

Die Publikumsfrage in der Chemie-Vorlesung

Gregor Fels

Universität Paderborn, Fakultät für Naturwissenschaften, Department Chemie
Warburgerstraße 100, D-33098 Paderborn, fels@uni-paderborn.de

Wer kennt sie nicht, die Quizsendung „Wer wird Millionär“, bei der auch die Zuschauer im Studio über die Publikumsfrage aktiv am Quiz beteiligt werden? Technisch erfolgt das über ein „personal response system“ (PRS), mit dem sich registrieren und anzeigen lässt, wie viel Prozent der Zuschauer jeweils welche der vorgegebenen Antworten für die richtige Lösung hält. Da ist man auch als Zuschauer ganz bei der Sache, und sollte man einmal die Antwort nicht gewusst oder die Frage sogar falsch beantwortet haben, kann man trotzdem noch zufrieden sein, denn man hat ja nichts verloren, sondern im Gegenteil noch etwas dazu gelernt.

Was die Zuschauer bei der Publikumsfrage machen, das können Studierende in einer interaktiven Lehrveranstaltungen auch tun, wenn nämlich die traditionelle Vorlesung um solche motivations- und interaktionsfördernde Elemente erweitert wird. Moderne Techniken erlauben es heute, dass sich Studierende während der Vorlesung interaktiv beteiligen und somit die passive Rolle verlassen, die sie in traditionellen Vorlesungen innehaben.

In der Tat sind Verfahren zur Teilnehmerbefragung in Vorlesungen lange bekannt,^[1] haben aber erst in den letzten Jahren soweit an Akzeptanz gewonnen, dass nicht nur Quizmaster sich dieser Methodik bedienen. So werden von verschiedenen amerikanischen Firmen heute PRS-Lösungen angeboten, die in Bezug auf Praktikabilität, Ansprechzeit und Preis aber auch unter der Prämisse einer leichten und intuitiven Bedienbarkeit und Auswertung kaum Wünsche offen lassen. Beispiele solcher Systeme sind das

- Cricket System von Interwrite Learning,^[2]
- Class Performance System von Turning Technologies,^[3]
- i>clicker System der gleichnamigen Firma.^[4]

In allen Fällen kommunizieren Sender, die von den Studierenden bedient werden, mit einem Empfänger, der an einem Notebook angeschlossen ist. Die Sender werden jeweils zu Beginn der Vorlesung ausgeteilt und am Ende wieder eingesammelt oder man macht es wie am Chemistry Department der University of California, Berkeley, wo die Sender gleich zusammen mit dem Buch zur Vorlesung verkauft werden.^[5]

Die Technik

Hier soll stellvertretend für diese PRS-Lösungen das „Interwrite™ Cricket“-System von Interwrite Learning beschrieben werden, das im Rahmen einer organisch chemischen Grundvorlesung mit Bachelor- und Lehramtsstudierenden der Chemie im 2. Semester getestet worden ist. Jeder einzelne Studierende bekam dabei einen Radiosender (2.4 GHz), ein sog. Cricket (siehe Abb. 1), der mit dem Empfänger im USB-Schacht des Labtops des Dozenten kommuniziert. Die Sender wurden jeweils zu Beginn der Vorlesung ausgeteilt und am Ende wieder eingesammelt. Prinzipiell wäre auch eine Vorgehensweise denkbar wie am Chemistry Department der University of California, Berkeley, wo die Sender gleich zusammen mit dem Buch zur Vorlesung verkauft werden.^[5] Die Crickets sind batteriebetrieben (2 AAA Batterien) und haben – neben der Ein-/Ausschalttaste – 8 Antworttasten, sechs mit den Ziffern 1-6 bzw. den Buchstaben A-



Abb. 1: Der Handsender (Cricket) enthält verschiedene Knöpfe mit denen der Student mit dem Empfänger kommunizieren kann.

F, und zwei Tasten für die Antworten „richtig“ (T = true) und „falsch“ (F = false). Sie besitzen außerdem 4 LEDs die anzeigen, ob das Gerät eingeschaltet und ob eine gegebene Antwort erfolgreich an den Empfänger übertragen worden ist. Prinzipiell könnte man auch über die LEDs anzeigen lassen, ob eine gegebene Antwort richtig war.

Auf meinem Notebook ist die PRS-Software installiert (z.Z. Version 4.24.00.10), mit der die Kommunikation zwischen Sendern und Empfänger gesteuert wird und mit der die Ergebnisse ausgewertet und archiviert werden. Die Installation der Windows-basierten Software erfolgt problemlos mit der frei verfügbaren Installationsdatei,^[2] wobei u.a. auch ein entsprechendes Icon zum Aufruf der Software auf dem Desktop abgelegt wird. Das Programm hat außer einer Hilfefunktion vier Menüpunkte (siehe Abb. 2).

- Datei: Für generelle Einstellungen und zum Beenden des Programms
- RF: Zum Starten und Beenden einer Sitzung und zur Konfiguration der Crickets
- Verbindung: Zur Kommunikation zwischen den Crickets und dem Sender
- Ansicht: Mit den vier Unterpunkten Klassen, Lektionen, Sitzungen und Bewertungsmappe, die noch einmal in einer piktografischen Menüzeile unter dem Hauptmenü aufgeführt sind:
 - Klassen: Dient zur Einrichtung und Verwaltung von Studierendengruppen einer gegebenen Veranstaltung.
 - Lektionen: Erlaubt das Einrichten oder Einladen von Tests unabhängig von PowerPoint (als dem Standardverfahren zur Durchführung der Tests).
 - Sitzungen: Enthält die Aufzeichnungen der einzelnen bereits durchgeführten Tests für eine spätere Nachbearbeitung und Bewertung.
 - Bewertungsmappe: Dient zur Benotung der Testergebnisse auf der Basis von amerikanischen Notenschemata.

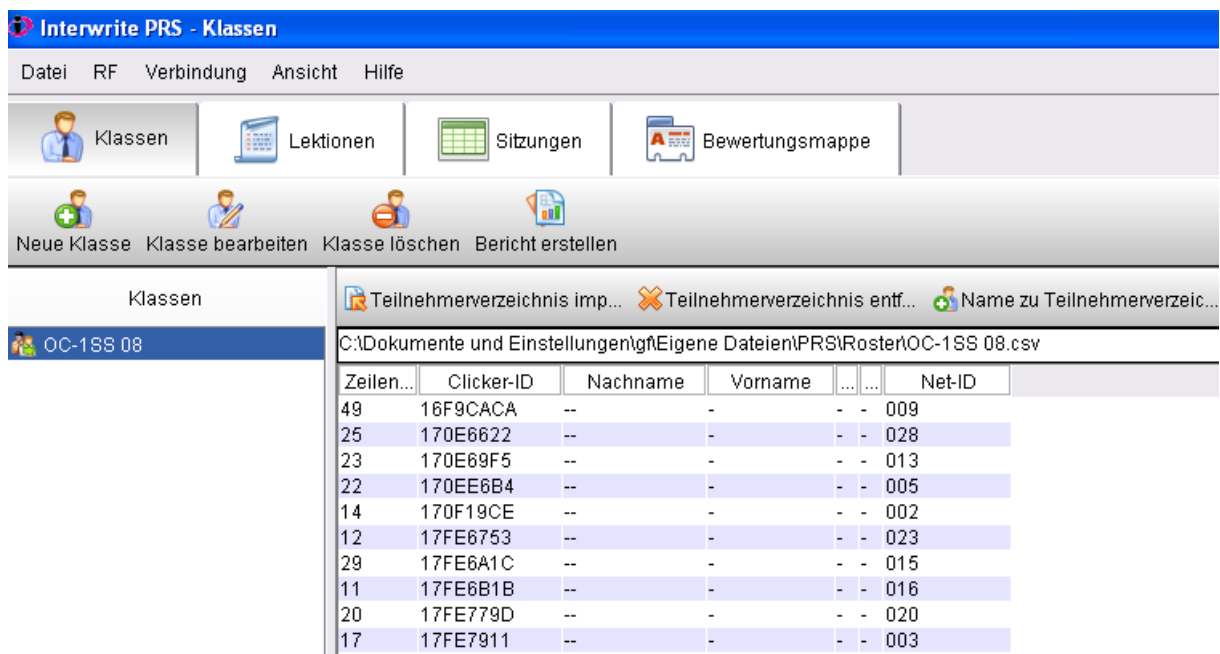


Abb. 2: Oberfläche der PRS Software mit geöffnetem Untermenü der Klassen. Angezeigt sind auch einige der Teilnehmer der gezeigten Klasse, geordnet nach der Clicker-ID.

Zum Einrichten einer neuen „Klasse“, d.h. für die Zusammenstellung von Teilnehmern an einem Kurs, legt man eine neue Klasse an (siehe entspr. Menüpunkt in Abb. 2) und aktiviert

das PRS durch Einstecken des Empfängers in einen USB-Slot des Laptops. Dabei wird automatisch abgefragt, welche der vorhandenen Klassen gestartet werden soll, und es wird eine Kanalsuche für die optimale Verbindung zwischen den Crickets und dem Empfänger vorgenommen. Durch Eingabe dieser Kanalnummer auf den Crickets melden sich diese automatisch für die Klasse an. Es müssen nicht alle Crickets gleich beim ersten Mal angemeldet werden, sondern sie können sich auch in einer späteren Sitzung noch in eine gegebene Klasse einreihen. Andererseits müssen auch nicht bei einer späteren Sitzung immer alle angemeldeten Crickets am Test teilnehmen. Nur die jeweils angemeldeten werden bewertet.

Ein entscheidender Punkt bei der Installation der Software ist aber auch, dass sich das Programm automatisch in PowerPoint integriert, wobei die Buttons „neue Frage“, „Frage bearbeiten“ und „Frage löschen“ in das PowerPoint-Menü (bei Office 2007 in die „Add-Ins“) eingefügt werden, wodurch ein sehr einfaches und komfortables Erstellen von Fragefolien ermöglicht wird.

The screenshot shows the 'Frageeigenschaften bearbeiten' (Edit Question Properties) dialog box. It contains the following fields and options:

- Name der Frage:** A text input field.
- Frage Typ:** A dropdown menu with options: Multiple-Choice, Richtig/Falsch, Serie, Kurze Antwort, Numerisch, Umfrage.
- Typ der Auswahlmöglichkeiten:** A dropdown menu with options: Zahlen, Buchstaben.
- Anzahl der Auswahlmöglichkeiten:** A list box with options: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.
- Punkte:** A list box with options: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30.
- Richtige Antwort:** A list box with options: Keine, 1, 2, 3, 4, 5, Beliebige.
- Anzahl der Versuche:** A dropdown menu with the value 3.
- Timer:** A dropdown menu with the value 00:30.
- Buttons:** OK and Abbrechen.

Abb. 3: Eingabeoptionen für die Konfigurierung einer Frage in PowerPoint

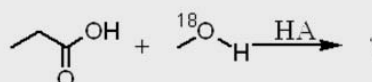
Im Einzelnen gibt man für eine Frage an (siehe Abb. 3), um welchen Frage-Typ es sich handelt (üblicherweise Multiple choice), ob die Antworten mit Hilfe von Zahlen oder Buchstaben durchnummeriert werden, wie viele Antworten zur Auswahl gegeben werden, ggf. mit wie viel Punkten man die Antwort bewerten will und unter welcher Nummer die richtige Antwort steht. Schließlich muss noch festgelegt werden, wie häufig eine gegebene Antwort korrigiert werden darf und wie viel Zeit zur Beantwortung gewährt wird. Damit sind die Bedingungen für die Frage gesetzt und mit der „OK-Taste“ wird der Vorgang abgeschlossen, und auf der Folie erscheint das „Interwrite Learning Icon“ zum Zeichen, dass es sich um eine aktive Fragefolie handelt. Dann muss man nur noch die Frage auf dieser Folie formulieren und die vorgegebenen Antworten durchnummeriert auflisten. Das kann beliebig einfach gestaltet werden, oder man bettet – etwas aufwendiger – die Frage in das Layout der anderen Vorlesungsfolien ein (siehe Abb. 4).

Die Durchführung

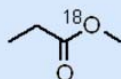
Will man die so vorbereiteten Folien zu einem späteren Zeitpunkt nutzen, lädt man die PRS-Software und steckt den Sender in einen USB-Schacht. Dank der Windows-Technologie wird der Empfänger automatisch identifiziert und sucht – nach Angabe der zu verwendenden Klasse – den optimalen Kanal für die Kommunikation mit den Crickets. Die Studierenden melden ihre Crickets über diesen Kanal an, der Dozent startet die PowerPoint Präsentation, und los geht's.

Organische Chemie Chapter 18 End of Chapter Questions

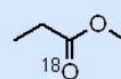
What would be the product of the following reaction?



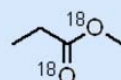
1



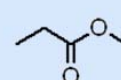
2



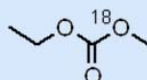
3



4



5



Solomons, Organic Chemistry, 9/e

Folie 3



Abb. 4: Beispiel einer Fragefolie in PowerPoint. Der Bearbeitungsbalken am unteren Ende der Folie erscheint nur in einer aktivierten PRS-Sitzung.

Kommt man dann im Verlauf der Präsentation zu einer PRS-Folie, erscheint zusätzlich ein Bearbeitungsbalken mit einem Start-, Unterbrechungs- und Stopp-Button für die Steuerung der Frage, einem Feld mit der Fragennummer (hier die zweite von neun Fragen) und einem weiteren Feld mit der zur Verfügung stehenden Zeit (hier noch restliche 16 sec einer laufenden Frage). Das vorgestellte Minus-Zeichen zeigt an, dass diese Zeit herunter gezählt wird. Bei einer eingestellten Antwortzeit von beispielsweise 30 sec färbt sich das Zeitfenster innerhalb der letzten 10 sec rot, wodurch auch farblich kenntlich gemacht wird, dass die verfügbare Zeit bald abgelaufen ist. In einem dritten Feld, das mit einem Plus-Zeichen versehen ist, wird bei gestarteter Frage aufgelistet, wie viele Teilnehmer bereits schon geantwortet haben (im gezeigten Beispiel haben bereits 26 Teilnehmer einen Antwortknopf gedrückt). Mit den verbleibenden Auswahlpunkten lässt sich später das Layout des Ergebnisfensters verändern.

Dieses Ergebnisfenster erscheint automatisch nach Ablauf der gewährten Beantwortungszeit und gibt zum Einen summarisch den prozentualen Anteil der richtigen, falschen und ungültigen Antworten wieder. Zum Anderen wird, was viel wichtiger ist, eine detaillierte

grafische Aussage darüber gemacht, wie viel Prozent sich für die jeweiligen Antworten entschieden haben (siehe Abb. 5a/b). Alternativ kann die Angabe auch in absoluten Teilnehmerzahlen dargestellt werden. Diese Grafik und die zugrundeliegenden Daten werden dabei automatisch auf dem Notebook gespeichert und können so später z.B. direkt als pdf-File ausgegeben oder zur weiteren Bearbeitung in andere Programme (z.B. Excel) exportiert werden.

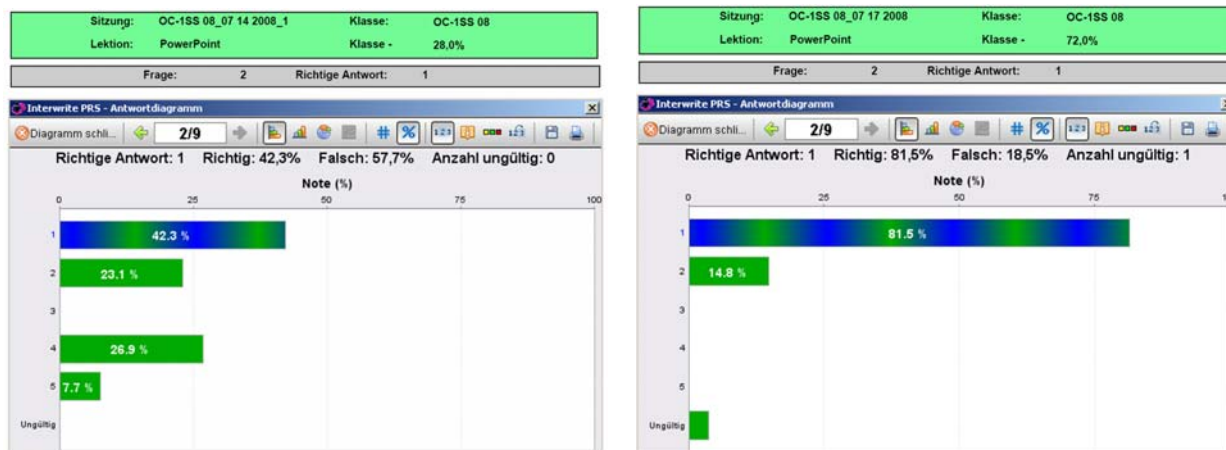


Abb. 5: Antwortfenster mit grafischer Auswertung. Links (Abb. 5a) sind die Antworten der Testfrage aus Abb. 4 gezeigt, rechts (Abb. 5b) die Antworten bei der Wiederholung dieser Frage in einer späteren Vorlesung.

Die Datenanalyse

Die in Abb. 5 gezeigte grafische Antwort gibt nur die summarische Auswertung einer Testfrage über alle Teilnehmer wieder. Bei einer persönlichen Zuordnung der Sender zu den einzelnen Teilnehmern der Vorlesung kann man jedoch auch so weit gehen, dass die Teilnahme am Test und das Abschneiden bei den einzelnen Fragen für jedes einzelne Cricket, d.h. für einzelnen Teilnehmer aufgezeichnet werden wird (siehe Abb. 6).

Sitzungsdaten					Richtige Antworten		
Frage	Name	Clicker-ID	Teiln...	Antwort	Frage	Antwort	Punkte
1	--	199C9721	001	2	1	2	1
2	--	199C9721	001	3	2	3	1
3	--	199C9721	001	4	3	4	1
4	--	199C9721	001	1	4	1	1
1	--	170F19CE	002	4			
2	--	170F19CE	002	5			
3	--	170F19CE	002	4			
4	--	170F19CE	002	1			

Abb. 6: Detaillierte Auflistung von Ergebnissen mit Zuordnung zu den Crickets.

Wie aus Abb. 6 zu erkennen ist, hat Teilnehmer 1 alle 4 von 4 gestellten Fragen richtig beantwortet, Teilnehmer 2 dagegen hat die beiden ersten Fragen richtig, aber Frage 3 und 4 falsch beantwortet. Analog lässt sich zeigen, ob ein Teilnehmer an der Abstimmung erst gar nicht teilgenommen oder eine ungültige Antwort abgegeben hat, d.h. man hat mit dem PRS-Verfahren prinzipiell auch ein Beurteilungssystem, dass eine Notengebung erlaubt. Da die PRS-Software aus den USA kommt, ist eine solche Bewertung für das USA-Notensystem vorbereitet und unter dem Menüpunkt „Bewertungsmappe“ einfach vorzunehmen. Dabei

werden neu hinzukommende Testergebnisse zu bereits bestehenden immer wieder hinzugefügt, so dass sich am Ende des Kurses eine summarische Bewertung mit einer abfallenden Benotung von A bis F über alle Testfragen ergibt.

Aber selbst wenn man so weit nicht gehen will, bringt der Einsatz eines PRS große Vorteile. Fünf Aspekte erscheinen mir hier wichtig:

- Erstens bietet es die einzigartige Möglichkeit, die Hörer an der Lehrveranstaltung zu beteiligen. Natürlich kann man sonst auch – bei nicht allzu großer Hörerzahl – Fragen in die Vorlesung einstreuen, um sich ein Bild über den Wissensstand zu machen und die Studierenden aktiv zu beteiligen. Aber ein solches Verfahren gibt ein eher falsches Bild, da nur die Meinung Einzelner gehört wird, wobei es sich üblicherweise nur um eine kleine Anzahl immer wieder derselben Hörer handelt.
- Zweitens ist bei einer Verfahrensweise mit zufällig zugeordneten Sendern absolute Anonymität garantiert, was das Verfahren sozial und akademisch ungefährlich macht. Jeder kann bedenkenlos teilnehmen und eine ehrliche Antwort geben, ohne sich zu „outen“ oder gar zu blamieren.
- Drittens bewirkt das PRS, dass die Vorlesung weniger formal ist und dass die Atmosphäre stärker auf die Studierenden hin ausgerichtet ist.
- Viertens kann der Dozent erkennen, ob die Studierenden die Ausführungen verstanden haben und kann ggf. Missverständnisse sofort ausräumen.
- Und fünftens macht es den Studierenden offensichtlich Spaß, sich den Fragen zu stellen und sich mit anderen im Test zu messen. Knapp 95 % der Vorlesungsteilnehmer haben regelmäßig am PRS teilgenommen (siehe Evaluierung).

Es ist dann auch erfreulich – und beeindruckend – den Lerneffekt an praktischen Beispielen zu sehen. Wird beispielsweise eine Frage von vielen Teilnehmern auf ganz unterschiedliche Weise falsch beantwortet, kann man nicht nur die richtige Antwort erklären, sondern man kann auch auf die falschen Antworten eingehen. Stellt man die gleiche Frage dann in einer späteren Vorlesung noch einmal, ist der Prozentsatz richtiger Antworten durchweg sehr hoch (siehe Abb. 5b). Zumindest dieses Wissen hat sich festgesetzt.

Die Evaluierung

Zwei Typen von PRS-Fragen sind bei der Evaluierung der Methodik zum Einsatz gekommen. Zum Einen die sog. „In chapter questions“ als Teil der laufenden Vorlesung, um die besprochenen Inhalte direkt anzuwenden und zu vertiefen, aber auch um zu prüfen, ob der betreffende Vorlesungsinhalt angekommen ist. Zum Anderen wurden nach Beendigung eines Kapitels zu Beginn der nächsten Vorlesungsstunde sog. „End of chapter questions“ gestellt. Innerhalb einer doppelstündigen Vorlesung sind etwa 10 Fragefolien eingestreut worden. Bei den „End of Chapter Questions“ wurden 8-10 Fragen direkt nacheinander gestellt. Bei diesen hat es sich zwar als gut erwiesen, mit einer einfachen Frage zum „Aufwärmen“ zu beginnen, aber die wertvollen Fragen sind doch eher die schwierigeren, die zu einer breiten Palette von Antworten führen. Sie erzwingen eine Diskussion unter den Studierenden und zeigen mir die Denkweise, die Missverständnisse und die Defizite der Studierenden, auf die ich unmittelbar eingehen kann. Der Lerneffekt dabei ist bemerkenswert.

Es gibt aber noch weitere „best practise“ Erfahrungen, die ich gemacht habe:

- Die Fragen sollten kurz und präzise sein, damit sie schnell umgesetzt werden können.
- Man sollte nicht mehr als 5 Antwortoptionen geben, auch um z.B. mit einer Antwortzeit von z.B. 30 sec auszukommen.
- Als Antworten eignen sich in der Organik am besten Strukturformeln, da sie leichter erfasst werden als Textzeilen.

- Fragen mit mehrfachen korrekten Antworten sollten vermieden werden, da sie eher verwirren.
- Fragen sollten ohne Zuhilfenahme von Hilfsmitteln (Papier und Bleistift) zu lösen sein.
- Die Ergebnisgrafik sollte man nie unkommentiert lassen, selbst wenn die Mehrheit der Antworten korrekt ist.

Schließlich habe ich das PRS auch genutzt, um das System selber zu evaluieren, um also die Meinung der Teilnehmer zum PRS abzufragen. Dazu sind die folgenden 10 Fragen gestellt worden, deren Beantwortung in Tab. 1 zusammengefasst ist:

1. Nehmen Sie regelmäßig am PRS teil?
2. Sind die Fragestellungen übersichtlich dargestellt?
3. Sind die Problemstellungen in der vorgegebenen Zeit gut zu erfassen?
4. Ist die Bearbeitungszeit angemessen?
5. Sind die im Kapitel eingefügten Fragen hilfreich zum Verständnis?
6. Sind die „End of chapter questions“ hilfreich zur Wiederholung des Themas?
7. Arbeiten Sie Themen nach, zu denen Sie die Fragen falsch beantwortet haben?
8. Spornet das PRS Sie an, die Vorlesung konsequenter zu verfolgen?
9. Halten Sie das PRS für hilfreich, oder lenkt es eher von den wesentlichen Punkten ab?
10. Sollte ein PRS in weiteren Lehrveranstaltungen eingesetzt werden?

Frage-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Antworten	% - Angaben									
ja	94	80	0	3	73	94	17	83	83	77
nein	3	0	3	7	0	0	36	10	0	0
meistens	-	-	57	60	-	-	-	-	-	-
gelegentlich	0	-	-	-	-	-	40	-	-	-
selten	-	-	37	30	-	-	-	-	-	-
geht so	-	17	-	-	27	3	-	-	-	-
ungültig	3	3	3	0	0	3	7	7	10	20
keine Antwort	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tab. 1: Auswertung der PRS-Evaluation

Das Resultat ist erfreulich, zeigt aber auch klar die Punkte auf, die verbessert werden müssen. Die wichtigsten Ergebnisse der Auswertung sind:

- 94 % der Teilnehmer an der Vorlesung haben regelmäßig am PRS teilgenommen.
- Nur 3 % empfand die Bearbeitungszeit (30 s) generell als angemessen, 60 % kamen meistens damit zu Recht, die restlichen etwa 40 % eher selten. Das liegt sicher zum Teil an einer zu schlechten Formulierung der Frage oder an zu komplexen Fragestellungen, die „im Kopf“ nicht immer einfach in der knappen verfügbaren Zeit zu lösen waren.
- Die „In Chapter Questions“ halten 73 % für hilfreich, die „End of Chapter Questions“ sogar 94 %.
- Nur 17 % der Studierenden hat Themengebiete nachgearbeitet, zu denen sie/er die Fragen falsch beantwortet hat. 40 % hat das noch gelegentlich getan, die restlichen 40 % gar nicht.
- Erfreulich sind dagegen wieder die Antworten zu den Fragen 8-10, die zeigen, dass etwa 80 % zum Einen bestätigt, dass das PRS sie anspornet, die Vorlesung konsequenter zu

verfolgen, und zum Anderen dass sie ein PRS für hilfreich halten und sich daher wünschen würden, dass das System auch in anderen Vorlesungen eingesetzt wird.

Ein Fazit

Die Ergebnisse sind sicher Ansporn genug, über die Etablierung eines „Student Response Systems“ zumindest in Veranstaltungen des Basisstudiums, d.h. in den ersten 4 Semestern des Bachelorstudiums, nachzudenken. Für mich persönlich steht die Entscheidung fest. PRS ist in diesem Studienabschnitt eine klare Verbesserung der Qualität Lehre, und ich fühle mich darin nicht nur durch die Befragungsergebnisse bestärkt, sondern auch durch das persönliche Feedback der Studierenden.

Die Technik in Kürze

“Personal Response Systems” (PRS) verwenden:

- einen Handsender als Eingabemedium für die Antwort (Cricket oder Clicker),
- einen Empfänger, der die Signale der Teilnehmer aufnimmt und an einen Computer (Laptop) überträgt,
- ein Notebook, mit dem die Fragen in Form einer PowerPoint-Datei präsentiert und auf dem die Antworten gespeichert und verarbeitet werden und
- einen Projektor (Beamer), mit dem die Fragefolien und die Ergebnisse gezeigt werden.

Literatur

- [1] J. Casanova, *J. Chem. Edu.* **1971**, *48*, 453.
- [2] <http://www.interwritelearning.de/products/cricket/detail.html>.
- [3] <http://www.turningtechnologies.com/highereducationinteractivelearning.cfm>.
- [4] <http://www.iclicker.com/index.html>.
- [5] <http://campustechnology.com/articles/38434/>.

Kontakt

Prof. Dr. Gregor Fels
Department Chemie
Universität Paderborn
Warburgerstr. 100
33098 Paderborn
Tel.: 05251-602181
eMail: fels@uni-paderborn.de