



1 | Conceptmap zur polaren Atombindung ([4], Grafik erstellt mit Cmap Tools)

Entwicklung eines diagnostischen Tests

Das vorgestellte 10-schrittige Verfahren (Tab. 1) ist für die Unterrichtspraxis in der Regel zu komplex. Es lässt sich aber vereinfachen. Außerdem sollten für die Verwendung in der Schule die Schritte Erprobung/Evaluation und Konsequenzen für die Unterrichtsgestaltung hinzugefügt werden. Im Folgenden wird deshalb ein einfaches, dreischrittiges Verfahren beschrieben und an einem durchgängigen Beispiel erläutert.

1. Schritt: Inhaltliche Bestimmung

Einigen Sie sich in der Fachgruppe darauf, was Ihre Schülerinnen und Schüler zu einem bestimmten Thema wissen/können sollen (vgl. Abb. 1). Solche „Wissensbits“ könnten z.B. sein:

- Das Wassermolekül ist ein Dipol.
- Das Wassermolekül ist gewinkelt.
- Die O-H-Bindungen im Wassermolekül sind polare, kovalente Bindungen.
- Im Wasser werden die Wassermoleküle durch intermolekulare Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, zusammengehalten.
- Die großen intermolekularen Kräfte im Wasser sind für seinen vergleichsweise hohen Siedepunkt verantwortlich.
- Die Bindungsenergie der kovalenten Bindungen zwischen dem Atom X und einem Wasserstoffatom nimmt

in der Hauptgruppe von oben nach unten ab.

- Die Polarität einer Bindung ist umso höher, je größer die Differenz der Elektronegativität der beteiligten Atome ist.

2. Schritt: Präkonzepte und alternative Konzepte

Tragen Sie in der Fachgruppe zusammen, welche Präkonzepte und alternativen Konzepte Ihnen bei Ihren Schülerinnen und Schülern bereits begegnet sind und welche Sie aus der Literatur kennen. Vereinbaren Sie, gegebenenfalls in einer Vorstufe solche Konzepte bei Ihren Schülerinnen und Schülern zu eruiieren (mündl. Prüfungsgespräche, Unterrichtsgespräche, offene Aufgaben o. Ä.):

- Intra- und intermolekulare Kräfte und Wechselwirkungen werden nicht differenziert bzw. falsch verwendet.
- Beim Sieden werden die Bindungen im Wassermolekül gelöst.
- Atome und Moleküle haben makroskopische Eigenschaften, wie Farbe, Härte oder Siedepunkte.
- Die Stärke der intermolekularen Kräfte ist abhängig von der Stärke der intramolekularen Kräfte.
- Nur Wassermoleküle sind Dipole, andere Moleküle nicht.

3. Schritt: Konstruktion eines Test-Items

Jedes Test-Item besteht aus zwei Teilen. Einleitend wird ein inhaltlicher Aspekt

(Fachwissen) beschrieben. Daraus leitet sich für den ersten Teil eine Wissensfrage ab (Abb. 2), die einfach und klar beantwortet werden kann (Entscheidungsfrage oder Multiple-Choice-Frage).

Im zweiten Teil werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, aus verschiedenen Begründungen die für ihre Antwort richtige auszuwählen. Die Begründungen sollen neben der richtigen Begründung auch typische Prä- oder Alternativkonzepte abbilden. Es sollten keine auf den ersten Blick ganz unsinnigen Distraktoren verwendet werden. Die Auswertung einer solchen Erhebung liefert interessante Erkenntnisse. Es lässt sich für jeden Schüler diagnostizieren, ob er das richtige Konzept verwendet, d.h. ob seine Denkstrategien/sein Verständnis zu den durch die Sache gegebenen Anforderungen passen. So muss eine Schülerin im Beispiel in **Abbildung 2** sorgfältig zwischen intra- und intermolekularen Kräften differenzieren können. Vereinfachte Wissenstests würden sich zum aufgeführten Beispiel häufig mit der Antwort auf der ersten Ebene begnügen und damit etwa mit der richtigen Antwort a) suggerieren, dass die Schülerinnen und Schüler alles verstanden haben.

Treagust zeigt in seiner Auswertung, dass dies jedoch in der Regel nicht der Fall ist [1]. Die Auswertung zeigt dramatische Ergebnisse! So haben von den 87,4 % der Schülerinnen und Schülern, die die Frage richtig beantwortet haben,

Aufgaben

Wasser und Schwefelwasserstoff haben vergleichbare Formeln und eine V-förmige Molekülstruktur. Bei Raumtemperatur ist Wasser flüssig und Schwefelwasserstoff gasförmig. Der unterschiedliche Aggregatzustand ist auf die großen intermolekularen Kräfte zwischen

- a) den Wassermolekülen
- b) den Schwefelwasserstoffmolekülen

zurückzuführen.

Die Begründung dafür ist

- Die unterschiedliche Stärke der intermolekularen Kräfte ist auf die unterschiedliche Stärke der O-H- und S-H-Bindungen zurückzuführen.
- Die Bindungen im Schwefelwasserstoffmolekül lassen sich leicht brechen, die im Wassermolekül nicht.
- Die unterschiedliche Stärke der intermolekularen Kräfte ist auf die unterschiedlich starke Polarität der Wasser- bzw. Schwefelwasserstoffmoleküle zurückzuführen.
- Die unterschiedliche Stärke der intermolekularen Kräfte ist darauf zurückzuführen, dass H_2O ein polares Molekül ist und H_2S nicht.

2 | Aufgabenbeispiel (verändert und aus dem Englischen übertragen nach Treagust 1988)

nur 10,7 % dies mit der richtigen Begründung getan. Auch in den anderen Klassen sind die Ergebnisse ähnlich. Die Aussage lässt sich auch so formulieren:

„Die rezeptive Aufnahme von Wissen führt nicht automatisch zu einem Verständnis der Zusammenhänge und zur Etablierung belastbarer Konzepte. Es lässt sich leicht nachvollziehen, dass nachfolgender Unterricht – sofern er nicht versucht, die diagnostizierten Schwächen aktiv zu beheben – Gefahr läuft, nur noch mehr Unverständnis zu erzeugen!“

Das von allen naturwissenschaftlichen Lehrkräften beobachtete „Verlieren“ der Schülerinnen und Schüler an bestimmten Schlüsselstellen des Unterrichts findet vielleicht hier einen Teil seiner Erklärung.

Die weitere Unterrichtsplanung

Zum einen ergeben sich für die Lehrkräfte aus dem diagnostizierten Lernstand direkte Hinweise für eine individuelle Förderung einzelner Schülerinnen und Schüler. Schließlich sind die alternativen Konzepte unterschiedlich und damit müssen auch die Fördermaßnahmen unterschiedlich sein. Idealerweise entstehen so Förderpläne für einzelne Schülerinnen, Schüler oder Schülergruppen.

Zum anderen lässt sich – und dies ist in der Regel einfacher zu organisieren – direkt ableiten, wie sich Unterricht verändern muss.

Für das gegebene Beispiel könnte sich eine Fachkonferenz etwa dazu entscheiden, modellhaft oder in Simulationen Bindungen, Moleküle, Flüssigkeiten, den

Siedevorgang u. Ä. nachzustellen und jeweils deutlich erfahrbar machen, was die Moleküle im Inneren zusammenhält, welche Kräfte in einer Flüssigkeit wirken und wie diese beim Sieden überwunden werden. Die Vorstellungen, die Schülerinnen und Schüler davon im Kopf haben, müssen mit den naturwissenschaftlichen Sachverhalten kompatibel sein. Dies herzustellen, ist keine einfache Aufgabe und ein diagnostischer Test bietet keine Gewähr für die Lösung des Problems. Aber er schafft ein Bewusstsein für die Notwendigkeiten und zeigt Ansatzpunkte für Veränderungen auf.

Validität

Es bleibt die spannende Frage, ob solche selbstkonstruierten zweistufigen Tests tatsächlich das messen, was sie messen sollen, also ob sie valide sind. Leider lässt sich in der schulischen Praxis eine solche Frage nicht so leicht beantworten. Dazu müssten die Items im größeren Umfang getestet werden.

Es lässt sich jedoch in einigen Fällen leicht eine Anbindung an größere, z. T. internationale, Untersuchungen herstellen. Damit ist für manche Bereiche eine ausreichende Sicherheit gegeben. Die Validität wird auch dadurch besser, dass einmal entwickelte und erprobte Items in anderen Klassen, Schularten usw. verwendet und weiterentwickelt werden. Außerdem – und dies ist für die Praxis ein wichtiges Argument – können Lehrerinnen und Lehrer nicht warten, bis erprobte, ausreichend validierte Instru-

mente für jedes Fach und jeden Inhalt bereitgestellt werden. Schließlich werden auch Klassenarbeiten, Tests und andere Leistungsmessungen auf der Basis der Felderfahrung der Lehrkräfte konzipiert und eingesetzt. Deshalb möchte ich mit der Anregung schließen:

Nutzen Sie alle Möglichkeiten, den Lernstand Ihrer Schülerinnen und Schüler immer wieder zu diagnostizieren und ihre Entwicklung aufmerksam zu verfolgen. Nur so ist gewährleistet, dass nachfolgender Unterricht greift und auf fruchtbaren Boden fällt. Dabei sind der Austausch von Erfahrungen und das gemeinsame Bearbeiten der angesprochenen Fragestellungen im Kollegenkreis oder in der Fachkonferenz eine hilfreiche Kontrolle, ob Sie und Ihre Schülerinnen und Schüler auf einem erfolgreichen Weg zu einem vertieften, konzeptionellen Verständnis der Chemie sind.

Literatur

- [1] Treagust, D. F.: Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science, in International Journal of Science Education, Vol. 10(1988) No. 2, p. 159–169
- [2] Duit, R.: Bibliography: Students' alternative frameworks and science education (IPN Reports-in-Brief). Kiel 2004
- [3] Barke, H.-D.: Chemiedidaktik – Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen. Springer, Berlin/Heidelberg 2006
- [4] Klinger, U.: Diagnose mit Conceptmaps. In: Krumm, B. et al.: Diagnostizieren und Fördern im Chemieunterricht. FG Chemieunterricht der GDCh, Frankfurt 2008