mann hat man von seinen Lehrern als einen „schweren Vorfall“ bezeichnet, Einstein war als „rückständiger Schüler“, Edison als „ein Dummkopf“ der während des Schulbesuchs als ein der schlechtesten Schüler bekannt war, bezeichnet. F. D. Roosevelt hat nur „mit knapper Not“ seine juristische Studien beendet. In dieser Reihenfolge könnte man fortfahren: Dumas, Mendel, Schiller, Zola, Strindberg, Eisenhofer, Churchill, Bismarck haben auch der Gruppe von schwachen Schülern angehört.

Ein anschauliches Beispiel hinsichtlich Bewertungssubjektivität stellt die vom Prof. Diego Castro an der Universität zu Turin vorgenommene Untersuchung dar. Dieser hat die mathematischen an den Mittelschulen geschriebenen Aufgaben den an anderen Schulen vortragenden Professoren zur Punktwertung vorgelegt, und zwar mit Nummern 1–10. Insgesamt hat es sich um 316 mathematische Aufgaben gehandelt. Die Resultate waren erschütternd. Bei der einen und derselben Aufgabe wanderte die Bewertung zwischen 4–9, was bei der Umgestaltung auf unsere Notenstufe Zeugnisnoten 2–5 bedeutet, bei der anderen Aufgabe lagen diese Werte zwischen 1–8, d. h. zwischen vorzüglich und ungenügend. Die Subjektivität dieser Auswertung hat uns zum Experiment geführt einen Test auszuarbeiten, für den schon im voraus präzise Auswertungskriterien gegeben würden, sodass auch bei derselben Leistung zur gleichartigen Auswertung kommen müsste und dadurch auch die Resultate reproduzierbar wären.

Die Absicht einen Test mit gegebenem Kriterium auszuarbeiten war aber überhaupt nicht ein einziges Ziel. Es handelte sich hauptsächlich um Feststellung, mit welchen Voraussetzungen die Schüler die Schule des II. Zyklus antreten. Es handelte sich darum, ans Licht zu bringen, wo es noch schmale Profile in den Kenntnissen und theoretischen Geschicklichkeiten der Schüler gibt, damit der Professor seine Methoden der gegebenen Situation entsprechend modifizieren könnte. Es wird nötig sein die gefundenen Lücken durch Lehrstoffwiederholung zu beseitigen, denn der auf auffälligen Grundlagen konstruierte Lehrstoffaufbau ganz begrifflich scheitern könnte. Aus dem Angeführten geht hervor, dass der vorgelegte Test einen diagnostischen Zweck besitzen sollte. Nichtsdestoweniger wäre es möglich nach der an einer grösseren Anzahl der Schüler durchgeführten Abprüfung sowie nach eventueller Modifikation einen am Ende der 9. Klasse normalisierten Test zu benutzen.

Bei dem Experiment hat man den Test zur Ausarbeitung den Schülern der ersten Gymnasialklasse in Olomouc-Hejčín in Anzahl von 34 Schülern vorgelegt. Deshalb können auf Grund dieses Testes keine zuviel allgemeine Schlussfolgerungen gemacht werden. Wird aber von einer Wahrscheinlichkeitsrechnung Gebrauch gemacht, so kann man erwarten, dass sich die Resultate im berechneten Bereich bewegen werden. Dieser Test ist aus drei Teilen zusammengestellt, die immer am Anfang dreier nacheinander folgenden Lehrstunden ausgearbeitet wurden.

Der erste Teil hat sich auf Grundlagen der chemischen Nomenklatur bezogen. Sein Ziel war es festzustellen, in welchem Masse die Schüler die Schreibweise von chemischen Formeln laut ihren Bezeichnungen und umgekehrt sowie die Schreibweise der Beziehungen nach den chemischen Formeln beherrschen. Dabei hat man gleichzeitig die Kenntnisse chemischer Bezeichnungen, sowie die Valenz, die Beziehung der Valenz zum Suffix eines Adjektivs wie auch die

Kenntnisse der Begriffe „Säure, Base, Salz“ und Kenntnisse der Säurereste und ihrer Valenz wie auch Kenntnis des Begriffs „Hydroxyl“ begläubigt.

Führen wir an dieser Stelle einen wortgetreuen Wortlaut des ersten Testes. Die hinter den einzelnen Aufgaben angeführten Nummern bedeuten: Lehrbuch der Chemie und seine Seite, auf welcher (von) über die gegebene Substanz die Rede ist, wobei Ziffer 1 das Lehrbuch für den 8. Jahrgang, Ziffer 2 Lehrbuch für den 9. Jahrgang bedeuten. Mit Absicht haben wir nämlich (mit Ausnahme einer) diejenigen Substanzen gewählt, die die Schüler schon gelernt haben.

Schreiben Sie die Formeln nach den Bezeichnungen der untenangeführten chemischen Substanzen:

1. Kupfer (II) sulfid	1, 122
2. Kupfer(II) sulfat	1, 24, 41, 106
3. Aluminiumnitrat	
4. Phosphor(V) oxyd	1,43
5. Kohlenstofftetrachlorid	2, 51, 102
6. Natriumhydrogenkarbonat	2, 51, 52
7. Eisen(III) hydroxyd	1, 124
8. Ammoniumsulfat	2, 33, 41
9. Blei(II) sulfid	(1, 125) 1,86
10. Ammoniumhydroxyd	1, 126

Schreiben Sie die Namen der Substanzen, die mit folgenden Formeln angegeben sind:

11. Mn_2O_7	1,78	17. CaF_2	2,10
12. OsO_4	1,78	17. KI	2,12
13. SO_3	1,78	19. $KMnO_4$	2,6
14. $Mg(HCO_3)_2$	2,52	20. $Cu(OH)_2$	1,136
15. Sb_2S_5	2,17		
16. H_2CO_3	1,131		

Durch die Analyse dieser Aufgabe werden wir zur Feststellung gelangen, dass der Schüler für Auflösung dieses Testes Bezeichnungen der Elemente beherrschen soll: S, O, Na, Cu, Al, P, Cl, C, H, Fe, Pb, Mn, Os, Mg, Sb, Ca, F, K, I, d. h. 20 Marken.

Ferner muss der Schüler folgende Säurereste und deren Valenz kennenlernen: SO_3^H , SO_4^H , NO_3^H , HCO_3^H , S^H , CO_3^H , F^H , I^H , MnO_4^H wie auch Radikale OH^H und NH_4^H .

Ausserdem muss er auch die Beziehung zwischen der Valenz 1—8 und dem zu dieser Valenz sich beziehenden Suffixe.

Für jede einzelne Aufgabe hat man eine Punktenbewertung bestimmt.

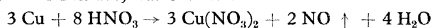
Nehmen wir bloss eine einzige Probe der 2. Aufgabe heraus:

$CuSO_4 \cdot 5 H_2O$	
für richtige Kupfermarke	1 Punkt
für richtigen Sauerrest	1 Punkt
für richtiges Verhältnis zwischen der Kupferatomenanzahl und Sulfatradikalanzahl	1 Punkt
für richtig zugeordnete $5 H_2O$	1 Punkt

Insgesamt wäre es möglich bei der richtigen Auflösung der zweiten Aufgabe 4 Punkte zu erzielen. Bei der richtigen Lösung sämtlicher im ersten Teil angeführten Aufgaben war es möglich insgesamt 63 Punkte zu erreichen.

Als Thema des zweiten Teils dienten Chemische bleichungen. Die Schüler hatten insgesamt 6 Aufgaben zu lösen:

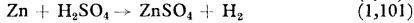
1. Unter der aufs Kochsalz ausgeübten Schwefelsaureinwirkung kommt es zum Entweichen des Chlorwasserstoffs und zur Natriumsulfatbildung. Drücken Sie diesen Vorgang mit Hilfe der chemischen Gleichung (1,115) aus!
2. Welche Substanzen werden gebildet, werden wir in eine Natronlauge Schwefelsäure bis zur neutralen Reaktion zugeben? Vor Beantwortung schreiben Sie die chemische Gleichung auf! (1,130)
3. Drücken Sie wörtlich aus, was bedeutet:



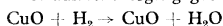
Es gibt folgende chemische Reaktionen:

1. Chemische Zersetzung, 2. Chemische Koppelung, 3. Chemische Substitution, 4. Doppelaustausch.

Bezeichnen Sie in Ziffern neben der angeführten chemischen Gleichung, um welchen Typ der chemischen Gleichung es sich handelt:



5. Der Oxidations-sowie der Reduktionsvorgang stellen zwei chemische Prozesse vor, die zu gleicher Zeit vor sich gehen. Bestimmen Sie im Einklang mit der angeführten Gleichung, welche Substanz oxidiert und welche durch Oxidation gebildet wird, welche Substanz sich reduziert und welche beim Reduktionsvorgang gebildet wird!



6. Salze werden durch folgende chemische Reaktionen gebildet:

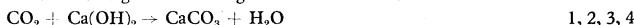
1. durch direkte Koppelung der Metall – und Nichtmetallelemente

2. durch die in Säuren durchgeführte Wasserstoffsubstitution mit einigen Metallen

3. durch Metalloxydreaktion mit Säuren oder durch Nichtmetalloxydreaktion mit Basen

4. Durch Neutralisation.

Ergänzen Sie die rechte Tabellenseite durch Kreisbeschreibung der Ziffer die die Salzbildungsweise bei folgenden Reaktionen bestimmt:



Jede von den vorgelegten Aufgaben hatte ein anderes Ziel gefolgt:

1. In der ersten Aufgabe sollte man feststellen, ob der Schüler fähig ist den gefolgten chemischen Vorgang eventuell seine Wort'cheidung (Wortgleichungen) auf chemische Symbolik zu überführen.
2. Die zweite Aufgabe ist dadurch erschwert, dass der Schüler wissen muss, welche Reaktionsprodukte bei diesem chemischen Vorgang gebildet werden (Kenntnisse einer wichtigen Reaktion-Neutralisation).
3. Die dritte Aufgabe stellt den Gegensatz zur ersten vor. Diese Aufgabe soll zeigen, ob der Schüler die chemische Gleichung versteht und ob er fähig

ist die mit ihrer Hilfe vorgeführten chemischen Vorgänge in laufender Sprache auszudrücken.

4. Die vierte Aufgabe dient zur Feststellung, ob der Schüler fähig ist im Einklang mit der geschriebenen Gleichung den Typ der chemischen Reaktion, den diese Gleichung vorstellt, zustande zu bringen.
5. Die fünfte Aufgabe begläubigt, in welchem Masse der Schüler die Begriffe „Oxidation“ und „Reduktion“ versteht.
6. Die in dieser Reihenfolge letzte Aufgabe soll feststellen, ob der Schüler imstande ist die Methode zu unterscheiden, mit deren Hilfe es zur Salzbildung nach der geschriebenen chemischen Gleichung kommt.

Auch hier sind die angeführten Aufgaben aus den Lehrbüchern für die 8. Klasse entnommen.

Für jede einzelne Aufgabe wurde auch die Methode der Punktenbewertung bestimmt.

Führen wir nur ein (erstes) Beispiel an:

Für jede richtigangeführte Formel un der Gleichung	1 Punkt
für die Modifikation der Gleichung	1 Punkt
insgesamt für die erste Aufgabe maximal	5 Punkte

Für alle in diesem Test angeführten Aufgaben war es möglich höchstens 25 Punkte zu erreichen.

Der dritte Teil des Testes wurde auf die Feststellung gezielt, in welchem Ausmass die Schüler chemische Ausrechnungen beherrschen. Die Schüler sollten folgende Aufgaben auflösen:

1. Wieviel % Kupfer im Kupfersulfat enthalten sind? (Cu \doteq 64, S \doteq 32, O \doteq 16)
2. Wieviel Krevel, d. h. Eisen(III) oxyd für die Zubereitung einer Fe-Tonne nötig sind? (Fe \doteq 56)
3. Wieviel Liter Kohlendioxyd (unter normalen Bedingungen) gebildet werden, wenn man 6 g Kohlenstoff verbernt?
4. Eisen(II) sulfid wird unter direkter Schwefelkoppelung mit Eisen gebildet. Welche Eisenmonosulfidmenge aus 4 g Schwefel gebildet wird? (Fe \doteq 56, S \doteq 32)

Diese Aufgaben wurden mit Absicht numerisch so gewählt, damit die numerische Lösung am einfachsten wäre, eventuell damit es möglich sein wird die Aufgaben auswendig zu lösen (siehe z.B. die Aufgaben 3 und 5), da es sich hier hauptsächlich um Feststellung des bei der Lösung verlaufenden logischen Vorgangs handelte. Natürlich hat jede Aufgabe ein anderes Ziel gefolgt.

Als Ziel der ersten Aufgabe war die Feststellung, ob der Schüler imstande ist unter Benutzung der chemischen Formel die Aufgaben zu lösen, in denen wir nach den Waagemengen fragen, und zwar entweder nach der Waagemenge der in gegebener Waagemenge der Verbindung enthaltenen Elemente oder nach der Waagemenge der Verbindung, zu deren Bildung es bei gegebener Menge des Ausgangsstoffes kommen wird.

Für die Auflösung soll der Schüler — abgesehen von dem mathematischen Vorgang — nach der Bezeichnung eine richtige Formel aufzustellen, diese numerisch ausdrücken und aus diesen Angaben diejenigen auswählen, die für die Lösung nötig sind.

Die dritte Aufgabe hatte zum Ziel festzustellen, in welchem Masse der Schüler imstande ist die Ausrechnungen auf Grund der chemischen Gleichungen

auszuführen, uns zwar die aus gegebener Waagemenge des Ausgangsproduktes sich ergebende Waagemenge des Ausgangsproduktes. Für die Auflösung der angeführten Aufgabe sind nachstehende Kenntnisse und Erfahrungen unbedingt nötig: Kenntnisse über Zeichen der in die Reaktion eintretenden Elemente sowie die Formel der sich gebildeten Verbindung, die Kenntnis eine chemische den angeführten chemischen Vorgang ausdrückende Gleichung zu schreiben und zahlenmässig festlegen, geeignete für die Auflösung nötige Angaben zu wählen, ferner die Kenntnisse, dass Sauerstoffmolekeln zweiatomig sind, Kenntnisse über Molarvolum unter normalen Bedingungen.

Die vierte Aufgabe begläubigt, ob der Schüler fähig ist die im Wege der chemischen Reaktion entstandene Waagemenge der Substanz auszurechnen. Als Voraussetzung für erfolgreiche Lösung dienen die Kenntnisse der chemischen Marken und Formeln der sich an der Reaktion beteiligenden Substanzen, wie auch die Gewandtheit die chemische Gleichung oder wenigstens richtige Formel zu schreiben, von der man rechnen kann, abgesehen von den selbstverständlichen Kenntnissen des mathematischen Vorganges.

Die Bewertung jeder Aufgabe wurde im voraus gegeben. Führen wir wieder als Beispiel die Bewertung der Aufgabe Nr. 3 an!

- | | |
|----------------------------------------|---------|
| a) Aufstellung der Gleichung | |
| Kohlenstoff-Marke | 1 Punkt |
| Formel der Sauerstoffmolekel | 1 Punkt |
| Formel des Kohlendioxyds | 1 Punkt |
| b) Ausrechnung | |
| 1. Bedingungsaufstellung | |
| (Auswahl von Werten aus der Gleichung) | 1 Punkt |
| Fragenaufstellung | 1 Punkt |
| Berechnungsandeutung | |
| (mit Proportionalitätsbestimmung) | 1 Punkt |

Durchführung der Ausrechnung (Multiplikation, Dividieren) 2 Punkte. Der Schüler kann bei der richtigen Auflösung insgesamt 8 Punkte erzielen, und zwar auch in dem Falle, dass er die Aufgabe auswendig aufgelöst hat.

Qualitative und quantitative Analyse der Resultate im ersten Teil des Testes.

Erläuterungen: in der Tabelle ist die Fehlmethode der vom Schüler vorgelegten Lösung angedeutet.

Die hinter der Lösung angeführte numerische Bezeichnung zeigt, wievielmals der betreffende Fehler in Erscheinung trat.

Aus den angeführten Lösungen geht hervor, dass einige Schüler keine Sicherheit in der Unterscheidung von Sulfiden, Sulfaten und Silfiten besitzen und dass sie nicht imstande sind die Valenz der Säurereste zu deduzieren. Eine ähnliche Unsicherheit tritt auch bei der Salpetersäure in Erscheinung.

Fehlerhafte Kohlenstofftetrachlorid-Formeln sind Zeichen dafür, dass man sich die Halogenid-Terminologie nicht in einem so grossen Masse zugeeignet hat, wie es zum Beispiel bei den Oxyden der Fall ist. Eine gewisse Unsicherheit erscheint auch bei der Schreibweise von Formeln der sauren Salze wie auch in den Hydroxyl-Valenzbestimmungen. Einige Schüler kennen die Formel eines Ammoniumradikals überhaupt nicht, die anderen wieder tauschen die Marke von Magnesium für die Marke von Mangan. Auffällig ist auch, dass manche Schüler die den Namen eines einfachen Schwefeloxyds überhaupt nicht bestimmen konnten, obzwar dieser im Lehrstoff der Chemie mehrmals in Erscheinung

trat. Auch in den Elementenmarken sind Fehler erschienen, sodass z.B. Antimonpentasulfid als „Zinn(IV) sulfid“, Stibium(V) sulfid bezeichnet wurde oder die Fluormarke für Phosphor- oder Eisenmarke gehalten wurde.

Die Resultate haben gezeigt, dass der Chemielehrer, bevor er einen neuen Lehrstoff vorzutragen beginnt, gezwungen sein wird diese Lücken zu ergänzen und den Lehrstoff, an den er anknüpft, festzulegen. Es wird vor allem die Wiederholung von Elementenmarken nötig sein, wobei der Lehrer auf sehr leichte Verwechslung von Mn und Mg Marken, wie auch von F für P oder Fe aufmerksam machen wird. Nach dieser Wiederholung von chemischen Marken sollte die Wiederholung der chemischen Nomenklatur erstens von Oxyden und dann von Sulfiden und Halogeniden nachfolgen. An diesen Lehrstoff knüpft dann die Wiederholung der Nomenklatur und Formeln von Säuren an, bei der die Schüler gleichzeitig die Valenz des Säurerestes (Anions) bestimmen sollten. Gleichzeitig mit den Säuren sollte der Lehrstoff betreffs Salze wiederholt werden, wobei die Schüler gleich von der entsprechenden Säure Formeln von Salzen bilden sollten, d. h. wie von den normalen, so auch von den Sauerer Salzen.

Besonders sollten die Schüler Sulfide, Sulfit und Sulfate (zu) unterscheiden. Eine grössere Aufmerksamkeit der Salpetersäure wie auch den Nitraten zu widmen. Bei den Hydroxyden die Valenz einer Hydroxylgruppe zu betonen und zu erlernen, wie man nach der Anzahl von Hydroxylen das Adjektivum der Bezeichnung in einfacher Weise bestimmen kann. Besonders tüchtig sollten sich die Schüler auch der Erklärung von Ammoniumradikal und dem Ammoniumhydroxid zu widmen und die Formeln und Bezeichnungen von verschiedenen Ammoniumsalzen tüchtig durchzuüben.

Nach so einer systematischen Wiederholung wäre es zweckmässig eine schriftliche Kontrollprüfung einzureihen, in der vor allem die Aufgaben stattfinden sollten, die auf den Schmalprofileigenschaften gegründet sind, wie z. B. Formeln und Bezeichnungen von Sulfiten, Sulfaten und Sulfiden, Valenzbestimmung von Salzhydraten-Formeln, Halogenid-Formeln wie auch von Formeln und Bezeichnungen von Hydrosalzen und von Ammoniumverbindungen.

Quantitative und qualitative Resultatenanalyse des zweiten Teils des Testes.

Bei der Analyse von Resultaten können wir zu folgenden Schlussfolgerungen gelangen:

Bei der ersten Aufgabe sind die Schüler imstande ganz zufriedenstellend einen wörtlich ausgedrückten Vorgang auf chemische Symbolik zu überführen. Manche aber (17,6 %) begehen noch Fehler in der Modifikation von Gleichungsquotienten (35,2 %), obzwar es sich um eine Neutralisationsgleichung handelt. Aus der Lösung der dritten Aufgabe geht hervor, dass die Schüler im allgemeinen ganz richtig einen chemischen mit Hilfe der chemischen Symbolik gegebenen Vorgang auf eine gebräuchliche Bezeichnung überführen kennen. Nur drei Schüler haben diese Aufgabe nicht gelöst, die vielleicht mit der Lösungsmethode nicht vertraut waren.

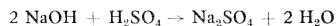
Mehrere Fehler treten schon bei der Klassifikation von chemischen Reaktionen zum Vorschein. Doppelaustausch wird von diesen Schülern entweder für die Substitution (11,8 %) oder für die Synthese (2,9 %) gehalten. Beträchtlich fehlerhaft ist auch die Beurteilung der Substitution, die manche Schüler für den Doppelaustausch halten (11,8 %) eventuell für die Zersetzung (2,8 %). Im ganzen war es ein Drittel von Schülern, die den Typ der Reaktionen bei derselben Aufgabe fehlerhaft bestimmt haben.

In der das Verständnis des Begriffs „Oxidation-Reduktion“ feststellenden Aufgabe haben 5,9 % von Schülern die Reduktion für Oxidation und die gleiche Menge von Schülern die Oxidation für Reduktion gehalten. Nachteile kann man auch in dem finden, dass die Schüler die auf sie gestellten Fragen nicht völlig beantworten und dass sie nicht anführen, was oxidiert und was reduziert wird. Aus der Gesamtmenge von fehlerhaften Antworten kann man sehen (35,3 %), dass nicht einmal die über Ox-Red Reaktionen erworbenen Kenntnisse bei allen aufgenommenen Schülern befriedigend sind.

Bei der Bestimmung einer Salzbildungsmethode haben 26,5 % von Schülern Fehler begangen, zieht man in Betracht, dass vier Schüler manche von den Teilaufgaben nicht gelöst haben (11,88), was ein bedeutsam grosses Prozent vorstellt.

Damit der Chemielehrer die in diesem Lehrstoff vorkommenden Nachteile beseitigen könnte, wird es nötig sein von Zeit zu Zeit die Ausübung in der Quotientenmodifikation der chemischen Gleichungen durchzuführen. Diese Ausübung kann der Lehrer entweder in der Schule, und zwar auf den besonders zu diesem Zweck ausgewählten Gleichungen durchführen, eventuell die Schüler selbst unter Benutzung von Reaktionen, die sie gerade kennen lernen, diese Gleichungen modifizieren. Am besten ist es mitzuteilen, welche Substanzen in die Reaktion treten und welche von dieser Reaktion hervorgehen und nach dieser Mitteilung dann die Schüler vorerst das Schema dieses Vorganges schreiben, das sie dann in der weiteren Phase modifizieren.

Bei den die Neutralisation ausdrückenden Gleichungen ist es ganz vorteilhaft die Wasserstoffkationen mit Hydroxylanionen durch die Rahmen zu verbinden, z. B.:



denn die Schüler erkennen sehr rasch, wieviel Hydroxylionen reagieren müssen, damit sie alle Wasserstoffkationen verbrauchen und dadurch wird ihnen auch Quotientenmodifizierung bei Säure und Base wie auch bei dem durch Neutralisation sich gebildeten Wasser herauskommen.

Die Begriffe Reduktion- Oxidation sollen noch durchgeübt und festgelegt sein, und zwar an mehreren Aufgaben, hauptsächlich darum, dass sich diese Begriffe in diesem Jahrgang vom Standpunkt der Elektronentheorie verbreiten.

Für die auf Reaktionstyp der Salzbildung vorgenommene Ausübung ist es ganz unnötig eine selbstständige Übung vorzunehmen. Es genügt, diesen Lehrstoff an den Beispielen noch einmal zu erklären und dann von Zeit zu Zeit — je nach dem fortschreitenden Lehrstoff — diese Kenntnisse auf entsprechende Reaktionen zu applizieren.

Qualitative und quantitative Analyse von Resultaten des 3. Teils des Testes.

Von der Analyse der Lösung geht hervor, dass es noch ein ziemlich grosses Prozent an Schülern gibt, die nicht imstande sind das Molekulargewicht von der Formel auszurechnen. In der ersten Aufgabe betrug es 23,5 %, in der zweiten 20,6 %, in der dritten 29,4 %. Dieser Fehler steckt aber nicht in der numerischen Ausrechnung (fehlerhafte Summationen, Multiplizieren u. ähnl.), sondern im Missverständnis der quantitativen Bedeutung der chemischen Formel. So z. B. in der Formel Fe_2O_3 wird das Atomgewicht von Eisen nicht mit 2, von Sauerstoff mit 3 multipliziert und ähnl. Bei allen 23 % fehlerhaft berechneten Molargewichten sind aber die weiteren Vorgängen schon richtig. Bemerkenswert ist auch, dass bei der ersten Aufgabe in 32 % wie der Vorgang so auch die

angedeutete Ausrechnung richtig waren, ohnedass die Schüler versucht haben die numerische Aufgabe zu Ende auszuzählen. Das halten wir aber nicht für den Fehler der Lösung.

Bei der zweiten Aufgabe treten schon ganz fühlbar Nachteile auf dem mathematischen Gebiet in Erscheinung. Die in der Aufstellung wie auch bei der Lösung der Dreisatzrechnung treten in 23,5 % in Erscheinung, die numerische Lösung der Dreisatzrechnung wurde in 41,2 % nicht durchgeführt. Die in der Addition, Multiplikation und Dividierung vorkommenden Rechnungsfehler stellen 8,2 % vor. Bemerkenswert ist es auch, dass sich 20,6 % Schüler um die Lösung nicht versucht haben, entweder wegen der nichtgenügenden Kenntnisse aus Chemie oder auch Mathematik.

Bei der dritten Aufgabe geht von den 29 fehlerhaften Lösungen hervor, dass die Schüler mit dem Begriff „Grammatom“ und „Mol“ überhaupt nicht vertraut waren und ein hohes Prozent von Schülern (41,2 %) haben sich um diese Lösung überhaupt nicht versucht.

Bei der vierten Aufgabe tritt wiederholt ein 8,2 % Mangel an Verständnis des Begriffs „Grammatom“ hervor, eventuell auch die in der Ausrechnung des Molargewichts (29,4 %) vorkommenden Fehler.

Von der Frequenz dieser Fehler gehen Massnahmen hervor, die der Chemielehrer durchführen soll um diese Nachteile zu beseitigen. Vor allem wird es nötig sein die Molekelgewichtsausrechnung der Substanz von der Formel zu wiederholen und durchzuüben. An diese dann soll man Ausrechnungen anknüpfen, die man auf Grund der chemischen Formeln (Ausrechnung des Perzentvolums eines Elementes eventuell die Waagenmengeausrechnung des in gegebener Waagenmenge einer Verbindung enthaltenen Elementes u. ähnl.) durchführen muss. Bei der Lösung von Aufgaben dieser Dreisatzrechnung ist es nötig sich bei dem Professor der Mathematik zu informieren, damit die Durchführungsweise dieser Ausrechnungen wie in der Mathematik so auch in der Chemie identisch sein wird. Bei den von den chemischen Gleichungen gemachten Ausrechnungen ist es nötig den Schülern zu zeigen, dass es unnötig ist jede Formel zählenmässig festzulegen, sondern nur diejenigen, die wir für diese Ausrechnung benötigen. Besonders aber ist es für die Ausrechnung der Volummengen ganz unnötig folgende Begriffe wiederum zu erklären und festzulegen: Grammatom, Grammolekel, das bei normalen Bedingungen gegebene Molarvolum von Gasen, deren Ungewissheit die Quelle zahlreicher Fehler bedeutet.

Die Beseitigung von den durch Test festgestellten Nachteile kann nicht einmalig durchgeführt werden. Am besten ist es nach der Wiederholung der Nomenklatur zum neuen Lehrstoff immer die Wiederholung eines Typs von Ausrechnungen zuzunehmen, in der weiteren Lehrstunde dann einen anderen Typ u. s. w. Es ist aber selbstverständlich, dass man die Kenntnisse darüber was schon wiederholt wurde, begläubigen muss. Auf solche Weise ist es auch möglich ganz gut und in einer verhältnissmässig nicht langer Zeit die in den Kenntnissen der Schüler bestehenden Nachteile zu beseitigen, die das Hindernis für weitere Ausbildung in der Chemielehre gebildet haben.

Fasst man dieser Resultate zusammen und bildet man ihren Durchschnitt, so wurden die Aufgaben aus der chemischen Nomenklatur völlig richtig im Durchschnitt in 77,8 % aufgelöst, die Aufgaben betreffs chemische Gleichungen in 91,3 %, chemische Ausrechnungen in 48,3 %. Die Resultate zeigen, dass es nötig sein wird grösste Zeit der Wiederholung stöchiometrischer Ausrechnungen zu widmen.

Da man diese Resultate auf Grund der an einer verhältnismässig kleinen Anzahl von Schülern durchgeführten Beispiele berechnet hat, zeigen die Prozentenwerte eine gewisse Unsicherheit aus. Die Grösse dieser Unsicherheit kann man von der Beziehung

$$s \% = \pm \sqrt{\frac{p \% (100 - p \%)}{n}}$$

bestimmen, wo s % Prozentenwert der Unsicherheit, „ p %“ den berechneten Prozentenwert, „ n “ die Anzahl von geprüften Schülern bedeuten. Von der angeführten Formel geht hervor, dass je grösser die Anzahl der Schüler sein wird, um desto weniger der Prozentwert wird kleiner sein. Man hat z. B. festgestellt, dass 77,8 % von Schülern ihre Aufgaben hinsichtlich chemische Nomenklatur richtig ausgelöst haben. Die Unsicherheit dieser Prozentangaben beträgt

$$s \% = \pm \sqrt{\frac{77,8(100 - 77,8)}{34}} = \pm 7,1 \%$$

Das bedeutet, dass bei dem Grundkomplex dieser Wertsich im Bereich von $77,8 \pm 7,1$ % bewegen wird, d. h. zwischen den Werten von 70,7 % bis 84,9 % (5).

Da diese Untersuchung nicht darauf gezielt war irgendwelche allgemeine Schlussfolgerungen zu ziehen, sondern eine Feststellung des Zustands von gegebenen Kenntnissen an einer gegebenen Probe von Schülern durchzuführen, ist es unnötig die Unsicherheit von Prozentangaben festzustellen.

Bei dieser Untersuchung hat man auch die für die Bearbeitung jeden Tests nötige Zeitdauer vermessen. Von dieser Messung gehen folgende Durchschnittswerte hervor:

1. Teil	6 Min. 48 Sek.
2. Teil	11 Min. 24 Sek.
3. Teil	12 Min. 42 Sek.

Soll der diagnostische Test richtig benutzt werden, kann er ein nützliches Hilfsmittel zur Beurteilung des momentanen Zustands von Kenntnissen oder Geschicklichkeiten werden. Er entdeckt zugleich die in den Kenntnissen der Schüler hervortretenden Lücken wie auch schmale Profile und zeigt dem Unterrichtenden, was die Schüler nicht gut begriffen haben oder was sich in einem nicht genügenden Masse nicht zugeeignet haben und auf solche Weise ermöglicht dieser Test rechtzeitig die zur Beseitigung der Fehler sowie zur Ausbesserung der Arbeitsmethodik nötigen Massnahmen vorzunehmen. Es ist ganz selbstverständlich, dass die Benutzung dieses Testes nicht nur anfangs des Jahres, sondern auch im ganzen Jahresverlauf zweckmässig ist, namentlich dann, wenn die Schüler an denjenigen Lehrstoff stossen, dessen Kenntnis für das weitere Studium eine nötige Bedingung vorstellt.

LITERATUR

- [1] *Třítilek J., Krstička R., Ondráček J.*: „Chemie pro 8. ročník základních devítiletých škol.“
- [2] *Pauková M., Hájek B., Otčenášek L.*: „Chemie pro 9. ročník základních devítiletých škol.“
- [3] *Brusenbauch A.*: Erziehung und Unterricht, 2 (1954).
- [4] *Nietsche J.*: Erziehung und Unterricht, 9 (1954).
- [5] *Herbich H.*: Chemie in der Schule, 12, Heft 8/9 (1965).

SHRnutí

DIAGNOSTICKÝ TEST Z CHEMIE PŘI VSTUPU ŽÁKŮ NA GYMNASIUM

AL. PŘIDAL, ZD. ŠVEHLÍK

Autoři článku zjišťovali diagnostickým testem, do jaké míry žáci přicházející na gymnasium si osvojili základní učivo z chemie, jehož znalost je nezbytným předpokladem pro další studium chemie. Výsledky sestavili do tabulek, z nichž je vidět, ve kterých znalostech mají žáci největší nedostatky. Na podkladě těchto zjištění navrhuji způsob, kterým lze zjištěné nedostatky odstranit, aby další studium chemie mohlo úspěšně pokračovat.

РЕЗЮМЕ

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ТЕСТ ПО ХИМИИ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ УЧЕНИКОВ В ГИМНАЗИУМ

А. ПРЖИДАЛ, З. ШВЕГЛИК

Авторы настоящей статьи проверяли методом диагностического теста, до какой степени ученики, поступающие в гимназию, освоили основной учебный материал по химии, знание которого является необходимой предпосылкой для дальнейшего изучения химии. Результаты были составлены в таблицы, по которым видно, в какой области знания ученики умеют самые большие недостатки. На основе установленных фактов авторами предлагается способ устранения обнаруженных недостатков, чтобы можно было успешно продолжать дальнейшее изучение химии.

ZUSAMMENFASSUNG

DIAGNOSTISCHER TEST AUS CHEMIE BEIM ANTRITT DER SCHÜLER AN DAS GYMNASIUM

AL. PŘIDAL, ZD. ŠVEHLÍK

Die Autoren des Artikels haben auf Grund der diagnostischen Tests festgestellt, inwieweit die Schüler, die an das Gymnasium kommen, sich den Grundstoff der Chemie angeeignet haben, dessen Kenntnisse eine unvermeidliche Voraussetzung für weiteres Studium der Chemie ist.

Die Ergebnisse wurden in Tafeln zusammengestellt, aus denen sichtbar wird, in welchen Kenntnissen die Schüler die größten Mängel aufweisen.

Auf Grund dieser Feststellung wird vorgeschlagen, auf welche Weise die festgestellten Mängel zu beseitigen sich, damit die Schüler das weitere Studium der Chemie erfolgreich fortsetzen können.

Tabelle 1.

Nr. der Aufgabe	Richtige Lösung	Fehlerhafte Lösung	Anzahl von Fehlerlösungen	Ungelöst	Insgesamt	
					abs.	%
1	Na_2SO_3	Na_2S 2 \times , NaSO_3 , NaSO_3 4 \times , $\text{Na}(\text{SO}_3)_2$ 2 \times	9	-	9	26,5
2	$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	CuS , 5 CuSO_3 , $\text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$ 2 \times , $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CuO}$ 2 \times	11	2	13	44,1
3	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	Al_2NO_3 , $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$, Al_2NO_3 3 \times , $\text{Al}_2(\text{NO}_3)_2$ 5 \times , $\text{Al}_2(\text{NO}_3)_2$	11	-	11	32,3
4	P_2O_5	Pb_2O , PbO_6	2	-	2	5,9
5	CCl_4	CCl , CCl_2 4 \times , CCl_3 , CO_2Cl , Cl_2C_2 , CICO_3 , 3 \times , $\text{Cl}_2(\text{CO}_3)_3$, $\text{Cl}(\text{CO}_3)_4$	13	1	14	41,2
6	NaHCO_3	NaOH , NaH , NaHCl , Na_2HCO_3 , $\text{Na}(\text{HCO}_3)_2$ 2 \times	6	2	8	23,6
7	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}_2(\text{OH})_2$ 2 \times , FeOH_3	3	2	5	14,7
8	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	SbSO_3 , NH_3SO_4 2 \times , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, CH_4SO_4 , $(\text{NO}_3)_2\text{SO}_4$, $\text{NH}_4(\text{SO}_4)_2$, NH_4SO_4 2 \times , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$	11	2	13	38,3
9	PbS	-	-	2	2	5,9
10	NH_4OH	$\text{Sb}(\text{OH})_3$, NH_4OH 3 \times , $\text{NH}_4(\text{OH})_2$	9	1	10	29,4
11	Mangan(VII)oxyd	Magnesium (I) oxyd, Magnesium (IV) oxyd	2	-	2	5,9
12	Osmium(VIII)oxyd	-	-	1	1	2,9
13	Schwefeltrioxyd	Schwefeldioxyd 5 \times , Schwefel(III)oxyd, Schwefel- Sulphat	8	-	8	23,6
14	Magnesium(II)-hydrokarbonat	Hydrokarbonat 2 \times , Kaliumhydrokarbonat, Mn(II)-Hydrokarbonat 6 \times , Mn(VII) Hydrokarbonat, MgHO_3	11	4	15	44,1
15	Antimon(V) sulfid	Sulfid(anti-), Antimon(V) sulfat 3 \times , Sn(IV) sulfat, Sulfid(V), Sb(V) sulfid, Sulfid anti-, Sb(V) sulfat, Sulfat (8 \times)	18	8	26	76,5
16	Carbonsäure	Chlorwasserstoffsäure H_2Cl_2 , Dihydrokarbonat	2	-	2	5,9
17	Kalziumfluorid	Natriumfluorid, Kalziumphosphat, Kalziumferrat	3	1	4	11,8
18	Kaliumiodid	Jodit	1	-	1	2,9
19	Kaliumpermanganat	Oxyd 2 \times , Amoniak	3	2	5	14,7
20	Kupfer(II)hydroxid	Kupfer(I)hydroxid	1	-	1	2,9

Tabelle 2

Nummer der Aufgabe	Richtige Lösung	Fehlerhafte Lösung	Anzahl von Fehl-lösungen	Unge-löst	Insgesamt	
					abs.	in %
1	$2 \text{ NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ $\rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{ HCl}$	fehlt Koeff. bei NaCl	5		5	14,7
		fehlt Koeff. bei HCl	1		1	2,9
		fehlt Atomenanzahl in NaSO_4	2		2	5,9
2	$2 \text{ NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ $\rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O}$	fehlt Koeff. bei H_2O	2		2	5,9
		Koeffizientmodifikation in der Gleichung fehlt	3		3	8,8
		fehlt Koeff bei NaOH	5		5	14,7
		fehlt Atomenanzahl in NaSO_4	1		1	2,9
		unrichtiges Koeff bei $2 \text{ Na}_2\text{SO}_4$	1		1	2,9
		anstatt NaOH NaNO_3	2		2	5,9
		es wird Seife bilden! (ohne Formeln in der Gleichung)	1		1	2,9
3	Kupfer reagiert mit Salpetersäure unter Bildung von Kupfer(II) nitrat, von Stickoxyd und Wasser	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ führt er als Kupferhydroxid an	1		1	2,9
		3 Molekeln von Cu anstatt Cu-Atome	1	3	4	11,8
4	$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} +$ H_2O 4 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ 1 $\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$ 2 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 +$ H_2 3	3	4		4	11,8
		2	1		1	2,9
		2	1		1	2,9
		1	1		1	2,9
		4	4		4	11,8
		1	1		1	2,9

Nr. der Aufgabe	Richtige Lösung	Fehlerhafte Lösung	Anzahl von Teil-lösungen	Ungeklärt	Insgesamt		
					abs.	in %	
5	CuO wird reduziert, es kommt zur Bildung von Cu	Sie haben die Substanz die reduziert wird nicht angegeben	3		3	8,8	
		CuO wird zum Kupfer oxidiert	2		2	5,9	
		H ₂ wird zum H ₂ O reduziert	2		2	5,9	
	H ₂ wird oxidiert es kommt zur Bildung von H ₂ O	Sie haben die Substanz die reduziert wird, nicht angeführt	3		3	8,8	
		Kupfer wird reduziert (nicht vollständig)	1		1	2,9	
6	CO ₂ + Ca(OH) ₂ → → CaCO ₃ + H ₂ O	2	1		1	2,9	
		4	1	3	1	2,9	
					3	8,8	
	Fe + S → FeS	1	3	1		1	2,9
	Zn + 2 HCl → ZnCl ₂ + + H ₂	3	3		3	8,8	
		4	1		1	2,9	
	CuO + H ₂ SO ₄ → → CuSO ₄ + H ₂ O	3	1		1	2,9	
4		1		1	2,9		
	HNO ₃ + NaOH → → NaNO ₃ + H ₂ O	4		1	1	2,9	

Tabelle 3

Nr. der	Richtige Lösung	Fehlerhafte Lösung	Anzahl von Fehl- lösungen	Unge- löst	Insgesamt	
					abs.	in %
1	$\begin{array}{r} \text{CuSO}_4 \\ 64 : 32 : 4 : 16 \\ 160 \\ \text{in } 160 \text{ g CuSO}_4 \dots 64 \text{ g Cu} \\ \text{in } 100 \text{ g CuSO}_4 \dots x \text{ Cu} \\ x = \frac{64}{160} \cdot 100 = 40; 40\% \text{ Cu} \end{array}$	fehlerhaft Molgew. fehlerhafter Vorgang fehlt die Ausrechnung Vorgang richtig	8 1 11	1	1 8 11	2,9 23,6 32,00
2	$\begin{array}{r} \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ 2 \cdot 56 : 3 \cdot 16 \\ 160 \\ 160 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3 \dots 112 \text{ kg Fe} \\ x \dots 1000 \text{ kg Fe} \\ x = \frac{160}{112} \cdot 1000 \\ = 1428,5 \text{ kg} \approx 1,429 \text{ t Fe}_2\text{O}_3 \end{array}$	fehlerhaft Molgew. die in der Aufstellung und bei Lösung der Proportionalität auf- tretenden Fehler fehlt die Lösung der Proportionalität anderer unrichtiger Vorgang (Zusammensetzung Fe_2O_3 , Reduktion) numerische in der Addition, Multiplikation, Kürzung auftretende Fehler	7 8 14 2 3	7	7 8 14 2 3	20,6 20,6 41,2 5,9 8,8
3	$\begin{array}{r} \text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \\ \\ 12 \text{ g C} \dots 22,41 \text{ CO}_2 \\ 6 \text{ g C} \dots 11,21 \text{ CO}_2 \end{array}$	Typ der Lösung: 1 gC \dots 22,41 CO_2 6 gC \dots 6,22,4 CO_2 höchstwahrscheinlich wird 1 gC für Gramatom gehalten) andere unrichtige Zusam- menstellung und Lösung der Proportionalität	10 4	14	14 10 4	41,2 29,4 11,8
4	$\begin{array}{r} \text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS} \\ 32 \text{ g S} \dots 88 \text{ g FeS} \\ 4 \text{ g S} \dots x \text{ g FeS} \\ x = \frac{88}{32} \cdot 4 = 11 \text{ g FeS} \end{array}$	Andeutung der Ausrech- nung ohne Durchführung anstatt der (unrichtigen) FeS -Molgewichtes FeS -Molgew. andere unrichtige Molgew. von FeS (56, 60, 82, 86), S (56) Grammatom? 1 g S \dots 88 g FeS 4 g S \dots x	7 5 5 3		7 5 5 3	20,6 14,7 14,7 8,8