

Einleitung und theoretischer Hintergrund

Die Stöchiometrie ist ein grundlegender Themenbereich der Chemie, in dem Lernende deutliche Schwierigkeiten zeigen (BouJaoude & Barakat, 2000; Agung & Schwartz 2007; Dahsah & Coll, 2007; Gulacar et al., 2013; Shadreck & Enunuwe, 2018). Gleichzeitig stellt er eine wichtige Grundlage für weiterführende Themenbereiche und die erfolgreiche und sichere Labortätigkeit dar. Die hohe Relevanz zeigt sich auch darin, dass die Kompetenz in der Stöchiometrie ein sehr guter Prädiktor für den Studienerfolg ist (Ralph et al., 2022). Derzeit gibt es jedoch kaum systematische Verfahren um die Prozesse beim Problemlösen von stöchiometrischen Rechenaufgaben zu erfassen und zu fördern. Mithilfe eines Learning Analytics Ansatzes sollen die Prozesse beim stöchiometrischen Problemlösen algorithmischer Aufgaben erfasst und eine individualisierte Lernunterstützung angeboten werden. Aufgrund der Kritik fehlender fachlicher und didaktischer Fundierung von Learning Analytics (Zawacki-Richter et al., 2019; Gašević et al., 2015) wurde das StoiCoLe Kompetenzstufenmodell entwickelt (vgl. Abbildung 1) und eine darauf basierende digitale Lernplattform erstellt.

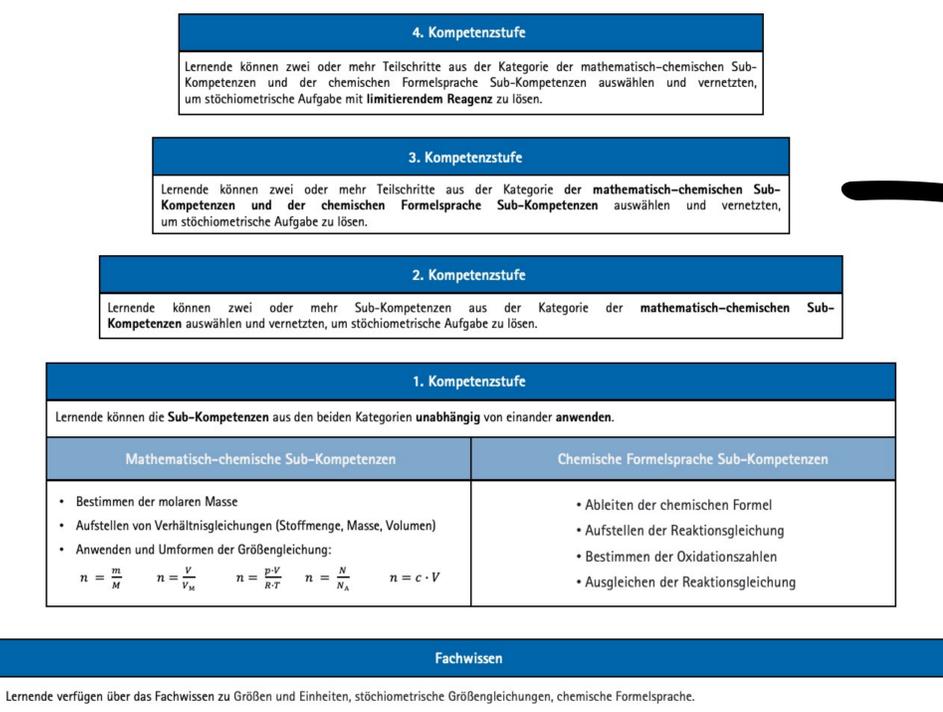


Abbildung 1: Stoichiometry competency level model (StoiCoLe-Modell)

1. Ableiten der chemischen Formel
 Beispiel:
 Stoffname = A₂BC₃

Glucose = C₆H₁₂O₆ ✓
 Sauerstoff = O ✗
 Wasser = H₂O ✓
 Kohlenstoffdioxid = CO₂ ✓

3. Bestimmen der Stoffmenge
 Beispiel:
 n(Stoffname oder chem. Formel) = Größengleichung = Rechnung = Zahlenwert und Einheit
 $n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = m \cdot M = 1000.00 \text{ g} \cdot 180.18 \text{ g/mol} = 180180 \text{ mol}$ ✗

Feedback

Lösungsweg	Das Aufstellen und Ausgleichen der Reaktionsgleichung ist von hoher Relevanz, um eine Übersicht über die quantitativen Verhältnisse der Stoffe zu erhalten
Ableiten der chemischen Formel - Sauerstoff	Die bestimmte chemische Formel enthält eine inkorrekte Indexzahl. Bei dem Stoffnamen handelt es sich um einen Trivialnamen. Die Indexzahlen von Trivialnamen kannst du dir nicht herleiten, du musst sie auswendig lernen. Lerne die wichtigsten Stoffe mit systematischen Namen, die chemischen Formel sowie den Phasenzustand im Abschnitt Trivialname .
Bestimmen der Stoffmenge	Die Größengleichung zum Bestimmen der Stoffmenge ist inkorrekt. Überprüfe die Größengleichung bzw. deren Umformung. Im Abschnitt Anwendung und Umformung von Größengleichungen wird das Bestimmen der Stoffmenge unter bestimmten Voraussetzungen beschrieben.

Abbildung 3: Feedback von I3Lern - Stöchiometrie

Methodik

Auf der Grundlage des entwickelten StoiCoLe Kompetenzstufenmodells wurden für die Sub-Kompetenz eigene Aufgabendesign entwickelt. Bei den Aufgaben der zweiten, dritten und vierten Kompetenzstufe wurde die Drag-and-drop Methode verwendet, welche die Auswahl aller Sub-Kompetenzen und deren beliebige Anordnung ermöglicht (vgl. Abbildung 2) und somit den Charakter dieser Aufgaben, in denen die Auswahl und Vernetzung mehrerer Sub-Kompetenzen zur Lösung erforderlich ist, wiedergibt. Zur Identifizierung bei welchen Sub-Kompetenzen bzw. bei welchen Vernetzungen Schwierigkeiten vorliegen, werden die Ergebnisse und die Bearbeitungszeiten mithilfe von Logfile-Daten erfasst. Nach Abgabe der Aufgabe wird ein regelbasiertes elaboriertes Feedback (Mertens et al., 2022) generiert (vgl. Abbildung 3).

Forschungsfragen

- Inwiefern lässt sich individueller Lernbedarf aus der Analyse der Auswahl und Anordnung der Sub-Kompetenzen ableiten?
- Inwiefern lassen sich Zusammenhänge zwischen den Lösungssequenzen von Lernenden und der Verortung im StoiCoLe Kompetenzstufenmodell finden?
- Inwiefern lassen sich anhand der Prozesse auf der Lernplattform Lernertypen identifizieren?

Zurück

Der Mensch und viele andere Lebewesen erhalten ihre Energie aus der Verstoffwechslung von Kohlenhydraten. In einer vereinfachten Darstellungsweise reagiert der Feststoff Glucose (C₆H₁₂O₆) mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser. Bestimmen Sie das Volumen an Kohlenstoffdioxid, welches unter Standardbedingungen (1 bar, 25 °C) bei der Reaktion von 1 kg Glucose gebildet wird.

Lösungsweg	Lösungsschritte
1. Ableiten der chemischen Formel Beispiel: Stoffname = A ₂ BC ₃ Glucose = C ₆ H ₁₂ O ₆ ? Sauerstoff = O ? Wasser = H ₂ O ? Kohlenstoffdioxid = CO ₂ ?	Aufstellen des Massenverhältnisses Aufstellen des Stoffmengenverhältnisses Aufstellen des Volumenverhältnisses Aufstellen der Reaktionsgleichung Ausgleichen der Reaktionsgleichung Bestimmen der Masse Bestimmen der Oxidationszahlen Bestimmen der Stoffmengenkonzentration Bestimmen der Teilchenzahl
2. Bestimmen der molaren Masse Beispiel: M (Stoffname oder chem. Formel) = Größengleichung = Wert und Einheit M (C ₆ H ₁₂ O ₆) = 6 * 12.01 g/mol + 12 * 1.01 g/mol + 6 * 16.00 g/mol = 180.18 g/mol ?	Bestimmen des Volumens
3. Bestimmen der Stoffmenge Beispiel: n(Stoffname oder chem. Formel) = Größengleichung = Rechnung = Zahlenwert und Einheit n(C ₆ H ₁₂ O ₆) = m * M = 1000.00 g * 180.18 g/mol = 180180 mol ?	

Feedback

Überprüfen

Abbildung 2: Lernaufgabe der 3. Kompetenzstufe von I3Lern - Stöchiometrie

