

Marco MEYER, Engelbert NIEHAUS, Koblenz-Landau

Förderung von Schüler(-inne)n mit besonderer mathematischer Begabung am Beispiel der Fuzzy-Theorie

Zielsetzung ist es, die Förderung von Schülerinnen und Schüler mit besonderer mathematischer Begabung in regulären universitären Lehrveranstaltungen am Beispiel der Behandlung der Fuzzy-Theorie zu erläutern. Das Thema wird sowohl in den Bezügen zu den Lehrplänen der Sekundarstufe als auch in Bezug auf die Bedeutung für die Lehrerbildung dargestellt.

1. Mathematikdidaktische Konzeption der Lehrveranstaltung

Das im Rahmen von "WissenSchaf(f)t Zukunft" (Land RLP) und von der Deutschen Telekom Stiftung geförderte Projekt zielt auf die Einführung eines Förderprogrammes für Schülerinnen und Schüler mit besonderer Begabung an der Universität Koblenz-Landau (Campus Landau) als Frühstudierende. Neben der originären Förderung von Hochbegabten soll die Hochbegabtenförderung selbst zu einem integrativen Bestandteil der Lehrerbildung entwickelt werden. Bevor didaktische Themen zu den individuellen Begabungen (z.B. Diagnostik und Förderung) mit Studierenden behandelt werden, ist es aus Gründen der Praxisorientierung sinnvoll, eine Vorstellung davon zu gewinnen, zu welchen außerordentlichen Leistungen Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, um daraus die Notwendigkeit für entsprechende Differenzierungsmaßnahmen im Unterricht zu erkennen. Durch eine Integration in die reguläre Lehramtsausbildung und das gemeinsame Problemlösen in Lehrveranstaltungen bleiben diese besonderen Begabungen kein abstrakter didaktischer Studieninhalt, sondern der tägliche Umgang mit Lernenden aus der Schule lässt die Bandbreite individueller Schülerleistungen sowie die Notwendigkeit der Diagnostik und Förderung deutlich werden. Umgekehrt profitieren auch die teilnehmenden kleinen Schülergruppen von dieser Integration in die Lehrerbildung, denn sie werden durch die angehenden Lehrerinnen und Lehrer bei den Problemlöseaufgaben im Kontext der Lehrveranstaltungen betreut.

2. Lehrplanbezug zur Fuzzy-Theorie

Grundlegend für die Fuzzy-Theorie ist der Funktionenbegriff, welcher im Lehrplan für die Realschule über alle Klassenstufen hinweg, unter der Leitidee L4 [6], Funktionaler Zusammenhang, immer wieder behandelt und erweitert wird. Das grundlegende Verständnis von Funktionen wird für die Definition der Zugehörigkeitsfunktion benötigt, denn unter der

Zugehörigkeit von x zu einer Menge wird funktional durch den Wert $f(x)$ aus dem Intervall $[0,1]$ beschrieben. Bereits in der Orientierungsstufe werden Daten graphisch dargestellt, jedoch weder der Funktionenbegriff noch eine entsprechende formale Vorschrift erwähnt. In Klasse 7/8 werden Zuordnung, also lineare Funktionen, behandelt, an Graphen dargestellt und später mit entsprechenden Funktionstermen und -vorschriften beschrieben. Dies ist für die Interpretation von Zugehörigkeitsfunktionen wesentlich.

In Klassenstufe 9 erfolgt dann eine Erweiterung der Funktionenbegriffes über die nicht linearen Funktionen und den Potenzfunktionen in Klasse 10.

Als weitere Grundlage der Fuzzy-Logik werden logische Strukturen benötigt.

Mengenlehre ist notwendig um Definitionsbereiche einzuschränken. Die Mengenlehre wird abstrahiert und die Verknüpfung zwischen Logik und Mengen hergestellt und auf die Fuzzy-Theorie erweitert.

$$x \in A \wedge x \in B \Leftrightarrow x \in A \cap B$$

In der Literatur kann festgestellt werden, dass Schülerinnen und Schüler mit besonderer mathematischer Begabung die Fähigkeit besitzen, mathematisch-logische Strukturen schnell zu durchdringen. In Fördermaßnahmen wird dieses Thema selbst thematisiert und auf die Fuzzy-Theorie erweitert.

3. Behandlung der Fuzzy-Logik in den Lehrveranstaltungen

Fuzzy-Logik ist einer Erweiterung der Booleschen Logik. Die Aussagen werde hierbei durch Fuzzy-Mengen dargestellt.

Eine unscharfe Menge A (Fuzzy-Menge) wird charakterisiert durch eine Funktion μ_A von einer Grundmenge Ω in das reelle Einheitsintervall $[0,1]$.

$$\begin{aligned} \mu_A: \Omega &\rightarrow [0,1] \\ x &\rightarrow : \mu_a(x) \in [0,1] \end{aligned}$$

Die charakteristische Funktion μ_A wird Zugehörigkeitsfunktion genannt, ihre Werte heißen Zugehörigkeitsgrade zur Menge A .

Damit ist es nun möglich ist, Alltagsbegriffe wie "gut" oder "schlecht" mit individuellen Zugehörigkeitsfunktionen darzustellen (Anwendungsorientierung).

In den Veranstaltungen sollten Schüler und Studierende gemeinsam Probleme mit Hilfe von Stochastischen Netzen, Fuzzy-Logik und Neuronalen Netzen modellieren und Lösungen finden. Die Fuzzy-Logik diene hierbei zur Implementierung von unscharfem Expertenwissen.

Als Voraussetzung wird hier der Funktionenbegriff wie bereits in Punkt 2

geschildert benötigt. Desweiteren sind auch Kenntnisse aus der formalen Logik nötig, um Aussagen verknüpfen und Folgerungen ziehen zu können. So kann die Fuzzy-Logik eigentlich erst eingeführt werden, wenn ein solides Grundverständnis für die Logik auf formaler Ebene mit Wahrheitstafel vorhanden ist.

In diesem Punkt ist die Zusammenarbeit zwischen Studierenden und Schülern gefragt ist, denn die Schülerinnen und Schüler haben in diesem Gebiet trotz der Kompetenzen im logisch-strukturierten Denken kein formales Grundlagenwissen, welches in Kooperation mit der Studierenden erarbeitet werden soll. Von den Studierenden verlangt diese Tatsache zunächst einmal eine solide Basis des benötigten Wissens, sowie ein didaktisch sinnvolles Vorgehen im Umgang mit den Schülern in der Gruppe, um dieses Grundlagenwissen mit ihnen zu erarbeiten. Ein weiterer Vorteil der Zusammenarbeit ergibt sich aus dem Erfahrungsvorteil der Studierenden, der es ihnen erlaubt, beim gemeinsamen Problemlöseprozess die mathematischen Aspekte in unterschiedlichen Ansätze zu erkennen, die Schüler bei deren mathematischen Formalisierung der Ideen zu unterstützen, aber auch die formalen Aspekte des Prozesses selbst korrekt zu notieren.

4 Fazit

Probleme bei der Integration der SchülerInnen mit besonderer mathematischer Begabung entstanden vor allem an den Stellen, an welchen die mathematischen Grundlagenkenntnissen der Studierenden gefordert wurden, da diese zum Teil nur sehr lückenhaft vorhanden waren. Ein weiterer Problempunkt stellte die teilweise fehlende Kreativität der Lehramtsstudierenden bei der Modellierung dar. Diese versuchten sehr häufig, möglichst vollständige und komplexe mathematische Modelle von Beginn an, ohne sinnvolle Reduktionen im ersten Schritt, zu erstellen, was recht schnell zum Scheitern führte, ebenso wie zum sofortigen Verwerfen von Ideen, zu welchen keine geeigneten mathematischen Mittel zu existieren schienen. Auch Mängel in der Formalisierung von mathematische Ideen in der Sprache der Mathematik stellte die Lerngruppen vor Probleme. Für Schülerinnen und Schüler war die mathematische Schreibweise zwar zunächst nicht sehr vertraut, aber das Erweitern und Entwickeln von mathematischen Modellen und die Kreativität im Modellierungsprozess müssen bei den SchülerInnen positiv erwähnt werden. Herauszustellen ist die Unvoreingenommenheit, mit der sie an die Probleme herangingen und sehr interessante Ansätze anboten und keine Angst vor Fehlern zeigten. Die fehlenden Grundkenntnisse und Mängel in der formalen Sprache brachten hier keine großen Nachteile mit sich, da die SchülerInnen diese Lücken sehr schnell schliessen konnten.

Insgesamt kann man daher vermuten, dass sich das Thema Fuzzy-Logik mit der entsprechenden didaktischen Reduktion auch im Unterricht der Sek. I im Rahmen von Differenzierungsmaßnahmen verwenden lässt, denn Fuzzy-Theorie schafft hier eine Brücke zwischen Alltagsargumentation mit logischen Strukturen und der mathematischen Modellierung. Ferner ergibt sich aus dem gemeinsam Problemlösen von SchülerInnen und Studierenden im Umgang mit offenen problemorientierten Aufgaben die folgende empirische Fragestellung: In welchem Maße wirkt sich die Kreativität und Offenheit der Lehramtsstudierenden bei der eigenen Problemlösung auf die Auswahl und Strukturierung von offenen Lernumgebungen als spätere Lehrerin oder Lehrer aus.

5 Literatur

- [1] Biewer, Benno, Fuzzy Methoden, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg (1997)
- [2] Erfahrungsbericht (2000), Schülerin an der Universität Köln,
http://mi.uni-koeln.de/Math-Net/mn_categories/pages/hb_unijournal.html
(URL geprüft am 01.03.2008)
- [3] Feuring, Thomas, Fuzzy-Neuronale Netze, Dissertation, Münster (1995)
- [4] Meyer, Marco, Niehaus, Engelbert, Providing Health for rural Communities: Fuzzy data and fuzzy rules for decision support, 2006
- [5] Meyer, Marco; Niehaus, Engelbert, Sustainability by application of fuzzy theory to decision support for health service delivery, 2007
- [6] Neubauer, Aljoscha, Stern, Elsbeth, Lernen macht intelligent. Warum Begabung gefördert werden muss, Dva (Februar 2007)
- [7] Rahmenlehrplan Mathematik, Klassenstufen 5 – 9/10, Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur Rheinland-Pfalz (2007)
- [8] Schulte, Ulrich, Einführung in Fuzzy-Logik, Fortschritt durch Unschärfe, Franzis Verlag GmbH, München (1993)
- [9] Tücke, Manfred, Schulische Intelligenz und Hochbegabung für (zukünftige) Lehrer und Eltern, (Osnabrücker Schriften zur Psychologie; Band 9), 2005
- [10] Vock, Miriam; Preckel, Franzis; Holling, Heinz, Förderung Hochbegabter in der Schule, Hogrefe-Verlag, (2007)