

Das Smartphone – ein Antwortgerät

Sebastian Schlücker

Um möglichst viele Studenten im Hörsaal dazu zu bewegen, mitzudenken und sich zu beteiligen, braucht eine Vorlesung auch unterhaltsame und aktivierende Elemente. Das können Quizfragen sein, die Hörer anonym mit ihrem Smartphone beantworten. Ein Quiz hat zudem den Vorteil, dass der Dozent etwas über die Studierenden und ihren Lernfortschritt erfährt. Ein Erfahrungsbericht.

Von Irrtümern in der Hochschullehre

◆ Engagierte Dozenten suchen in ihrer Vorlesung Kontakt zum Auditorium, stellen Fragen, holen Antworten ein und diskutieren. Doch wie geht das in großen Hörsälen mit mehreren Hundert Studierenden? Dort erreichen Dozenten vermutlich nur eine Handvoll Interessierter in den ersten Reihen. Es gibt ja noch die Leistungsstarken, aber Zurückhaltenden, die sich eher eine Hand abhacken, als sich vor versammelter Mannschaft zu melden. Und wie vermeiden Dozenten eine optimistische Extrapolation, also den Trugschluss, dass richtige Ant-

worten Einzelner das Wissen aller Hörer wiedergeben?

Kampf der Lethargie oder vom aktivierenden Wesen eines Quiz

◆ Quizfragen in Kombination mit einem elektronischen Antwortsystem (interactive response system) sind ein wirkungsvolles Mittel, um Studierende zur Mitarbeit zu motivieren. Typischerweise integriert in die Vorlesung, die Übung oder in das Seminar gibt es Quizfragen zu einem Themenkomplex, meistens drei bis fünf, in seltenen Fällen auch mehr. Die Teilnehmer müssen sich in einer vorgegebenen Zeit, in der Regel in einer bis drei Minuten, für eine von vier bis fünf vorgegebenen Antworten entscheiden. Ihre Entscheidung übermitteln sie dann über ihr Smartphone. Diskussionen mit dem Nachbarn sind während der Zeit ausdrücklich erwünscht, so lange sie nicht zu laut sind, dass sie andere Teilnehmer stören. Der Dozent erhält die Rückmeldungen anonymisiert auf seinen Computer. Das Abstimmungsergebnis erscheint dort als Histogramm.

Erfahrungsgemäß ist die Beteiligung sehr hoch und liegt typischerweise über 80 Prozent. Fast alle Studierenden besitzen ein Smartphone und schätzen neben dem Anreiz zum Selbsttest und der Gruppendynamik die Anonymität der Abstimmung.

Der Bekanntgabe der richtigen Antwort schließt sich eine Diskussion sowohl der richtigen Antwort als auch der falschen Antworten an. Von dieser Diskussion profitieren die Teilnehmer sehr. Zudem erhalten sie vorab die Fragen und Antworten in ausgedruckter Form und können sich bei der Diskussion Notizen machen, um das Quiz somit auch für eine spätere Nachbereitung und Wiederholung zu nutzen.

Die Definition von Lernzielen

◆ Vor den Quizfragen sind die Lernziele festzulegen: Was sollen die Teilnehmer am Ende der Veranstaltung auf jeden Fall wissen und beherrschen? Welche Begriffe und Definitionen, welche Konzepte, welche Modelle und Theorien (einschließlich ihrer Grenzen), welche Methoden und Techniken sind wichtig? Welche sollten grundsätzlich verstanden sein und welche sollten die Studenten in einem überschaubaren Kontext anwenden können?

Neben dem qualitativen Verständnis ist in allen Naturwissenschaften die quantitative Beschreibung von Phänomenen und Zusammenhängen essenziell. Dazu zählen einfache Kopfrechenaufgaben, das Überschlagen und Abschätzen von Zahlenwerten und Größenordnungen, der sichere

QUERGELESEN

- » Ein Quiz in der Vorlesung, bei dem die Teilnehmer per Smartphone antworten, animiert sie zur Mitarbeit, dabei bleiben sie anonym.
- » Bei nur einigen wenigen Quizfragen pro Veranstaltung muss der Dozent einen klaren inhaltlichen Schwerpunkt setzen und auf die zentralen Lernziele eingehen.
- » Die Studenten können sich anhand des Quiz einschätzen und ihre Leistungen besser vergleichen. Sie erfahren ihre Lücken und Denkfehler.
- » Beispiele für Software sind ARSnova, Euvote, PINGO.
- » Auf der Website www.MINT-lernen.de stehen Quizfragen und Materialien zum freien Download; Einschicken eigener Quizfragen zum Upload per Email an: webmaster@mint-lernen.de.

Umgang mit Gleichungen und Beziehungen und deren Interpretation. Damit tun sich erfahrungsgemäß viele Studierende schwer.

Insgesamt profitieren von einer Reflexion über die Lernziele so-

wohl die Dozenten als auch die Vorlesungsteilnehmer.

Neben Einführungsveranstaltungen im ersten Semester bieten sich Quizabfragen für Veranstaltungen in höheren Semestern an.

Auch bei Workshops für Doktoranden, Postdoktoranden bis hin zu erfahrenen Wissenschaftlern habe ich in den letzten Jahren positive Rückmeldungen auf Quizfragen bekommen. →

◆ **Beispiele für Quizfragen**

Allgemeine Chemie

Die folgenden Beispiele stammen aus der Anfängervorlesung „Allgemeine Chemie“ für Erstsemester der Studiengänge Physik, Nano Engineering und Energy Science.

Sie eignen sich ebenso gut für Erstsemester mit Hauptfach Chemie. Neben der jeweiligen Thematik ist auch die zur Beantwortung des Quiz verfügbare Zeit in Minuten angegeben.

• **Beispiel 1: pH-Wert (2 min)**

Wie groß ist der pH einer $5 \cdot 10^{-3}$ molaren (M) Salzsäurelösung?

- A) 2,3
- B) 3,0
- C) 3,5
- D) 5,3

Lernziele: Definition des pH-Werts und seine Anwendung auf starke Säuren. Anwenden des dekadischen Logarithmus. Abschätzen und Überschlagen von Zahlenwerten.

• **Beispiel 2: pH-Wert (2 min)**

Beim Auflösen von Natriumacetat in Wasser beobachtet man

- A) eine pH-Abnahme: $\text{pH} < 7$
- B) pH-Konstanz: $\text{pH} = 7$
- C) eine pH-Zunahme: $\text{pH} > 7$
- D) Natriumacetat löst sich gar nicht in Wasser

Lernziele: Schwache Säuren und Basen sowie ihre korrespondierenden Basen und Säuren, unter anderem als Vorbereitung für Puffersysteme. Korrelation basisch ↔ $\text{pH} > 7$ und sauer ↔ $\text{pH} < 7$.

• **Beispiel 3: Konzentrationen (2 min)**

Welche Stoffmengenkonzentration hat eine Natronlauge nach Auflösen von 4 g Natriumhydroxid (NaOH)-Plättchen in so viel Wasser, dass am Ende 250 mL einer wässrigen Lösung vorliegen?

- (Relative Atommassen: Na = 23, O = 16, H = 1)
- A) $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - B) $0,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - C) $0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - D) $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Lernziele: Definition Stoffmengenkonzentration. Unterschied zwischen Volumen Lösemittel und Volumen der Lösung. Summenformel, relative Molekülmasse/Atommassen.

• **Beispiel 4: Chemische Gleichgewichte (3 min)**

Für die Reaktion $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}(\text{g})$ ist die Gleichgewichtskonstante $K_c = 4,08 \cdot 10^{-4}$ bei 2000 K und $3,60 \cdot 10^{-3}$ bei 2500 K.

Welche der folgenden Aussagen stimmt?

- A) Für Hin- und Rückreaktion gilt: $\Delta H = 0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B) Exotherme Hinreaktion und exotherme Rückreaktion
- C) Exotherme Hinreaktion und endotherme Rückreaktion
- D) Endotherme Hinreaktion und exotherme Rückreaktion

Lernziele: Temperaturabhängigkeit von chemischen Gleichgewichten. Quantitative Formulierung über das Massenwirkungsgesetz. Exotherme und endotherme Reaktionen.

Physikalische Chemie

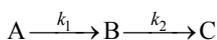
Die folgenden beiden Beispiele aus der Reaktionskinetik sind für das vierte Semester:

Beispiel 5: Klassifizieren Sie die Reaktionsschritte (1) bis (4), wobei M ein Stoßpartner ist!

- (1) $\text{Br} + \text{H}_2 \rightarrow \text{HBr} + \text{H}$
 - (2) $2 \text{Br} + \text{M} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{M}$
 - (3) $\text{H} + \text{HBr} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Br}$
 - (4) $\text{Br}_2 + \text{M} \rightarrow 2 \text{Br} + \text{M}$
- A) (1+2+3) Propagation, (4) Termination
 B) (1+3) Propagation, (2) Termination, (4) Initiation
 C) (1+3+4) Propagation, (2) Termination
 D) (1+3) Propagation, (2) Initiation, (4) Termination

Lernziele: Teilschritte von Kettenreaktionen erkennen und mit den Fachtermini Start/Initiation, Kettenverlängerung/ Propagation, Abbruch/Termination benennen.

• **Beispiel 6: Gegeben ist die Folge-reaktion**



Wenn die Bildung des Intermediats B der geschwindigkeitsbestimmende Schritt ist, dann ist

- A) $k_1 \gg k_2$
- B) $k_1 \approx k_2$
- C) $k_1 \approx 0$
- D) $k_1 \ll k_2$

Lernziele: Unterschied zwischen Bildungs- und Zerfallsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitskonstante, geschwindigkeitsbestimmender Schritt.

Auflösung auf Seite 166

Von der Konzeption bis zur Diskussion

◆ Nach der Devise „Nichts motiviert so wie Erfolg“ sind die ersten Fragen in der Regel vergleichsweise einfach. Der Schwierigkeitsgrad steigert sich im Verlauf der Quiz-Sitzung. Dabei zeigt sich, dass die Bedeutung der Grundlagen gar nicht überschätzt werden kann: Studierende scheitern beim Lösen komplexer Probleme nicht selten an fehlenden Basiskenntnissen und -fähigkeiten.

Von den Antworten der Quizfragen ist nur eine richtig. Bei den falschen Antworten nehme ich in der Regel eine hinzu, die relativ nahe an der richtigen Lösung ist (Beispiel 3-C im Kasten), sowie eine, die ganz daneben liegt (Beispiel 1-D im Kasten). Gerade die Antworten, die völlig falsch sind, bieten Raum für sachlich klärende, pointierte und auch süffisante Kommentare.

Sinnvoll sind auch klassische Lernerantworten, die typische Fehler enthalten. Ein Beispiel ist die Berechnung des pH-Werts einer 10^{-9} -molaren wässrigen HCl-Lösung mit dem Lösungsangebot pH 9 als verführerischer Antwort. Erst die anschließende Diskussion bringt dann für Lernende Licht ins Dunkel: „pH 9 scheint auf den ersten Blick sinnvoll, wenn man einfach die Formel für den pH-Wert anwendet. Aber aufgepasst: basischer pH oberhalb von 7 und eine starke Säure wie HCl – das geht gar nicht. Bitte denken Sie an die Autoprotolyse des Wassers: Neutrales Wasser hat einen pH von 7.“

Das gemeinsame Besprechen des Lösungsweges durch lautes Nachdenken und Kommentieren hilft allen Teilnehmern, ihre eigenen Gedankengänge zu reflektieren und Denkschemata zu hinterfragen. Damit ist ein Quiz ein leistungsfähiges Instrument zur Selbstlernkontrolle.

Die Vorteile des anonymen Abstimmungsmodus sind hier offen-

sichtlich: Keiner der Teilnehmer muss befürchten, sich zu blamieren. Manchmal kommen aus dem Auditorium spontane und witzige Kommentare – all dies trägt dazu bei, eine lockere, positive und trotzdem fokussierte und konzentrierte Lernatmosphäre zu schaffen.

Insgesamt kamen von den Studenten bei den regelmäßigen Lehr-evaluationen bislang ausschließlich positive Rückmeldungen zum Einsatz von Quiz-Fragen.

Dies hier ist allerdings ein subjektiver Erfahrungsbericht, der keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Theoretische, empirische und pädagogische Grundlagen zu diesem Thema einschließlich der Literatur fehlen hier daher – dies mögen mir die Kollegen aus der Fachdidaktik verzeihen. Auch zu Auswirkungen auf die Verbesserung des Studienerfolges kann ich keine belastbaren Daten liefern. Hier wäre eine Zusammenarbeit mit den empirischen Bildungswissenschaften notwendig und erwünscht.

Die Technik und praktische Aspekte

◆ Während ich vor einigen Jahren als Dozent noch die (nicht ganz billigen) Abstimmungsgeräte in den Hörsaal schleppen musste, bringt heute fast jeder Student mit einem Smartphone sein eigenes Gerät mit. Zudem sind die Universitäten heutzutage mit einer flächendeckenden kabellosen Internetverbindung (WLAN/WiFi) ausgestattet (Eduroam). Gerade bei Pflichtveranstaltungen im Grundstudium mit vielen Hörern ist dies von Vorteil: Die Kosten für Abstimmungsgeräte sowie die Zeit für das Austeilen und Einsammeln der Geräte, die Einsatz und Verbreitung dieser Technik nicht gerade beflügelt haben, fallen weg.

Für die Durchführung von Quiz-Abfragen gibt es sowohl frei verfügbare als auch käufliche Soft-

ware. Beispiele für frei verfügbare Software sind ARSnova von der Technischen Hochschule Mittelhessen¹⁾ und PINGO von der Universität Paderborn.²⁾ In meinen Veranstaltungen setze ich die kommerziell erhältliche Software EduVote³⁾ ein, da sie einfach zu bedienen ist und vor allem eine einfache Anbindung an Powerpoint (MS Office) über ein Zusatzmodul erlaubt. Die entsprechende App ist in der Regel im Play Store (Android) oder im App Store (Apple) vorhanden. Alternativ kann man sie sich von der Eduvote-Webseite herunterladen.

Appell zur Kooperation in der Lehre

◆ Auf der Webseite MINT-Lernen⁴⁾ finden sich weitere Beispiele aus allgemeiner und physikalischer Chemie als Dateien zum Herunterladen ohne Registrierung. Wenn Sie Ihre eigenen Quizfragen aus der Chemie und gerne auch aus anderen Naturwissenschaften weiteren Kollegen und Interessierten zur Verfügung stellen möchten, dann schicken Sie diese bitte an webmaster@mint-lernen.de.

Auf Ihre eigenen Quiz-Beispiele sowie Ihre Kommentare und Anregungen freue ich mich.

Sebastian Schlücker, Jahrgang 1973, hat in Würzburg promoviert, war Postdoktorand an den National Institutes of Health in den USA, und hat sich in physikalischer Chemie habilitiert. Von 2008 bis 2012 war er Professor (W2) für Experimentalphysik an der Universität Osnabrück und ist seitdem Professor (W3) für physikalische Chemie an der Universität Duisburg-Essen. Er ist Mitglied der Studienkommission der Bunsengesellschaft für Physikalische Chemie und engagiert sich beim jährlichen Schülertraining in Nordrhein-Westfalen für die Internationale Chemieolympiade.

Lösungen: 1-A; 2-C; 3-B; 4-D; 5-B; 6-D

1) <https://arsnova.thm.de/blog/>

2) <http://tryingogo.com/de>

3) www.eduvote.de

4) www.MINT-lernen.de