

Grundvorstellungen ausbilden – Digitale Medien als Lernmodelle nutzen

Lernhandlungen und Lernmodelle

Zieht man die Tätigkeitstheorie als ein Modell zum Beschreiben und Erklären von Lernprozessen heran, so erfolgt Lernen unter der Grundannahme, dass zwischen (lernendem) Subjekt und dem (mathematischen) Objekt stets ein vermittelndes Medium bzw. ein sogenanntes *psychisches Werkzeug* steht (Wygotski 1985). Dieses Werkzeug ermöglicht und verlangt eine aktive Auseinandersetzung des Lernenden mit dem Lerngegenstand und ist gleichzeitig ein durch kultur-historische Prozesse geschaffenes Abbild des Lerngegenstands. In der Lehrstrategie des Aufstiegens vom Abstrakten zum Konkreten (Dawydow 1977) wird u. a. aus diesen Annahmen ein spezifischer Unterrichtsablauf abgeleitet, der insbesondere zur Ausbildung theoretischer Begriffe geeignet ist (Giest & Lompscher 2006). Kernelemente der Strategie sind *Lernhandlungen* und *Lernmodelle*.

Wird ein Begriff eingeführt, so erfolgt zunächst die Untersuchung eines für den Begriff charakteristischen Beispiels, das das Wesen des Begriffs auf möglichst anschauliche Weise in sich trägt. An diesem Beispiel werden *Lernhandlungen* ausgebildet – „relativ geschlossene und abgrenzbare, zeitlich und logisch strukturierte Abschnitte im Verlauf der Lerntätigkeit, die [...] durch den Einsatz äußerer und verinnerlichter Lernmittel in einer jeweils spezifischen Folge von Teilhandlungen vollzogen werden“ (Irrlitz u. a. 1983).

Anschließend werden diese Lernhandlungen reflektiert und verallgemeinert. Mit Unterstützung der Lehrkraft wird eine sogenannte *Ausgangsabstraktion* zum Begriff formuliert – unabhängig vom Ausgangsbeispiel und das Wesen des Begriffs beinhaltend. Unterstützt wird dieser Schritt durch die Nutzung eines *Lernmodells*, das das Abstrakte des Begriffs beinhaltet, aber gleichzeitig den Weg zum Abstrakten in sich trägt. Lernmodelle sind „sinnliche Stützen geistigen Handelns“ (Giest & Lompscher 2006) und können beispielsweise strukturierte Darstellungen, Flussdiagramme für Vorgangsbeschreibungen oder auch digitale Umgebungen sein.

Demnach hängen die Lernhandlungen zwar vom konkreten Beispiel ab, mehr jedoch von ihrer aus dem Lerngegenstand erforderlichen Verallgemeinerbarkeit. Sie können daher nur durch eine stoffdidaktische Analyse bestimmt werden.

Die in der Lehrstrategie folgende dritte Phase der Anwendung der Ausgangs-abstraktion auf weitere Beispiele des Begriffs soll hier nicht weiter diskutiert werden (siehe dazu z. B. Giest & Hintze 2015).

Aspekte von Grundvorstellungen

Zum Finden geeigneter Lernhandlungen und Lernmodelle können die Aspekte der Grundvorstellungsidee (vom Hofe 1995) unterstützend herangezogen werden. Grundvorstellungen zu Begriffen weisen demnach auf: (1) Sinnkonstituierung durch Handlungsbezug, (2) Operieren auf Vorstellungsebene mittels (visueller) Repräsentanten und (3) Anwendungsbezug durch Modellierung bzw. dem Erkennen der math. Struktur in realen Situationen.

Der Handlungsbezug kann durch die Lernhandlungen am Ausgangsbeispiel realisiert werden. Der Anwendungsbezug wird über das Lernmodell unterstützt, da dieses stets zwischen konkreten Situationen und dem abstrakten Begriff vermitteln kann. Und die Operationen, die (mental) mit dem Begriff durchgeführt werden sollen, bestimmen letztlich die Lernhandlungen, die den Aufbau der (visuellen) Repräsentanten unterstützen. Die folgenden Fragen leiten demnach den Planungsprozess:

Was sind die relevanten Operationen zum Begriff bzw. zu einzelnen Begriffsaspekten und welche Grundvorstellung wird damit vermittelt? Welche Lernhandlungen passen zu diesen Operationen? Welches Ausgangsbeispiel ist charakteristisch für den Begriff und wie sehen die Lernhandlungen konkret an diesem Beispiel aus? Wie kann ein Werkzeug gestaltet werden, das diese Lernhandlungen unterstützt? Wie kann das Lernmodell gestaltet sein, das das Wesen des Begriffs und den Weg zur Abstraktion in sich trägt?

Sind all diese Fragen beantwortet und werden sie in einer Lernumgebung realisiert, ist eine Grundlage dafür geschaffen, bei Schülerinnen und Schülern tragfähige Grundvorstellungen zum entsprechenden mathematischen Begriff auszubilden.

Identifizieren und Realisieren von Winkelfeldern

Konkret soll dies nun am Beispiel des Winkelfeldes als einem Aspekt des Winkelbegriffs dargestellt werden. Eine typische Operation bei der Einführung des Winkelfeldes ist das Identifizieren bzw. Realisieren von Winkelfeldern. Hierfür ergibt sich als Grundvorstellung, dass Winkelfelder als keilartige, unendlich ausgedehnte Elemente der Ebene aufgefasst werden.

Als charakteristisches Ausgangsbeispiel für Winkelfelder sollen Sichtfelder von Tieren dienen. Diese sind, sofern man die Tiere von oben betrachtet, von ihrer Anschaulichkeit besonders gut geeignet, da an ihnen die einzelnen Bestandteile des Winkelfeldes sichtbar werden und mit einer Bedeutung

versehen sind. Als Werkzeug dient eine spezifisch für diesen Zweck entwickelte App, in der Tiere mit ihren Sichtfeldern dargestellt werden. Innerhalb der App sind verschiedene Interaktionen möglich. Zum Identifizieren und Realisieren von Winkelfeldern sind dessen Bestandteile – Scheitelpunkt, Schenkel und das eigentliche Feld – von besonderer Bedeutung, was durch entsprechende Lernhandlungen hervorgehoben wird. Tabelle 1 stellt diese Lernhandlungen am konkreten Beispiel sowie hinsichtlich ihrer Verallgemeinerbarkeit dar.

Lernhandlung am Ausgangsbeispiel	Verallgemeinerbarkeit der Lernhandlung und Bezug zum Winkelfeld
Ein Tier soll ins Sichtfeld bzw. außerhalb des Sichtfeldes eines anderen Tieres gesetzt werden.	Es werden Punkte innerhalb bzw. außerhalb des Winkelfeldes anhand der Repräsentation identifiziert.
Ein Tier soll im Sichtfeld eines anderen Tieres an möglichst viele Orte bewegt werden.	Das Winkelfeld wird in seiner keilartigen Struktur mit einer Begrenzung durch die Schenkel und der unendlichen Ausdehnung „nach außen“ erkannt.
Ein Tier soll so gesetzt werden, dass es noch gerade so vom anderen Tier gesehen wird.	Es werden die Begrenzungen (Schenkel) des Winkelfeldes als besondere Bestandteile erkannt.
Ein Tier soll sich bewegen, so dass es die gesamte Zeit über gerade so von einem anderen Tier gesehen wird.	Die Schenkel werden als geradlinig aufgefasst, wobei sie in eine Richtung, dem Scheitelpunkt, begrenzt sind. Dieser Punkt wird als „Quelle“ des Feldes erkannt.

Tab. 1: Lernhandlungen zum Identifizieren und Realisieren von Winkelfeldern

Nach der Ausbildung der Lernhandlungen wird im Unterrichtsverlauf besprochen, inwieweit die App und die durchgeführten Handlungen geholfen haben, die konkrete Situation zu beschreiben. Dabei kann beispielsweise auf die Repräsentation des Sichtfeldes in der App sowie auf diverse Einstellungsmöglichkeiten (z. B. Ein- und Ausblenden von Scheitelpunkt und Schenkel) eingegangen werden. Die Analyse solcher Werkzeug-Bedingungen findet sich beispielsweise auch bei van Randenborgh (2015), um den Einsatz eines Instruments beim Begriffserwerb zu reflektieren.

Digitales Medium als Lernmodell gestalten

Eine geeignete Ausgangsabstraktion ist eine beispielunabhängige Definition des Winkelfeldes, in der Scheitelpunkt, Schenkel und das eigentliche Feld Bestandteil sind. Die App dient nun gleichermaßen als Lernmodell: In ihr sind die konkrete Situation und die mathematische Repräsentation übereinander dargestellt. Über zwei Modi (Tiermodus und Winkelfeldmodus) können einzelne Elemente ausgeblendet werden, zum Teil auch dynamisch, um den Übergang zwischen den Modi zu veranschaulichen (siehe Abb. 1).

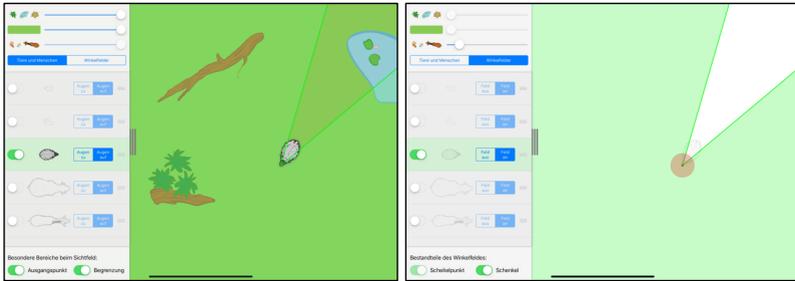


Abb. 1: Tier- und Winkelfeldmodus der App

Im Winkelfeldmodus kann dann ebenso über bestimmte Gesten mit den Feldern interagiert werden, was für weiterführende mathematische Operationen (wie dem Vergleich von Winkelfeldern) nutzbar ist.

Zur konkreten Gestaltung der App sind natürlich tiefergehende Überlegungen nötig – sei es bei der Auswahl spezifischer Gesten, der Darstellung und Positionierung einzelner Objekte oder der in den jeweiligen Modi zulässigen Interaktionsmöglichkeiten. Letztlich muss auch die mögliche Einbettung in den konkreten Unterricht bei der App-Gestaltung mit bedacht werden. All diese Entscheidungen wurden aus Designprinzipien heraus getroffen, die im Rahmen eines Dissertationsprojekts entwickelt, evaluiert und optimiert wurden (Etzold i.V.).

Literatur

- Dawydow, W. (1977). *Arten der Verallgemeinerung im Unterricht*. Berlin: Volk und Wissen.
- Etzold, H. (in Vorbereitung). *Neue Zugänge zum Winkelbegriff* (Arbeitstitel). Dissertation, Universität Potsdam.
- Giest, H., & Hintze, K. (2015). Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten – ein Lern-Lehransatz für alle Kinder. In K. Lieber, B. Landwehr, B., A. Markquardt & K. Schlotter (Hrsg.), *Lernprozessbegleitung und adaptives Lernen in der Grundschule*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Giest, H., & Lompscher, J. (2006). *Lerntätigkeit – Lernen aus kultur-historischer Perspektive. Ein Beitrag zur Entwicklung einer neuen Lernkultur im Unterricht*. Berlin: Lehmanns Media.
- vom Hofe, R. (1995). *Grundvorstellungen mathematischer Inhalte*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Irrlitz, L., Jantos, W., Köster, E., Kühn, H., Lompscher, J., Matthes, G., & Witzlack, G. (1983). *Persönlichkeitsentwicklung in der Lerntätigkeit*. Berlin: Volk und Wissen.
- van Randenborgh, C. (2015). *Instrumente der Wissensvermittlung im Mathematikunterricht*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Wygotski, L. (1985). *Lew Wygotski. Ausgewählte Schriften*, Kapitel Die instrumentelle Methode in der Psychologie, S. 309 – 317, 1. Auflage. Berlin: Volk und Wissen.