

Hans-Dieter Barke, Temechegn Engida, Sileshi Yitbarek

Concept Cartoons: Diagnose, Korrektur und Prävention von Fehlvorstellungen im Chemieunterricht

In der Chemiedidaktik wird zwischen empirisch ermittelten **Präkonzepten** der Schüler und Schülerinnen und hausgemachten Fehlvorstellungen unterschieden [1]: erstere bringen alle Lernenden durch ihre Erfahrungen in der Lebenswelt mit in den Unterricht, sie sind im Unterricht zu thematisieren und zu korrigieren. Die **hausgemachten Fehlvorstellungen** werden durch fehlerhaften Unterricht oder Komplexität der Inhalte erzeugt, eine Prävention zur Vermeidung dieser Fehler mag aufgrund der Kenntnis empirisch ermittelter Vorstellungen und entsprechender Unterrichtsplanungen stattfinden [1].

Der Chemieunterricht kann auf die Grundlage von acht **Basiskonzepten** gedacht werden:

1. Stoffe und Eigenschaften, 2. Teilchenkonzept, 3. Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, 4. Chemisches Gleichgewicht, 5. Säure-Base-Reaktionen, 6. Redoxreaktionen, 7. Komplexreaktionen, 8. Energie [2]. Zu diesen Basiskonzepten sind im neuen englischsprachigen Buch zu „Misconceptions in Chemistry“ [3] empirisch erhobene Fehlvorstellungen und diesbezügliche Korrekturvorschläge für den Chemieunterricht beschrieben worden.

Um nicht für jede Thematik lange Texte lesen zu müssen, haben an der Addis Ababa University in Äthiopien die Chemiedidaktiker Temechegn Engida und Sileshi Yitbarek ([4], [5], [6], [7] und [8]) zu Basiskonzepten die wesentlichen Fehlvorstellungen durch **Concept Cartoons** zusammengefasst und sie zur Diskussion im Chemieunterricht empfohlen: „Concept Cartoons as a Strategy in Learning, Teaching and Assessment“ [8]. Solche Concept Cartoons erfüllen nach Naylor und Keogh mehrere Funktionen im Chemieunterricht [9]:

- Einführung in eine Unterrichtseinheit im Sinne der „Advanced Organizer“ [10],
- Diagnose der aktuellen Lerngruppe zu Beginn einer Thematik bezüglich der Präkonzepte oder Fehlvorstellungen,
- Reflexion mit den Lernenden am Ende einer Thematik zur Festigung der wissenschaftlichen Vorstellung und zur Argumentation gegen häufig auftretende Fehlvorstellungen,
- Einbeziehung von Präkonzepten in die Vorbereitung einer Unterrichtseinheit und zu Überlegungen, auf welchem Wege die Präkonzepte korrigiert werden können,
- Einbeziehung von hausgemachten Fehlvorstellungen in die Vorbereitung einer Unterrichtseinheit und zu Überlegungen, auf welchem Wege eine Prävention erfolgen soll.

Im Wesentlichen gibt es **zwei Strategien**, wie mit Hilfe der Concept Cartoons sowohl den Präkonzepten als auch die hausgemachten Fehlvorstellungen entgegnet werden kann [3]:

1. Präkonzepte der Lernenden werden mit Hilfe des entsprechenden Concept Cartoons zu Beginn einer Unterrichtseinheit ermittelt, diskutiert und verglichen, aufgrund des Wissens um solche Präkonzepte wird reflektierter Unterricht zu der zutreffenden Vorstellung geplant und durchgeführt. Danach wird das Concept Cartoon erneut angeboten: jetzt erkennen die Lernenden die wissenschaftliche Vorstellung und verteidigen sie gegen die im Cartoon aufgeführten Präkonzepte.

2. Hausgemachte Fehlvorstellungen werden mit Hilfe des entsprechenden Concept Cartoons durch die Lehrperson zur Kenntnis genommen, auf dieser Grundlage wird reflektierter Unterricht zur wissenschaftlichen Vorstellung geplant und durchgeführt. Zum Abschluss wird das Concept Cartoon den Schülern und Schülerinnen präsentiert, in der Diskussion wird die wissenschaftliche Vorstellung erkannt. Die präsentierten Fehlvorstellungen des Cartoons werden mit der neu erworbenen wissenschaftlichen Vorstellung verglichen, der entsprechende Fehler wird jeweils erkannt und durch die neue Vorstellung korrigiert.

Auf beiden Wegen werden die Fehlvorstellungen mit in den Unterricht einbezogen und für Schüler und Schülerinnen thematisiert. So können sie am Schluss einer Unterrichtseinheit jeweils noch einmal deutlich erkennen, welche wissenschaftlich gültige Vorstellung vorliegt und in welcher Weise die alternativen Vorstellungen fehlerhaft sind.

Ein solcher Unterrichtsweg wird auch als „Das an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtsverfahren“ genannt, Petermann, Friedrich und Oetken [11] haben diesbezügliche Präkonzepte zum Verbrennungsvorgang fokussiert und empirische Untersuchungen zum Erfolg des Unterrichts unter Einbeziehung der vorläufigen Vorstellungen von Lernenden durchgeführt [11]. Hinsichtlich hausgemachter Fehlvorstellungen werden von Dörfler [12] Unterrichtswege zur Thematik „Neutralisation von Säuren und Basen“ empirisch untersucht und sehr gute Erfolge durch Vergleich des neu erworbenen wissenschaftlichen Konzepts mit den aus Literatur oder aus Concept Cartoons bekannten Fehlvorstellungen gemeldet [12].

An dieser Stelle werden acht Concept Cartoons abgebildet - eines pro Basiskonzept. Weitere Cartoons und englisch-sprachige Versionen sind in der Online-Ergänzung zu finden.

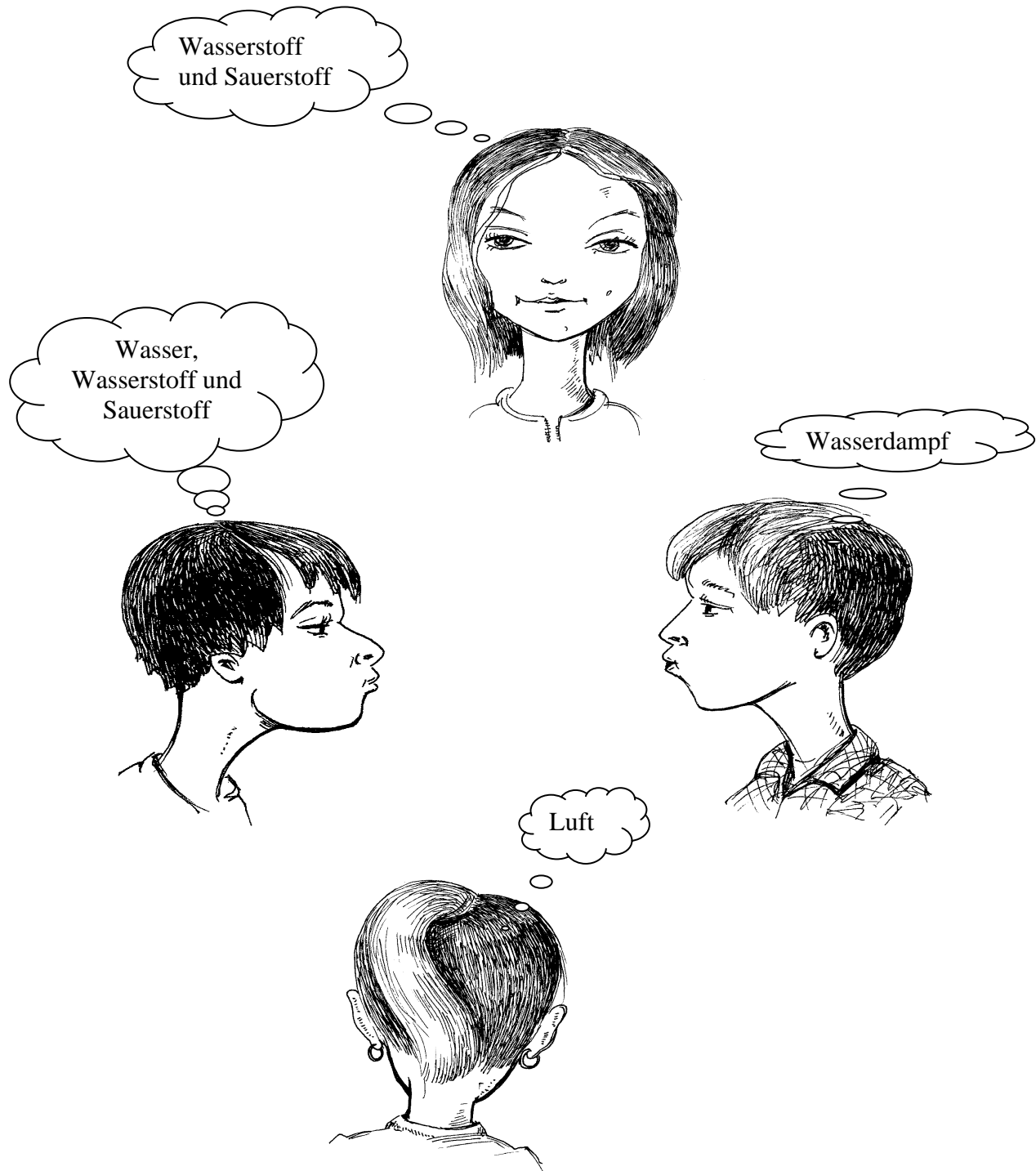
Literatur:

- [1] Barke, H.-D.: Chemiedidaktik - Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen. Heidelberg 2006 (Springer)
- [2] Bündler, W., Demuth, R., Parchmann, I.: Basiskonzepte – welche chemischen Konzepte sollen Schüler kennen und nutzen? PdN-ChiS 52 (2003), Heft 1, 2
- [3] Barke, H.-D., Hazari, Al, Sileshi, Y.: Misconceptions in Chemistry. Addressing Perceptions in Chemical Education. Heidelberg 2008 (Springer)
- [4] Sileshi Y.: Traditional vs Conceptual Questions in Chemistry. Is There a Difference? Addis Ababa 2004 (Chemical Society of Ethiopia)
- [5] Sileshi Y., Temechegn E.: Alternative Conceptions of Eight Chemical Concepts of General Secondary and Preparatory Students of Addis Ababa. AAU 2003 (Master Thesis)
- [6] Temechegn E.: Students alternative Conceptions in Chemistry: Challenging the Challenge. Chemical Society of Ethiopia 10 (2002), No1&2
- [7] Temechegn E.: Issues, Methods and Materials in Teaching Primary School Subjects. Addis Ababa 2002 (AAU, Department of Curriculum and Instruction)
- [8] Temechegn E., Sileshi Y.: Concept Cartoons As A Strategy In Learning, Teaching and Assessment Chemistry. Addis Ababa 2004 (AAU)
- [9] Naylor, S., Keogh, B.: Concept Cartoons in Science Education. London 2000 (Millgate House Publishers)
- [10] Ausubel, D.P.: Psychologie des Unterrichts. Weinheim 1974 (Beltz)
- [11] Petermann, K., Friedrich, J., Oetken, M.: Das an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtsverfahren. Inhaltliche Auseinandersetzung mit Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. CHEMKON 15 (2008), 110
- [12] Dörfler, T., Barke, H.-D.: Das an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtsverfahren: das Beispiel der Neutralisationsreaktion. CHEMKON 15 (2008)

1. Stoffe und Eigenschaften

1.1 Verdampfen von Wasser

Stelle dir vor, wenig reines Wasser wird in einem geschlossenen Glasgefäß durch Erhitzen völlig verdampft. Was ist in dem Glasgefäß enthalten ?



Was denkst du ?



1.2 Massen beim Lösen in Wasser

Es werden 1 kg Kochsalz in 20 kg Wasser gegeben und durch Rühren vollkommen gelöst. Wie schwer ist die Salzlösung ?

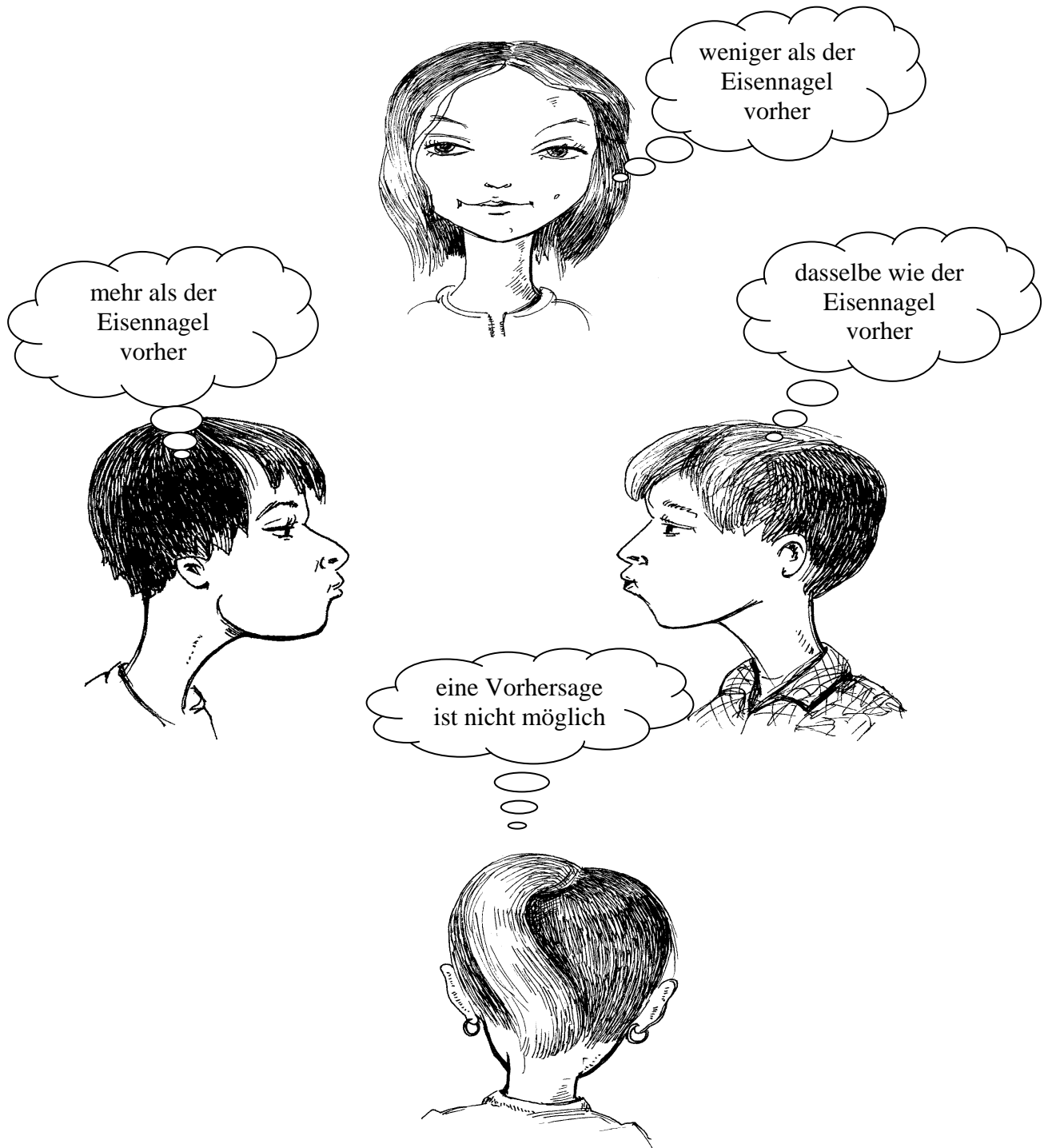


Was denkst du ?



1.3 Massenvergleich von Eisennagel und Rost

Eisen reagiert mit Sauerstoff und Wasserdampf zu rotbraunem Rost. Was wiegt der entstandene Rost, wenn alles Eisen zu Rost geworden ist ?

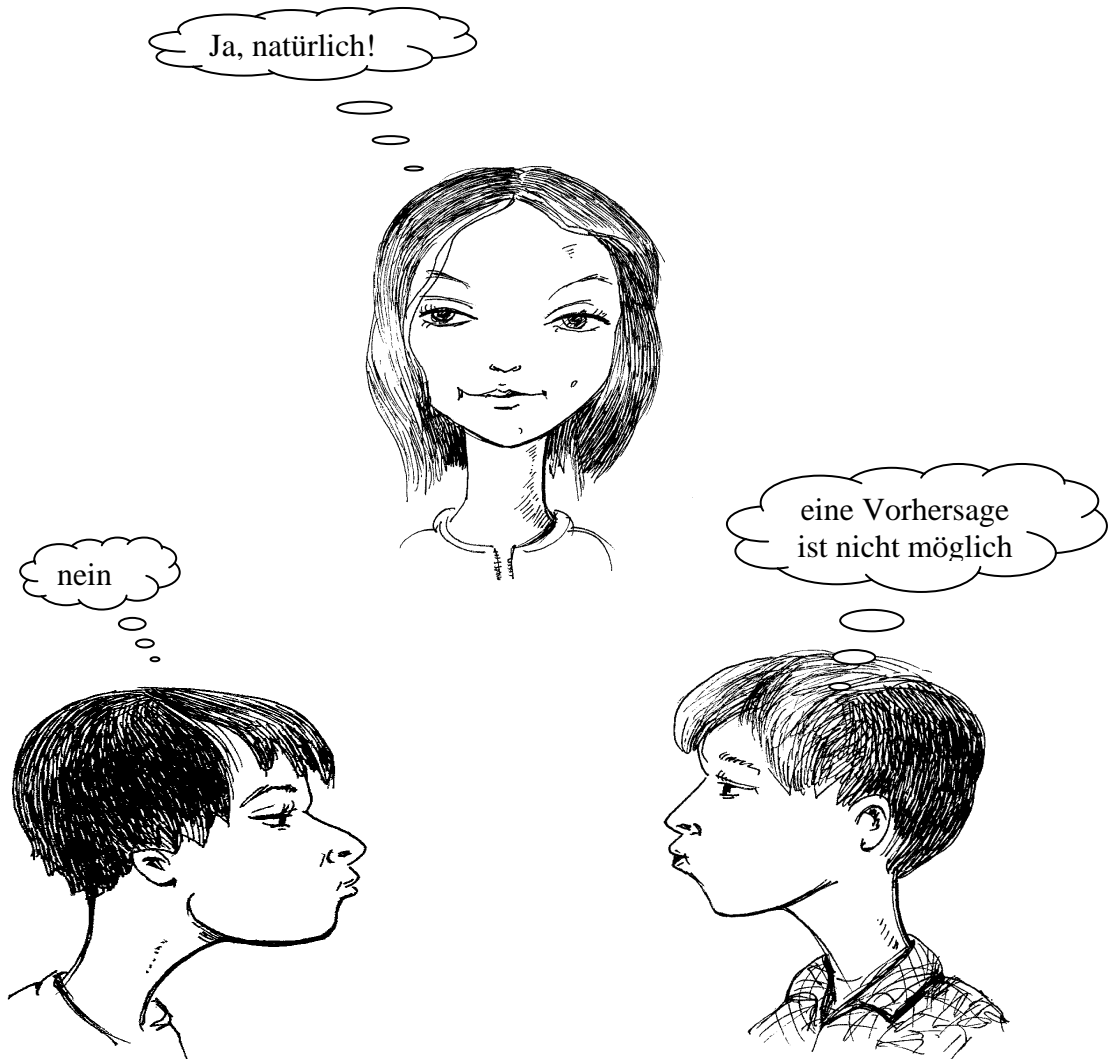


Was denkst du ?



1.4 Verbrennung und Vernichtung

Ein Streichholz verbrennt im Reagenzglas. Ist das Holz unwiederbringlich vernichtet ?



Was denkst du ?



1.5 Verdampfen von Iod

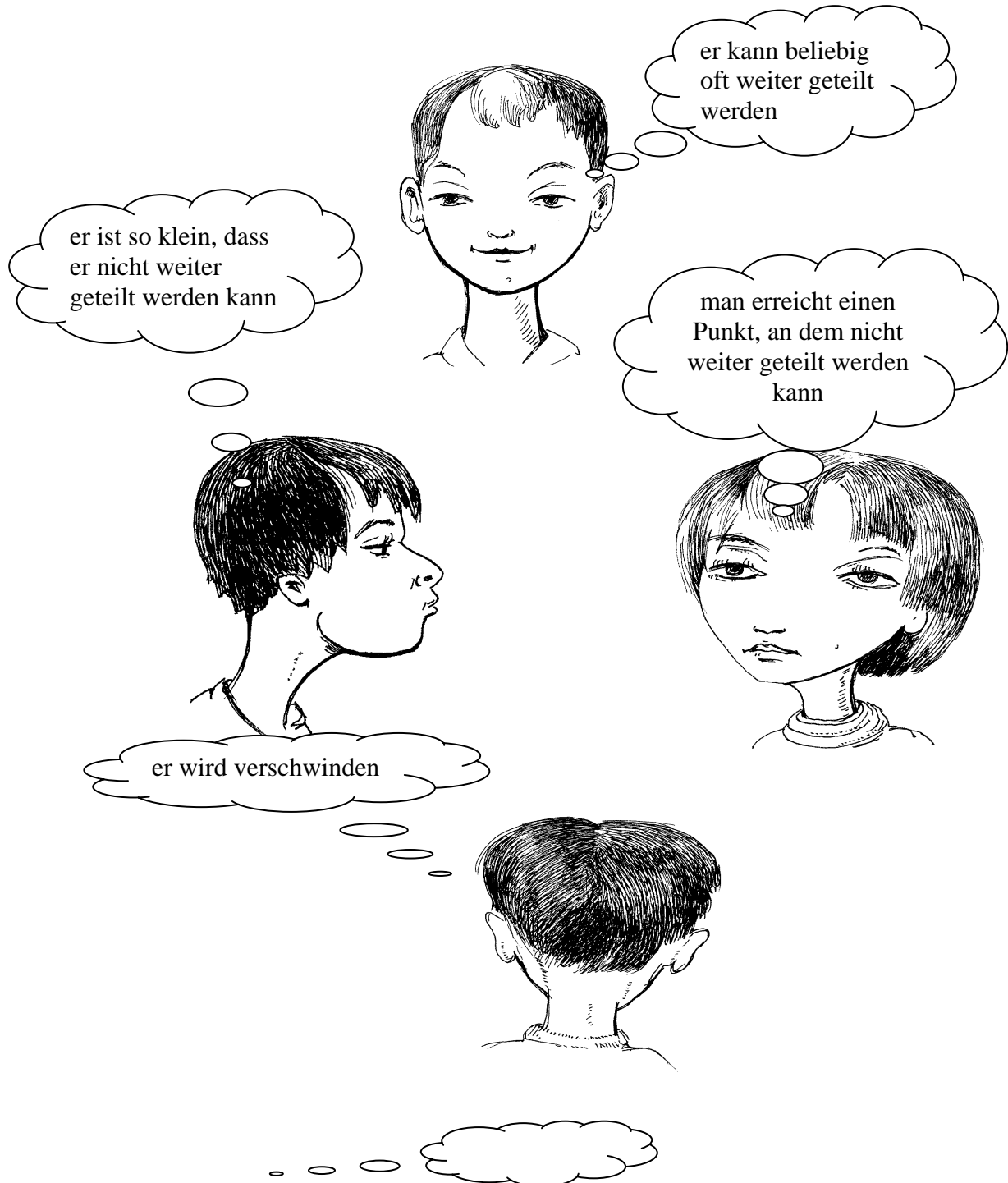
Einige Iodkristalle wiegen genau 1,0 g. Das Iod wird in ein Reagenzglas gefüllt, die Luft aus dem Glas durch die Wasserstrahlpumpe entfernt, das Glas verschlossen. Es wiegt mit dem Iod 27,0 g. Das Iod wird durch Erhitzen verdampft bis violetter Ioddampf das ganze Glas ausfüllt. Welches Gesamtgewicht ist jetzt festzustellen ?



2. Teilchenkonzept

2.1 Teilbarkeit eines Wassertropfens

Ein Tropfen Wasser wird in zwei Tropfen geteilt, nochmals geteilt, weiter und weiter geteilt. Kann der Tropfen unendlich oft geteilt werden ?



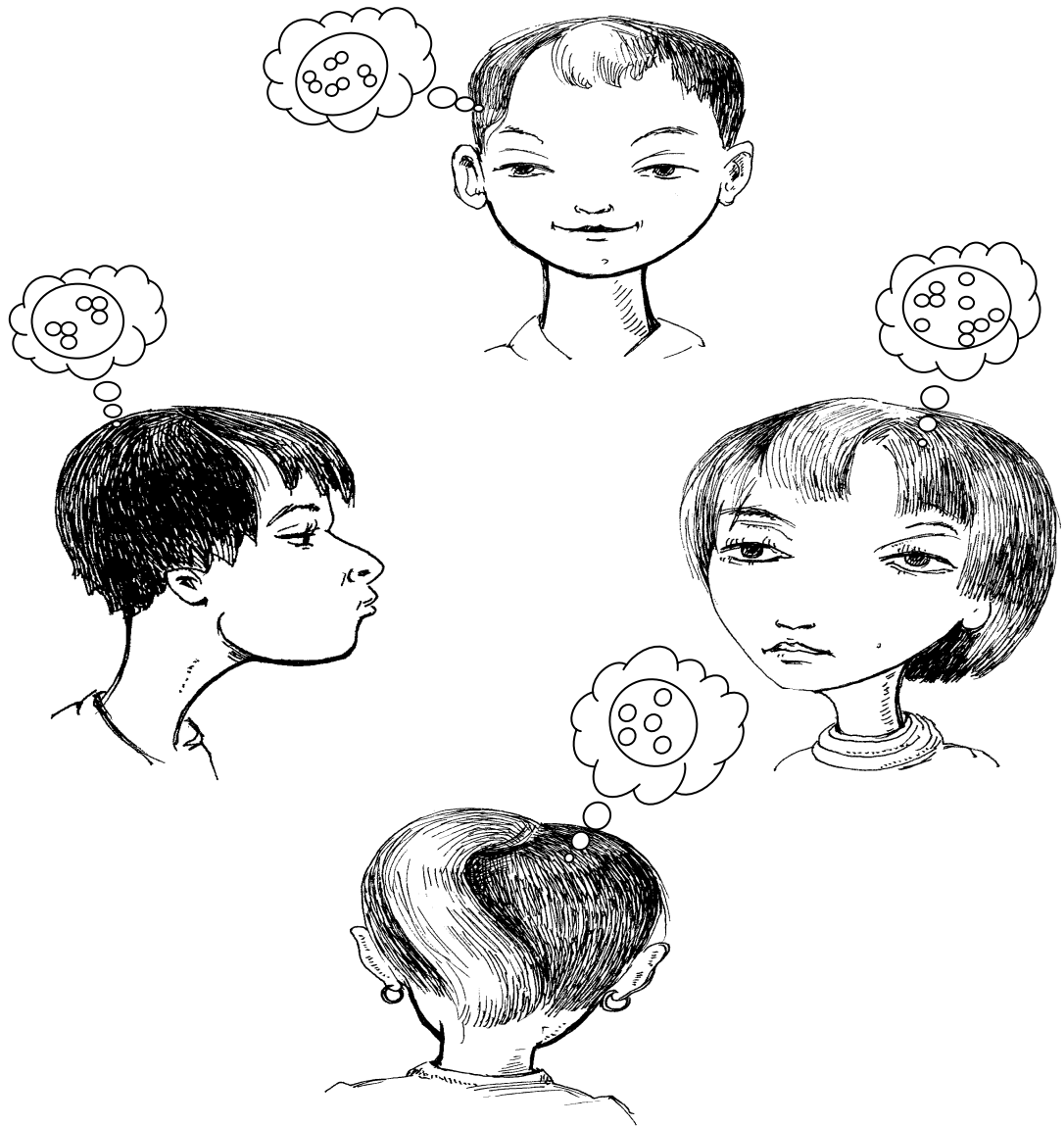
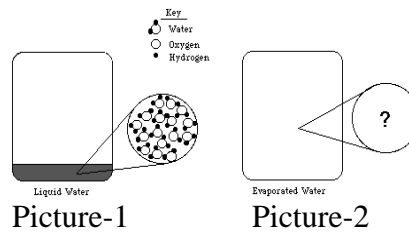
2.2 Eigenschaften einzelner Teilchen

Kupfer ist ein rötliches, gut schmiebares Metall, das den elektrischen Strom leitet. Welches sind die Eigenschaften von einem einzelnen Cu-Atom ?

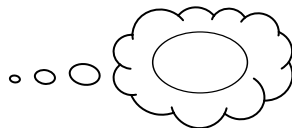


2.3 Teilchen im Wasserdampf

Der Kreis in der folgenden Zeichnung zeigt einen kleinen Wassertropfen im Modell. Welches Modell ist nach dem Verdampfen des Wassers zutreffend ?



Was denkst du ?



3. Struktur-Eigenschafts-Beziehungen

3.1 Welche Aussage gilt für den Aufbau von festem Kochsalz, NaCl ?



3.2 Zusammensetzung von Mineralwasser

Mineralwasser enthält gelöstes Kohlenstoffdioxid und verschiedene gelöste Mineralien. Welche Vorstellung ist zutreffend ?



Was denkst du ?

4. Chemisches Gleichgewicht

4.1 Welche Aussage gilt für das chemische Gleichgewicht ?



4.2 Gleichgewicht in einem geschlossenen System

Es stellt sich folgendes Gleichgewicht ein: $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$.

Zu Beginn der Reaktion sind 8 mol C_2H_6 präsent, kein C_2H_4 und H_2 liegt vor. Im Gleichgewicht befinden sich 3 mol C_2H_4 . Wie viel mol C_2H_6 and H_2 existieren jetzt im Gleichgewicht?



Was denkst du ?

5. Säure-Base-Reaktionen

5.1 Welche Teilchenarten enthält verdünnte Salzsäure ?



5.2 Neutralisation

Salzsäure und Natronlauge werden zusammen gegeben, eine neutrale Lösung entsteht.
Welche Vorstellung trifft für die neutrale Lösung zu ?



6. Redoxreaktionen

6.1 Warum wird ein Eisennagel in einer Lösung von Kupfersulfat rotbraun ?



6.2 Metall-Säure-Reaktionen

Ein Stück Magnesiumband wird in Salzsäure gegeben, eine Gasentwicklung findet statt. Welche Aussage trifft zu ?

Cl⁻(aq)-Ionen der Salzsäure werden oxidiert

eine Säure-Base-Reaktion findet statt

eine Redoxreaktion findet statt

Chlorgas entsteht bei der Reaktion

Was denkst du ?

7. Komplexreaktionen

7.1 Welche Teilchen befinden sich in der blauen Lösung von Kupfersulfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) ?



Was denkst du ?

7.2 Lösen von Niederschlägen

Bei der Zugabe von konzentrierter Salzsäure zu Silbernitratlösung fällt erst ein weißer Niederschlag aus, dann entsteht eine farblose Lösung. Welche Aussage trifft über die Lösung zu ?

$H^+(aq)$ -Ionen der Salzsäure
zersetzen den Niederschlag

Salpetersäure
bildet sich, sie ist
sehr aggressiv

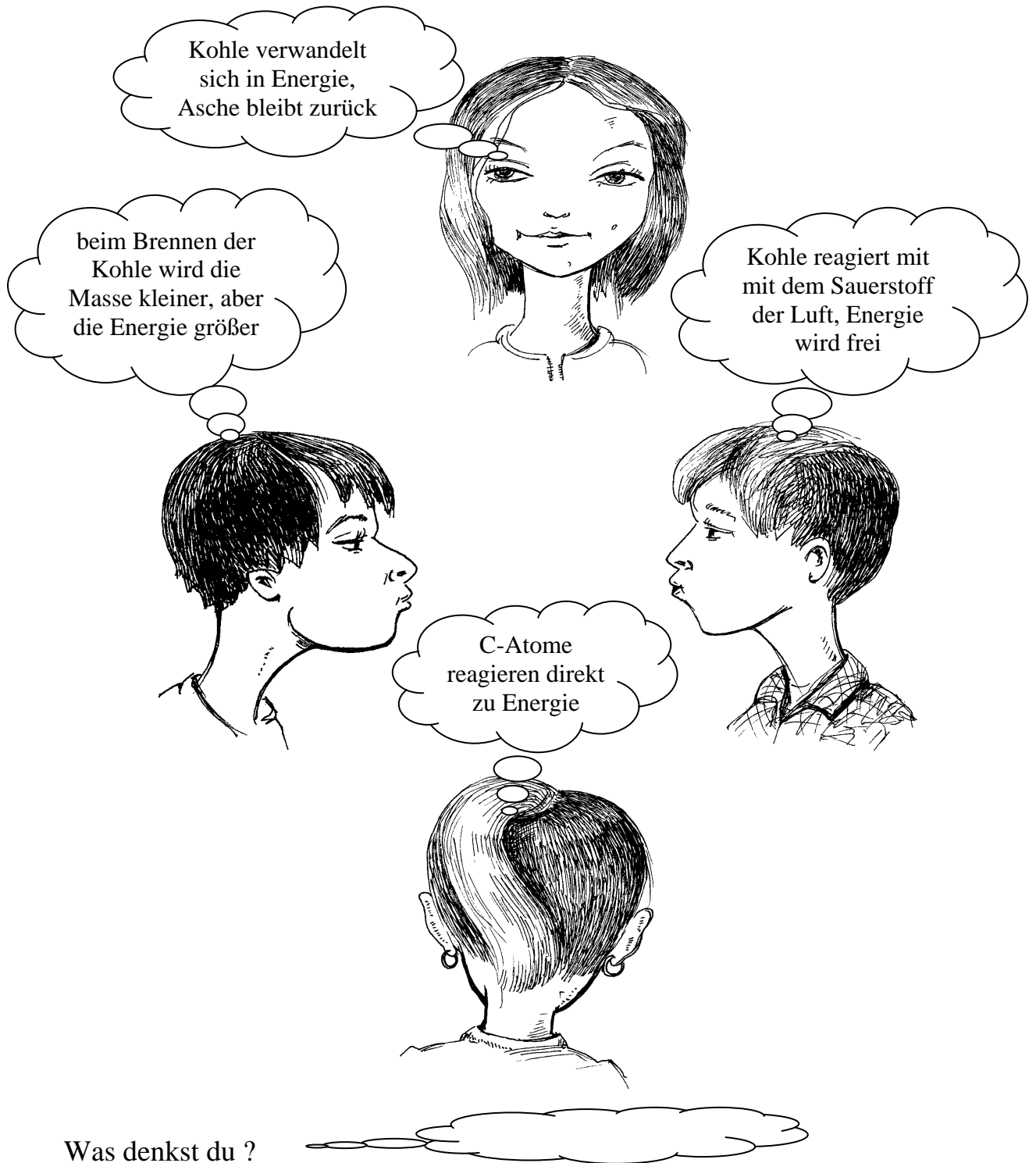
es entstehen
 $[AgCl_2]^{-}(aq)$ -
Teilchen

$Cl^{-}(aq)$ -Konzentration
wird sehr groß, die
 $Ag^{+}(aq)$ -Konzentration
dafür sehr klein

Was denkst du ?

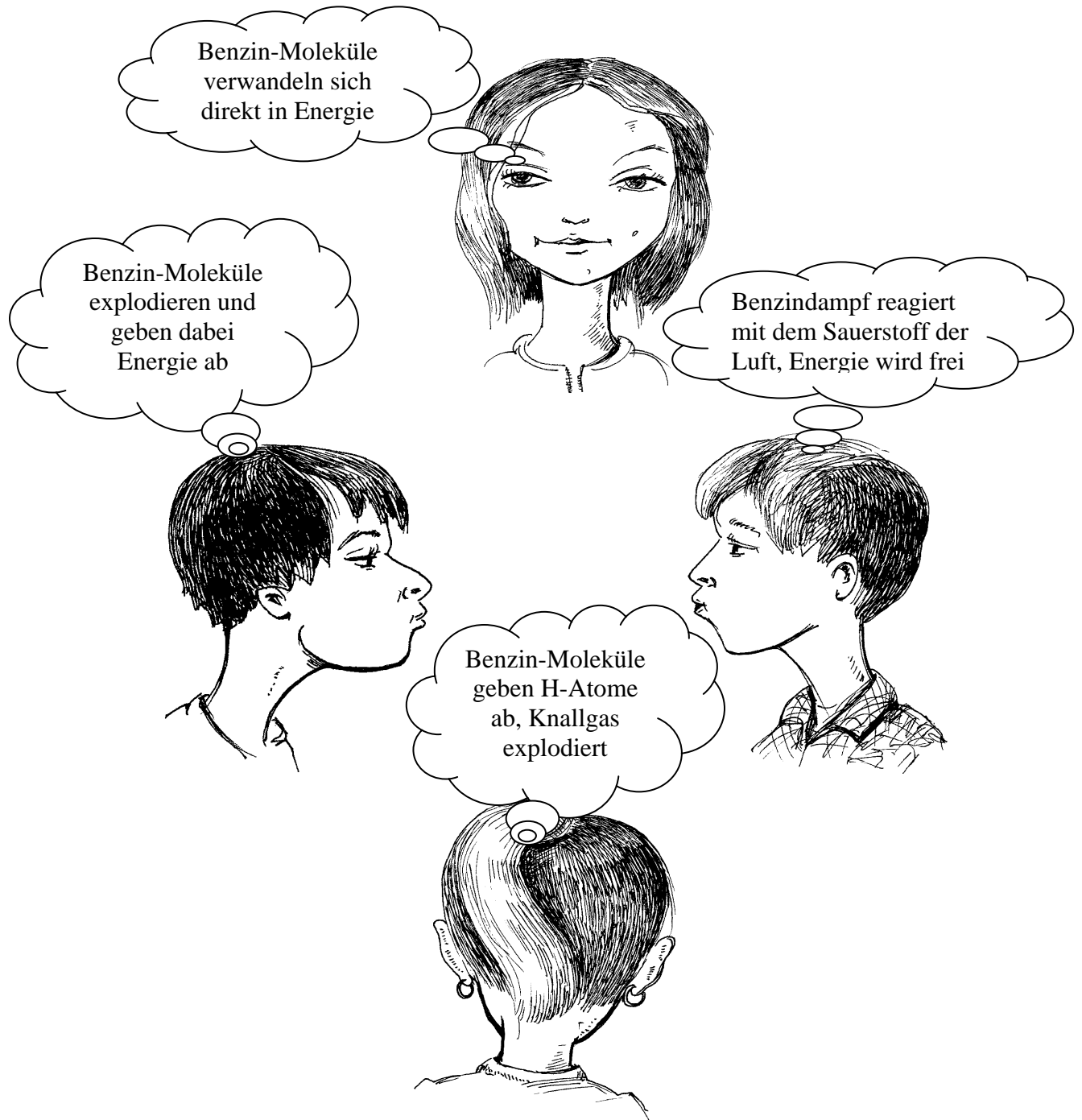
8. Energie

8.1 Woher kommt die Energie beim Brennen von Kohle?



8.2 Benzin-Explosionen im Automotor

Im Vergaser des Autos wird Benzin verdampft und im Zylinder zur Explosion gebracht.
Welche Aussage trifft zu ?



Was denkst du ?



H.-D. Barke, Professor of Chemistry and Chemistry Education, Director of the Institute of Chemical Education at University of Muenster, conducts research and teaches chemical education for chemistry would be teachers. After PhD and Habilitation at University of Hannover (Germany), he got the Johann-Friedrich-Gmelin award of the Society of German Chemists in 1986. He did a sabbatical at San Diego State University/USA in 1986/87, took a professorship at University of Jena and since 1996 he is a professor at University of Muenster. With Prof. Dr. Guenther Harsch he wrote a textbook on chemical education (Chemiedidaktik Heute, Heidelberg 2001, Springer). He did empirical research according to chemistry misconceptions and wrote a book on diagnosis, prevention and cure of misconceptions (Heidelberg 2006, Springer). He presented important results of his research on international congresses such as ECRICE (2006, Budapest in Hungary), BCCE (2006, Purdue University, Indiana, USA), ChemEd (2007, Denton, Texas, USA) or ICCE (2008, Mauritius); and by invitation at Addis Ababa University (Ethiopia), Herzen Pedagogical University of St. Petersburg (Russia), Riga Technical University (Latvia), University of Sydney (Australia), and Weizmann Institute (Israel).

TEMECHEGN ENGIDA



Temechegn Engida is the President of the Federation of African Societies of Chemistry (FASC), based in Addis Ababa, Ethiopia. He is also a member of the International Advisory Board of the 42nd IUPAC Congress that will be held in August 2009. He got his B.Sc. in Chemistry and M.A. in Curriculum and Instruction (with emphasis on Chemical Education) from the Addis Ababa University, and a PhD in Chemistry Didactics from the University of Muenster, Germany. He has taught in the Addis Ababa University for many years, published articles on chemistry education and wrote teaching materials on such subjects as Brain Compatible Chemistry, Models and Methods of Teaching Chemistry, Computer Applications and Technology in Chemistry Teaching, etc. Currently he works for the UNESCO International Institute for Capacity Building in Africa (IICBA).

SILESHI YITBAREK



Sileshi Yitbarek had his B.SC in Chemistry and MA in Curriculum and Instruction at the Addis Ababa University. He is a lecturer at Kotebe College of Teacher Education in Ethiopia and has also served as a tutor in the professional development of higher education lecturers on Methods of Active Learning. He published modular course materials for Analytical Chemistry, Applied Chemistry, and Teaching-Learning Methods of chemistry. He is also a co-author of "Concept-Cartoons - as a strategy in teaching, learning and assessment chemistry". Presently, with a scholarship of DAAD (German Academic Exchange Service) he is a doctoral candidate in Chemistry Education at the University of Muenster in Germany.