

Josephine WEGENER, Reinhard HOCHMUTH

Leibniz Universität Hannover

Mathematikbezogene Problemlöseprozesse in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen

Im Rahmen des Projekts KoM@ING¹ an den Standorten Hannover/Lüneburg wurden unter anderem Problemlöseprozesse von Studierenden in fortgeschrittenen Lehrveranstaltungen des Elektrotechnikstudiums analysiert. Dazu wurden drei Kategoriensysteme herangezogen. Diese bezogen sich einerseits auf Problemlösestrategien und –phasen und andererseits auf die Lehrveranstaltungskontexte des angewendeten mathematischen Wissens.

Das Projekt KoM@ING

Das Verbundprojekt KoM@ING beschäftigte sich mit der Kompetenzmodellierung mathematischer Praktiken in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen. Im Teilprojekt A an der Leibniz Universität Hannover/Leuphana Universität Lüneburg wurden mittels qualitativer Methoden mathematische Praxen in einer fortgeschrittenen Fachveranstaltung im Elektrotechnikstudium analysiert. Den Ausgangspunkt für die Analysen bildete die Herausforderung für die Studierenden, in fortgeschrittenen Elektrotechnik-Veranstaltungen die zuvor im Studium vermittelten verschiedenen und teilweise widersprüchlichen mathematischen Vorstellungen aus der Höheren Mathematik sowie aus Grundlagenveranstaltungen des Faches zu integrieren. Dabei lag der Fokus auf der Lehrveranstaltung Signale und Systeme, die im Sommersemester 2014 an der Universität Kassel stattfand. Einen Teilaspekt des Projekts stellte die Analyse von Problemlöseprozessen der Studierenden dar.

Ausgangssituation

Den Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchung bildeten Aufgabenbearbeitungen von Studierenden aus einer fortgeschrittenen Lehrveranstaltung „Signale und Systeme“ der Elektrotechnik an der Universität Kassel im Sommersemester 2014. Es wurden jeweils sechs Aufgaben von vier Zweiergruppen bearbeitet. Der Analyse lagen Videoaufzeichnungen der Bearbeitungen, die Transkripte der Bearbeitungen sowie die Bearbeitungszettel der Studierenden zugrunde. Außerdem standen die Folien der Vorlesung zur Verfügung.

¹ Das Verbundprojekt KoM@ING wurde bis Ende Juli 2015 vom BMBF (01PK11021D) finanziell unterstützt.

Kategoriensysteme

Im Folgenden werden die drei Kategoriensysteme vorgestellt, die für die Analyse verwendet wurden.

1. Höhere Mathematik vs. Signale und Systeme

Hier soll untersucht werden, inwiefern die Studierenden in den Bearbeitungen der Aufgaben auf Wissen aus der Höheren Mathematik (HM) und/oder auf Wissen aus der Elektrotechnikveranstaltung (SST) zurückgreifen. Dazu wurden die Transkripte der Studierendenbearbeitungen herangezogen und die Textstellen anhand des Kategoriensystems in Tabelle 1 kodiert.

Kategorie	Erklärung	Beispiel
<i>1.a SST</i>	Studierende wenden Wissen aus der Veranstaltung Signale und Systeme an.	<ul style="list-style-type: none"> • Anwenden der Ausblendeigenschaft der Delta-Distribution • Anwenden der Eigenschaften der Fouriertransformation aus der Vorlesung
<i>1.b HM</i>	Studierende wenden Wissen aus der Höheren Mathematik an.	<ul style="list-style-type: none"> • Zeichnen von Funktionsgraphen • Berechnung eines Integrals
<i>1.c Keine Zuordnung</i>	Wissen, das angewendet wird, lässt sich nicht eindeutig einer der vorherigen Kategorien zuordnen.	

Tabelle 1: Kategoriensystem 1

2. Problemlösestrategien

Das zweite Kategoriensystem bezieht sich auf die von den Studierenden verwendeten Problemlösestrategien. Als Ausgangspunkt diente das Kategoriensystem „Heuristische Strategien“ nach Bruder & Collett (2011). Die Kategorien sind in Tabelle 2 dargestellt.

Oberkategorie	Unterkategorien
<i>2.1 Analogieschluss</i>	2.1a Untersuchung auf Analogie
	2.1b Ähnlichkeit nutzen
<i>2.2 Rückführung von Unbekanntem auf Bekanntes</i>	2.2a Informationen strukturieren / aussondern / erweitern
	2.2b Fallunterscheidung / Zerlegung
<i>2.3 (Systematisches) Probieren</i>	2.3a Unsystematisches Probieren
	2.3b Systematisches Probieren nach eigenen Kriterien

	2.3c Systematisches Probieren (Fallbeispiele / Spezialfälle)
	2.3d Systematisches Probieren bis zum Algorithmus
2.4 Vorwärts- / Rückwärtsarbeiten	2.4a Vorwärtsarbeiten (von Gegebenem aus)
	2.4b Vorwärtsarbeiten (nach Lösungsplan)
	2.4c Rückwärtsarbeiten (von Gesuchtem aus)

Tabelle 2: Kategoriensystem 2

Ein Ziel des Teilprojekts war es, dieses allgemeine Kategoriensystem vor dem Hintergrund des speziellen Kontextes zu konkretisieren und einen Kodierleitfaden zu erstellen.

3. Problemlösephasen nach Polya

Das dritte Kategoriensystem bildeten die Problemlösephasen von Polya (1995):

- 3a Verstehen der Aufgabe
- 3b Ausdenken eines Plans
- 3c Ausführen des Plans
- 3d Rückschau.

Kodierungen und Ziele

Zunächst wurden Textstellen des Transkripts auf Grundlage der drei Kategoriensysteme unter Verwendung des Programms MaxQDA eingeordnet. Bezüglich des Kategoriensystems 2 erfolgte die Kodierung so, dass eine Oberkategorie (z.B. 2.1 Analogieschluss) jeweils ein disjunktes (Unter-)Kategoriensystem umfasste. Die Analyseeinheiten wurden sinngemäß gewählt (keine Längenbeschränkung). Außerdem wurden Fragen des Interviewers in die Kodierung mit einbezogen.

Ziel der Untersuchung war die Identifizierung von Unterschieden und Gemeinsamkeiten in den Problemlösestrategien und –phasen der Studierenden in Abhängigkeit davon, ob auf Wissen aus der Veranstaltung SST oder auf Wissen aus der HM zurückgegriffen wurde. Dazu wurden die drei Kodierungen gewissermaßen übereinandergelegt. Die Forschungsfragen bezogen sich darauf, ob bestimmte Strategien oder Phasen häufiger in der Kategorie HM als in der Kategorie SST auftreten und ob Unterschiede in der Struktur des Auftretens der Strategien und Phasen bezüglich HM oder SST existieren. Dabei wurde explorativ und orientiert an der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2000) vorgegangen.

Erste Ergebnisse

Folgende Auffälligkeiten konnten beobachtet werden:

- Es tritt fast kein (systematisches) Probieren auf.
- Es tritt deutlich häufiger Vorwärtsarbeiten als Rückwärtsarbeiten auf.
- Bezüglich der Problemlösephasen von Polya fällt auf, dass selten eine Rückschau stattfindet.
- Analogieschluss (sowohl Untersuchung auf Analogie als auch Ähnlichkeiten nutzen) tritt häufiger im Zusammenhang mit SST als mit HM auf.
- Rückführung von Unbekanntem auf Bekanntes kommt häufiger im Zusammenhang mit SST als mit HM vor.
- Bezüglich der Problemlösephasen von Polya treten Verstehen der Aufgabe, Ausdenken eines Plans und Rückschau häufiger im Zusammenhang mit SST als mit HM auf.

Insgesamt lassen sich viele Auffälligkeiten aufgabenspezifisch erklären. Dass bestimmte Problemlösestrategien und –phasen häufiger zusammen mit einer der beiden Kategorien aus Kategoriensystem 1 (SST vs. HM) auftreten, erklärt sich vermutlich daraus, dass Studierende eher häufiger direkt auf das Wissen ihrer aktuellen Veranstaltung als auf frühere zurückgreifen. So untersuchen Studierende beispielsweise auch in erster Linie anhand der aktuellen Vorlesungsfolien Sachverhalte auf Analogie und greifen in einer Rückschau auch eher auf Inhalte der aktuellen Vorlesung zurück.

Es versteht sich, dass es sich bei den beschriebenen Beobachtungen um erste explorative Ergebnisse handelt, die lediglich mögliche Tendenzen beschreiben. Ein Problem stellt unseres Erachtens insbesondere die starke Aufgabenabhängigkeit der auftretenden Problemlöseprozesse und –phasen dar. Deshalb soll in zukünftigen Untersuchungen stoffdidaktischen Überlegungen auch ein größeres Gewicht eingeräumt werden.

Literatur

- Bruder, R., & Collett, C. (2011). *Problemlösen lernen im Mathematikunterricht*. 2. Auflage. Berlin: Cornelsen.
- Mayring, P. (2000). *Qualitative Inhaltsanalyse*. Forum Qualitative Sozialforschung, Vol. 1, No. 2
- Polya, G. (1995). *Schule des Denkens. Vom Lösen mathematischer Probleme*. 4. Auflage. Tübingen: Francke Verlag.