

Ralph THIELBEER, Halle a.d.S.

Kennzeichen problemorientierten Mathematikunterrichts

Problemorientierter Unterricht ist zu einem didaktischen Leitkonzept geworden, das die Selbstständigkeit der Lernenden fördert, kognitiv aktivierend ist und den Erwerb transferfähigen Wissens sowie fachspezifischer Kompetenzen ermöglicht (vgl. Reusser, 2005). Auch für den Mathematikunterricht wird in den letzten Jahren immer häufiger eine stärkere Problemorientierung gefordert. In aktuellen Veröffentlichungen zum Thema bleibt aber allzu oft unklar, was genau unter einem problemorientierten Unterricht verstanden wird und ob alle, die davon sprechen auch das Gleiche meinen. Im Rahmen eines Dissertationsprojektes (Thielbeer, 2016) wird anhand eines Literatur-Reviews eine Annäherung an die Charakterisierung problemorientierten Mathematikunterrichts vorgenommen und zur Diskussion gestellt.

Allgemeine Merkmale einer Problemorientierung im Unterricht

Die Leitidee eines problemorientierten Unterrichts besteht darin, das Lernen im Geiste des Problemlösens zu gestalten (Reusser, 2005). Dabei lassen sich verschiedene Aspekte des Einsatzes von Problemen ausmachen. So unterscheidet beispielsweise Heinrich (2004) Lernen *über* Problemlösen – mit dem Ziel der Entwicklung von Problemlösekompetenz – und Lernen *durch* Problemlösen. Beim Lernen *durch* Problemlösen ist ein Problem Ausgangspunkt eines Problembearbeitungsprozesses, in dessen Verlauf die Lernenden selbstständig neues Wissen erwerben. Wird Problemlösen zum didaktischen Leitprinzip spricht man von Problemorientierung bzw. problemorientiertem Unterricht. Einen problemorientierten Unterricht kennzeichnet eine Balance zwischen Instruktion und Konstruktion (vgl. Mandl, 2010). Die Unterstützung der Lehrkraft richtet sich nach den Bedürfnissen der Lernenden, die sich aktiv-konstruktiv mit einem Problem auseinandersetzen. Laut Mandl verlangt problemorientiertes Lernen nach authentischen und multiplen Kontexten, nach sozialen Lernkontexten und einem instruktionalen Kontext (vgl. ebd., 23f). Reusser (2005) geht von den im sogenannten didaktischen Dreieck zusammengefassten Basisdimensionen von Unterricht und seiner Qualität aus und formuliert Dimensionen (das Schaffen einer *Stoff- und Aufgabekultur*, die Etablierung einer darauf bezogenen *Lern- und Interaktionskultur*, eine lernproduktive *Anleitungs- und Unterstützungskultur*), die für die Gestaltung problemorientierten Unterrichts von zentraler Bedeutung sind (vgl. ebd., 166f). Um problemorientierten Mathematikunterricht konzeptionell näher zu kennzeichnen, wurden allgemein- und mathematikdidaktische Arbeiten herangezogen und auf relevante Aussagen untersucht. Aufbauend darauf wird ein Modell an Inszenierungsvariablen vorgestellt, das die Frage, was

einen problemorientierten Mathematikunterricht ausmacht, beantworten soll.

Kennzeichen eines problemorientierten *Mathematikunterrichts*

Ausgehend von den allgemeindidaktischen Gestaltungsdimensionen für problemorientierte Lernumgebungen wird nun der Blick von einer fachübergreifenden auf eine mathematikbezogene Perspektive gelenkt. Während das Lehrerhandeln und die Unterrichtskultur ähnliche, fachübergreifende Merkmale aufweisen, liegt das spezifische eines problemorientierten *Mathematikunterrichts* in der Primarstufe vor allem in den eingesetzten Problemen (ausführlicher in: Rott et al. i.Vorb.).

Stoff- und Aufgabenkultur

Entscheidendes Merkmal für einen problemorientierten Unterricht ist, dass sich dieser an *mathematischen* Problemen orientiert. Das Ausgangsproblem soll die Lernenden vor eine mathematische Schwierigkeit stellen, für die nicht sofort ein Lösungsweg deutlich ist und zu dessen Bewältigung fachlich relevantes Wissen erworben werden muss. Da ein Problem durch eine personenspezifische Barriere gekennzeichnet ist, kommt es dazu, dass in der Primarstufe auch Aufgaben wie $9 + 6$ ein authentisches mathematisches Problem darstellen können. Neben dem Erwerb mathematischen Wissens kann ebenso die Entwicklung heuristischer Vorgehensweisen für eine Problemorientierung kennzeichnend sein. Um den unterschiedlichen Voraussetzungen der Lernenden diesbezüglich gerecht zu werden, müssen die eingesetzten Probleme anschluss- und ausbaufähig sein oder individuelle Herangehensweisen ermöglichen. Folgende Inszenierungsvariablen kennzeichnen die Stoff- und Aufgabenkultur:

Inszenierungsvariable	Beschreibung
mathematische Probleme	regen den Erwerb mathematischer Kenntnisse und Fähigkeiten insbesondere den Gebrauch und die Weiterentwicklung von heuristischen Strategien an
authentische Probleme	sind inner- oder außermathematisch relevant
	sind subjektiv bedeutsam
offene Probleme	mehrere Lösungen oder individuelle Herangehensweisen sind möglich
	sind anschluss- und ausbaufähig

Lern- und Interaktionskultur

Damit geeignete Probleme ihr Potential bezüglich konstruktiver Eigenaktivität im Unterricht entfalten können, bedarf es einer entsprechenden Lern- und Interaktionskultur. Die Aufmerksamkeit der Lernenden sollte sich nicht

nur auf die Qualität der Lernergebnisse richten, sondern auch auf den Lernprozess, um z.B. nötige metakognitive und soziale Fähigkeiten zu entwickeln. Dabei sollten Möglichkeiten zu differenziertem Vorgehen, entsprechend den individuellen Voraussetzungen der Lernenden, sowie zu sozialer Interaktion geschaffen werden. Ein problemorientierter Mathematikunterricht ist durch soziales, differenzierendes und prozessorientiertes Lernen gekennzeichnet. Folgende Inszenierungsvariablen der Lern- und Interaktionskultur lassen sich ausmachen:

Inszenierungsvariable	Beschreibung
soziales Lernen	kooperative Gruppen- und individuelle Einzelarbeit sind möglich
	eine (ko-)konstruktive Kommunikationskultur wird unterstützt
differenzierendes Lernen	Einflussnahme auf Inhalte durch Schüler ist möglich
	Beschäftigung mit einem Problem auf individualisierende Weise ist möglich
prozessorientiertes Lernen	das Erschließen und Nutzen informationeller und sozialer Werkzeuge wird unterstützt
	Verantwortungsübernahme und selbstständiges Arbeiten wird ermöglicht
	Aufbau und Förderung metakognitiver Kompetenzen werden unterstützt

Anleitungs- und Unterstützungskultur

Auch in einem problemorientierten Mathematikunterricht muss die Lehrkraft die Lernenden bei der Vorbereitung und der Problembearbeitung angemessenen begleiten. Gerade im Primarbereich scheint es nötig, die Effizienz der Problembearbeitung durch gezielte Anleitung beim Aufbau grundlegender Kompetenzen zu unterstützen. Zu unterstützenden Maßnahmen gehören anleitende, erklärende (instruktionale), den Lernprozess adaptiv unterstützende Aktivitäten, denen eine zentrale Bedeutung zukommt, sowie die Unterstützung der (Selbst-)Reflexion der Lernenden. Folgende Inszenierungsvariablen sind für die Anleitungs- und Unterstützungskultur kennzeichnend:

Inszenierungsvariable	Beschreibung
instruktionale Unterstützung	Unterstützung der Planung und Koordination von Lernaktivitäten
	direktes Anregen und Fördern von Strategien und Fertigkeiten
	Verhaltensmodell (Modeling)
adaptive Unterstützung	kontinuierliche Begleitung und schrittweise Reduktion der Unterstützung
	Krisenmanager bei Schwierigkeiten
Unterstützung der Reflexion	Systematisierung und Reflexion von Arbeitsergebnissen durch die Lehrkraft
	Anregung zum Nachdenken und Erklären eigenen Vorgehens

Zielvariablen eines problemorientierten Mathematikunterrichts

Lernziele sind in enger Wechselbeziehung zur inhaltlichen und didaktisch-methodischen Unterrichtsgestaltung zu sehen. Einen problemorientierten Unterricht macht die Verwirklichung der o.g. Gestaltungsdimensionen in Verbindung mit entsprechenden Zielvariablen aus. Ausgehend davon und von vorhandenen schulischen Rahmenbedingungen lassen sich verschiedene Inszenierungsmuster von Problemorientierung umsetzen, die sich in der Zusammensetzung und Ausprägung der konstituierenden Variablen unterscheiden. Angelehnt an die Komponenten in Schoenfelds (1985) Problemlösemodell lassen sich vorerst folgende Zielvariablen formulieren:

Zielvariable	Beschreibung
Erwerb mathematischen Wissens und mathematischer Fähigkeiten	Erwerb inhalts- und prozessbezogener Kompetenzen
	Entwicklung geeigneter Vorgehensweisen (z.B. Klassifizieren, Ordnen, Systematisieren, Strukturieren) zur Bearbeitung mathematischer Fragestellungen
	Befähigen zum Erkennen und Formulieren mathematischer Fragestellungen
Entwicklung heuristischer Kompetenz	Ausweiten des heuristischen Erfahrungsschatzes
	Förderung selbstständigen Arbeitens
	Förderung der Kreativität
Förderung metakognitiver Fähigkeiten	Förderung von Team- und Kooperationsfähigkeit
	Anregung reflexiven, vernetzten Denkens und Analogisierens
Entwicklung individueller Vorstellungen über Mathematik	Aufbau einer positiven Einstellung zur Mathematik
	Entwickeln einer heuristischen Arbeitshaltung
	Stärkung der Unabhängigkeit und der Selbstwirksamkeitsüberzeugung
	Entwickeln von Anstrengungsbereitschaft und Durchhaltevermögen

Literatur

- Heinrich, F. (2004). Strategische Flexibilität beim Bearbeiten mathematischer Probleme. Hamburg: Dr. Kovac.
- Mandl, H. (2010). Lernumgebungen problemorientiert gestalten. Zur Entwicklung einer neuen Lernkultur. In: Jürgens, E., & Standop, J. (Hrsg.). Was ist „guter“ Unterricht? Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 19-38
- Reusser, K. (2005). Problemorientiertes Lernen – Tiefenstruktur, Gestaltungsformen, Wirkung. In: Beiträge zur Lehrerbildung, 23 (2), 159-182
- Rott, B., Kuzle, A., & Bruder, R. (Hrsg.). (i. Vorb.). Herbsttagung des GDM Arbeitskreises Problemlösen 2017. Münster: WTM-Verlag
- Schoenfeld, A. H. (1985). Mathematical Problem Solving. Orlando: Academic Press.
- Thielbeer, R. (2016). Problem-Oriented in Mathematics Teaching – A Conceptual Approach to What Does it Mean? In: Fritzlar, T. et al. (Hrsg.), Problem solving in mathematics education. Proceedings of the 2015 joint conference of ProMath and the GDM working group on problem solving. Münster: WTM, 227-236