

Susanne SPIES, Siegen, Gabriele WICKEL, Siegen

„Mathematik Neu Denken“: Impulse zur Neugestaltung der universitären Lernumgebung

Methoden Neu Denken!

Mathematik Neu Denken, ein Tandemprojekt an den Universitäten Gießen und Siegen (2005-2011), ist angetreten, die Ausbildung angehender Gymnasiallehrerinnen und -lehrer neu zu durchdenken und professionsbezogen zu gestalten (zu Motivation und Durchführung vgl. Beutelspacher u.a. 2011, S. 5-30). Neben klaren inhaltlichen Akzentverschiebungen in den fachmathematischen und fachdidaktischen Lehrveranstaltungen wurden auch die klassischen Lehr- und Lernformen des Mathematikfachstudiums in den Blick genommen: Ein Pfeiler der Projektidee bestand daher in der Neuorientierung der universitären Lernumgebung. Diese ist von der Überzeugung getragen, dass jedes Mathematiklernen der *Balance von Instruktion und Konstruktion* bedarf. Der methodische Ansatz beruht u.a. auf Grundsätzen der allgemeinen Lehr-Lern-Forschung (vgl. Reinmann u.a. 2006). In diesem Geiste wurden insbesondere die hochschulmathematischen Veranstaltungen, in denen traditionell instruktionsorientierte Lehrformen vorherrschen, zugunsten konstruktivistisch orientierter Lernformen verändert (vgl. Beutelspacher u.a. 2011, S. 149-173). Ziel dieser Veränderungen war zum einen, den Aufbau eines tragfähigen mathematischen Weltbilds im Spannungsfeld von *Produkt- und Prozessorientierung* zu unterstützen. Außerdem sollte die Lernumgebung das *Sprechen über Mathematik* ermöglichen und so den verstehensorientierten Umgang der Lernenden mit den mathematischen Gegenständen anbahnen. Ein dritter Punkt betrifft den erfolgreichen Umgang der Studierenden mit der Hochschulmathematik: Lernumgebungen, die eine eigenaktive Konstruktion des Wissens bei den Studierenden unterstützen, können der identitätsstiftende Ort für die Thematisierung von fachlichen Lernprozessen werden.

Das Gruppenpuzzle in den Übungen zur Hochschulanalysis

Den Kernpunkt der methodischen Veränderung am Standort Siegen bilden die *klassischen Übungen* zu den Vorlesungen Analysis I/II. Hier wurden insbesondere im schulischen Kontext erprobte kooperative Methoden (vgl. z.B. Barzel u.a. 2007) für die Hochschullehre adaptiert. Gerade die Übungen, deren Methode im Gegensatz zum per se instruktionsorientierten Dozentenvortrag in Vorlesungen nicht festgelegt ist, stellen eine ausgezeichnete Möglichkeit dar, die *Balance von Instruktion und Konstruktion* beim Mathematiklernen herzustellen.

Die traditionelle Aufgabe von „Besprechungsübungen“, jedem Teilnehmer Lösungen zu bearbeiteten und zur Korrektur abgegebenen Aufgaben zur Verfügung zu stellen, wurde also um die vorgestellten Zielsetzungen kooperativer Arbeitsformen ergänzt. Eine kooperative Methode, die dies unserer Erfahrung nach besonders gut leistet, ist das *Gruppenpuzzle*. Mit dessen Hilfe wurden im Projekt auch ganz klassische Aufgaben zur Hochschulanalysis besprochen. Insofern ergänzen die folgenden Projekterfahrungen die Ausführungen in Beutelspacher u.a. 2011, S. 152ff.

5 Min.	Eingangsphase (Plenum): Begrüßung, Rückgabe der korrigierten und zu besprechenden Übungszettel, Hinweise zum Ablauf der Übungsstunde, Gruppeneinteilung
30 Min.	Expertenrunde (4 Gruppen zu je 5 Personen): <i>„Erstellen Sie eine ausführliche Lösung zu Aufgabe xy. Klären Sie dabei auch individuelle Fragen zur eigenen Lösung (Warum gab es Punktabzug? Verstehe ich die Korrektur? usw.) zunächst untereinander. Wo bestehen weiterhin Probleme?“</i> <i>Wichtig: Jedes Gruppenmitglied sollte die Ergebnisse so verstanden und festgehalten haben, dass es sie nachher anderen als Experte erklären kann!“</i> Mögliche „Hilfsmittel“: Gruppenmitglied mit vollständiger Lösung, Lösungsskizze, Hinweise auf entsprechende Stellen im Skript o.ä.
40 Min.	Unterrichtsrunde (5 Gruppen zu je 4 Personen): <i>„Stellen Sie sich gegenseitig die Ergebnisse der Expertenrunde vor, so dass nachher jeder die Lösungen zu allen Aufgaben des Übungsblattes vorliegen und verstanden hat. Fragen sollten zuerst dem jeweiligen Experten gestellt und in der Gruppe diskutiert werden. Bleiben dabei Unklarheiten, formulieren Sie diese so präzise wie möglich, um sie anschließend im Plenum zur Diskussion zu stellen.“</i>
15 Min.	Abschlussphase (Plenum): Klären offener Fragen aus der Unterrichtsrunde, Allgemeine Hinweise zum neuen Übungsblatt, Organisatorisches ...

Abb. 1: Verlaufplan einer idealtypischen Besprechungsübung in einer Gruppe mit 20 Personen

Die 90minütige Übung beginnt mit einer kurzen Eingangsphase im Plenum (vgl. Abb. 1). Hier besteht für die Studierenden die Möglichkeit, sich mit ihren Korrekturhinweisen zu beschäftigen und sich evtl. offene Fragen und Probleme zu den Aufgaben wieder ins Gedächtnis zu rufen. In der Eingangsphase werden außerdem die Gruppen für die folgende „Expertenrunde“ eingeteilt. Ziel der Arbeit in der Expertenrunde ist, dass die Mitglieder jeder Gruppe zu Experten für genau eine der zu besprechenden (Teil-) Aufgaben werden (für mögliche Arbeitsgrundlagen vgl. Abb. 1). Für die folgende Unterrichtsphase werden die Studierenden so zusammengesetzt, dass es in jeder Gruppe einen Experten pro Aufgabe gibt. Diese präsentie-

ren der Kleingruppe reihum „ihre“ Lösungen und stehen den anderen für Rückfragen zur Verfügung. In dieser Phase muss sich nun *jeder* Teilnehmer einmal in der Lehrerrolle erproben (vgl. Abb.1). Je nach Inhalt bieten sich für diese Phase auch andere Präsentationsformen, wie etwa ein Museumsrundgang an (vgl. Beutelspacher u.a. 2011, S. 156f). Fragen, die in der Unterrichtsrunde nicht geklärt werden können, oder Hinweise des Übungsleiters für alle können dann im abschließenden Plenum angesprochen werden.

Einige organisatorische Voraussetzungen tragen erfahrungsgemäß zum gelingen kooperativer Übungsformen bei: Um Konfusionen durch die Methode zu vermeiden, müssen wie beim schulischen Einsatz die Arbeitsaufträge für die Studierenden präzise formuliert werden und der Übungsleiter muss den Arbeitsprozess stringent anleiten. Die Übungsgruppen sollten außerdem nicht zu groß sein (max. 25 Personen haben sich bewährt) und in flexiblen Seminarräumen stattfinden, wo sich zügig Gruppentische stellen lassen und in denen für das gemeinsame Ringen der Kleingruppen um die mathematischen Probleme Tafeln genutzt werden können. Der Übungsleiter muss ein Bild vom Stand der Übungsteilnehmer haben. Daher wird die Vorbereitung durch die gruppenweise Korrektur der Aufgaben durch den Übungsleiter selbst erleichtert.

Diskussion

Die wichtigste Grundvoraussetzung für die Umsetzung kooperativer Übungsformen ist das Vertrauen der Lehrenden auf die Fähigkeiten jedes einzelnen Gruppenmitglieds und auf die Selbstregulierungskräfte der Gruppe. Denn nur dann entsteht auch unter den Studierenden dieses Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und die Lösungen und Erklärungen der Kommilitonen! Die Projekterfahrungen zeigen, dass im fehlenden Mut seitens der Übungsleiter und in einem starken Glauben an die „Autorität des Tafelanschriebs“ seitens der Studierenden ein offenes Problem des Konzepts liegt, was vermutlich auch mit der schulischen und universitären Sozialisation verbunden ist. Eine Möglichkeit, diesem zentralen Problem zu begegnen, könnten gezielte Rückmeldungen zu den Expertenergebnissen oder die wiederholte explizite Reflexion der Methode sein. Vertrauensbildend könnten außerdem der explizite Umgang mit „unfertigen“ Lösungen und das Reflektieren von Fehlern wirken. Daher muss sich nicht nur die Perspektive des Übungsleiters auf den Lernprozess verändern, sondern auch seine Rolle wandeln: Der Übungsleiter als Moderator von Lernprozessen und fachlicher Ratgeber benötigt eine größere fachliche Flexibilität, da diese Rolle eben nicht nur die Präsentation fertiger Lösungen erfordert. Das bedeutet ein verändertes Selbstbild, da er mit Fragen und abweichen-

den Wegen der Studierenden spontan und konstruktiv umgehen können muss. Dazu bedarf es eines Gespürs für die Prozesse in der Gruppe und etwa der Fähigkeit, in den Unterrichtsrunden gut zuhören und auf Schwierigkeiten angemessen reagieren zu können. Übungsleiter müssen demnach besonders geschult und in ihrer Arbeit während des Semesters begleitet werden. Die Tutoren-Schulung im Rahmen von *Mathematik Neu Denken* war nicht nur auf die Methodenkompetenz der Übungsleiter, sondern auch auf ihre Selbstreflexion ausgerichtet. Mit einer solchen Unterstützung trägt die Arbeit mit kooperativen Übungsmethoden zur Ausbildung von Schlüsselkompetenzen seitens der Tutoren bei, die insbesondere für Lehramtsstudierende eine wertvolle Qualifikation bedeuten. Gleichzeitig entlasten kooperative Arbeitsformen aber auch, da in der Regel keine ausführlichen Musterlösungen erstellt werden. Wir betrachten Musterlösungen generell kritisch, da ihre geschlossene Darstellung suggeriert, dass es nur diese eine Lösung gibt und sie außerdem weniger Anlässe zur individuellen Auseinandersetzung bieten. Damit stehen sie dem prozessorientierten Ansatz entgegen.

Die Umsetzung konstruktivistischer Lernumgebungen ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer *Balance von Instruktion und Konstruktion* in der universitären Gymnasiallehrerbildung. Dies allein genügt nicht, sondern es bedarf der konsequenten Prozessorientierung in allen Bereichen. Dazu zählt neben der Integration von Geschichte und Philosophie der Mathematik und der Stärkung der Elementarmathematik auch die Neuorientierung der Leistungsbeurteilung. Im Rahmen des Projekts haben wir offene Aufgaben in den schriftlichen Leistungsüberprüfungen ebenso erfolgreich erprobt wie eine individuelle inhaltliche Rückmeldung und die Erweiterung des klassischen Spektrums von Studienleistungen (vgl. Beutelspacher u.a. 2011, S. 169ff).

Literaturauswahl

<http://www.uni-siegen.de/fb6/didaktik/mathematikneudenken/>

Barzel, B.; Büchter, A.; Leuders, T. (2007): *Mathematik Methodik*. Handbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin: Cornelsen Scriptor.

Beutelspacher, A.; Danckwerts, R.; Nickel, G.; Spies, S.; Wickel, G. (2011): *Mathematik Neu Denken*. Impulse für die Gymnasiallehrerbildung an Universitäten. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.

Reinmann, G.; Mandl, H. (2006): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Krapp, A.; Weidenmann, B. (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie*. 5. vollst. neu überarb. Aufl. Weinheim u.a.: Beltz Psychologie Verlags Union, S. 613 - 658.