

MÜLLER, Jasmin; DILLING, Frederik & SOMMER, Julian
Siegen

Situiertheit von Sprache und Wissen im Kontext immersiven Lernens - Ein Beispiel aus der Analytischen Geometrie

Situiertes Lernen im Kontext digitaler Medien

Die Bedeutung der Lernsituation für den Wissenserwerb von Schüler:innen wird schon seit langem in der Pädagogik diskutiert. So gilt es gemeinhin als akzeptiert, dass das Lernen von Mathematik stets von sozialen, kulturellen, kontextuellen und physischen Faktoren beeinflusst wird und sich die kognitiven Facetten nicht sinnvoll isoliert beschreiben lassen (u.a. Cobb 1994, Lave 1988, Núñez, Edwards & Filipe Matos 1999). Diese Bindung an die Lernsituation wird auch als Situiertheit oder Kontextgebundenheit bezeichnet.

Ein Konzept zur Beschreibung von mathematischen Lernprozessen in spezifischen Kontexten ist die Theorie der „Subjektiven Erfahrungsbereiche“ nach Bauersfeld (1983). Die Grundannahme der Theorie ist, dass jede menschliche Erfahrung in einem bestimmten Kontext gemacht wird und damit an die Erwerbssituation gebunden ist. Die Speicherung dieser Erfahrungen erfolgt in voneinander getrennten Subjektiven Erfahrungsbereichen (kurz: SEB). Ein SEB umfasst neben einer kognitiven Dimension auch Aspekte wie Motorik, Emotionen, Wertungen oder die Ich-Identität. Die so genannte „society of mind“ bildet die Gesamtheit der SEB einer Person. Die SEB sind in diesem System hierarchisch nicht geordnet und konkurrieren um ihre Aktivierung. Die Wiederholung einer ähnlichen Situation führt zu einer Festigung und Isolierung eines SEB und damit auch zu einer effektiveren Aktivierung. Die Vernetzung der Perspektiven unterschiedlicher SEB erfordert eine aktive Sinnkonstruktion und die Bildung eines neuen SEB. Dieser Prozess kann zwar von außen unterstützt werden, muss aber vom Lernenden selbst vorgenommen werden.

Eine wichtige Bedeutung bei der Verknüpfung bereits vorhandener SEB hat die Sprache. Da ein Begriff nur in Zusammenhang mit anderen Begriffen Sinn erhält, hat jeder SEB einen spezifischen Sprachgebrauch. Dies bedeutet auch, dass kein Begriff allgemein, d.h. bereichsunabhängig aktivierbar ist. Somit kann insbesondere der Sprachgebrauch zur Rekonstruktion eines SEB herangezogen werden. Ebenso spielt das Aushandeln von Begriffen in der Interaktion mit anderen Personen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung vernetzender SEB (Bauersfeld, 2000).

In einem Mathematikunterricht mit digitalen Medien spielt die Situiertheit der Erfahrungen eine besondere Rolle. In den Anfängen der Forschung zu

In: P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2024.

57. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
<https://doi.org/10.37626/GA9783959872782.0>

digitalen Medien im Unterricht hat Bauersfeld (1985) noch festgehalten, dass Computer „wegen ihrer vermittelten Tätigkeiten, der amputierten Sprache und der monographischen Bildschirmerrträge“ zu „auffällig isolierten Subjektiven Erfahrungsbereichen“ (S. 114f.) führen würden. Etwa zehn Jahre später konnte Hölzl (1995) in Fallstudien eindrücklich zeigen, dass die Nutzung von Dynamischer Geometriesoftware grundlegend andere Begriffsbildungen zur Folge haben können. So werden in der Software beispielsweise Punkte als "nichtziehbar", "bindbar" oder "nicht bindbar" klassifiziert - Eigenschaften, die für die Benutzung der Software wichtig sind, in einer klassischen statischen Geometrie aber keine Relevanz haben. Die Verwendung von digitalen Medien in Lernprozessen beeinflusst somit das entwickelte mathematische Wissen und auch die hiermit verbundene Sprache. Auch wenn sich die Art und die Vielfalt der digitalen Medien für den Mathematikunterricht seitdem massiv verändert hat, bleibt die Situietheit der Erfahrungen weiterhin ein Charakteristikum digitalen Lernens. Die Virtual Reality Technologie (kurz: VR) stellt vor diesem Hintergrund ein besonders interessantes Medium dar, weil es sich gerade dadurch auszeichnet, dass bei Nutzer:innen das Gefühl entstehen kann, selbst Teil einer virtuellen Umgebung zu sein (Dörner & Steinicke, 2016). Diese mentale Erfahrung wird auch als Immersion oder Präsenz bezeichnet und ist bei unterschiedlichen Personen verschieden stark ausgeprägt. Es ist zu vermuten, dass intensive Erfahrungen mit VR auch zu stark situierten SEB mit spezifischer Sprache und spezifischem mathematischen Wissen führen können. Dies wollen wir im Folgenden an einem kurzen Beispiel explizieren.

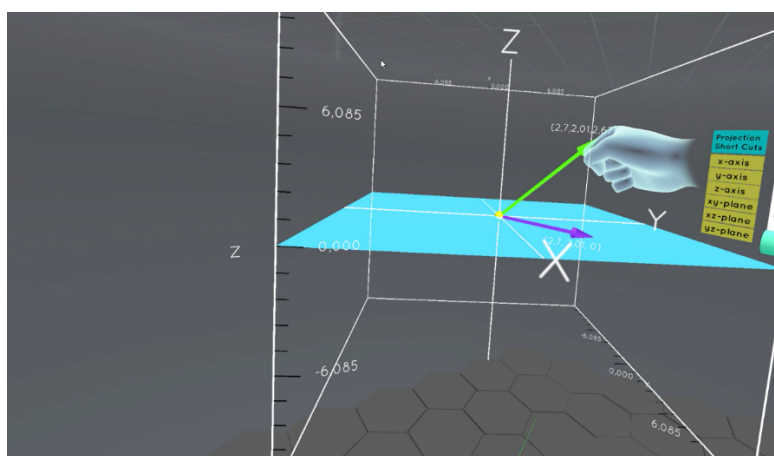


Abb. 1: Ziehen an der Spitze eines „Vektorpfeils“ in der App Calcflow (©Nanome Inc.)

Fallbeispiel: Orthogonalprojektionen von Vektoren in VR

In dem vorliegenden Fallbeispiel wird die VR-App Calcflow in den Blick genommen, in welcher sich in einem Szenario unter anderem zum Thema

Orthogonalprojektion von Vektoren arbeiten lässt. Elemente dieses Szenarios sind ein dreidimensionales Koordinatensystem, dargestellt durch einen transparenten Würfel mit einem kartesischen Koordinatenkreuz, sowie ein Eingabefeld für numerische Parameter bzw. algebraische Ausdrücke. Im Koordinatenwürfel werden ein grüner Ursprungspfeil, eine Koordinatenebene sowie ein violetter auf die Ebene orthogonal projizierter Ursprungspfeil dargestellt. Wird mit dem Controller im virtuellen Raum die Spitze des grünen Pfeils bewegt, so passen sich die Darstellung im Koordinatenwürfel sowie die Koordinaten der Vektoren automatisch an (Abb. 1).

Im Rahmen von klinischen Interviews hat Dilling (2022) die Wissensentwicklungsprozesse von Schüler:innen mit der App detailliert untersucht. An dieser Stelle soll ein Teil zweier Interviews aufgeführt werden, in welchem Schüler:innen darüber sprechen, warum sich der violette Pfeil nur indirekt durch Ziehen an dem grünen Pfeil bewegen lässt und nicht direkt an der Spitze des violetten Pfeils gezogen werden kann. Der Schüler Eduard kommt auf die folgende Einschätzung:

Eduard: Ja, weil der abhängig is' von dem grünen. [...] Weil der grüne sich ja sozusagen um den herumbewegen kann, was der lilane ja nich' bestimmen kann.

Eduard stellt somit fest, dass man den violetten Pfeil nicht packen und bewegen kann. Dies führt er darauf zurück, dass dieser abhängig vom grünen Pfeil ist. Ihm scheint klar zu sein, dass es sich hierbei um eine einseitige programmbedingte Abhängigkeit handelt, die dadurch entsteht, dass für eine Position des violetten Pfeils verschiedene Positionen des grünen Pfeils möglich sind. Die Orthogonalprojektion ist eine nicht injektive Abbildung und das eigenständige Bewegen des lilafarbenen Pfeils ist programmtechnisch nicht sinnvoll umsetzbar. In Eduards Antwort ist auch die situierte Sprache klar zu erkennen. So benutzt er das Wort "herumbewegen", welches sich sehr klar auf die Dynamik und die Darstellung in der App bezieht und die Beziehung zwischen den Pfeilen beschreiben soll. Außerhalb der Anwendung findet sich kein passendes mathematisches Äquivalent für diesen Begriff.

Auch Schüler Daniel beschäftigt sich mit der Frage, warum sich der violette Pfeil nicht direkt bewegen lässt:

Daniel: (versucht die Spitze des violetten Pfeils zu packen, stattdessen verändert er aber die Position des Koordinatenwürfels) Ja, dann verändert sich direkt die ganze Ebene.

Interviewer: Warum? Warum funktioniert das nich', den lilanen Pfeil zu verändern und der grüne passt sich automatisch an? Haben Sie 'ne Idee?

Daniel: (versucht weiterhin die Spitze des lilafarbenen Pfeils zu packen)

Interviewer: Also es funktioniert nich'. Aber warum funktioniert das nich'?

Daniel: Ja, boah ähm. Da bin ich grad' 'n bisschen überfragt leider.

Daniel versucht erfolglos die Spitze des violetten Pfeils zu verschieben.

Auch nachdem der Interviewer fragt, warum dies nicht funktioniert, versucht er weiter die Position zu verändern. Er scheint somit der Meinung zu sein, dass sich auch der violette Pfeil verschieben lassen müsse und sich der grüne entsprechend anpasst. Der Schüler kann auf Nachfrage des Interviewers nicht erklären, warum sich der violette Pfeil nicht packen lässt. Ähnlich wie bei der Fallstudie von Hölzl (1995) scheint Daniel diesen Umstand nicht als programmiertechnische Eigenschaft identifizieren zu können, sondern sucht nach mathematischen Gründen, die er aber nicht findet. In der VR-App können somit ähnlich wie bei Hölzl zwei Arten von Vektoren unterschieden werden: Die einen lassen sich ziehen und die anderen nur indirekt verändern.

Literatur

- Bauersfeld, H. (1983). Subjektive Erfahrungsbereiche als Grundlage einer Interaktionstheorie des Mathematiklernens und -lehrens. In H. Bauersfeld, H. Bussmann & G. Krummheuer (Hrsg.), *Lernen und Lehren von Mathematik. Analysen zum Unterrichtshandeln II* (S. 1-56). Köln: Aulis.
- Bauersfeld, H. (1985). Computer und Schule – Fragen zur humanen Dimension. *Neue Sammlung*, 25, 109-119.
- Bauersfeld, H. (2000). Radikaler Konstruktivismus, Interaktionismus und Mathematikunterricht. In E. Begemann (Hrsg.), *Lernen verstehen – Verstehen lernen. Zeitgemäße Einsichten für Lehrer und Eltern* (S. 117-145). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Cobb, P. (1994). Where Is the Mind? Constructivist and Sociocultural Perspectives on Mathematical Development. *Educational Researcher*, 23(7), 13-20.
- Dilling, F. (2022). *Begründungsprozesse im Kontext von (digitalen) Medien im Mathematikunterricht. Wissensentwicklung auf der Grundlage empirischer Settings*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Dörner, R., & Steinicke, F. (2019). Wahrnehmungsaspekte von VR. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm, & B. Jung (Hrsg.), *Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität* (S. 43-78). Berlin: Springer Vieweg.
- Hölzl, R. (1995). Eine empirische Untersuchung zum Schülerhandeln mit Cabri-géomètre. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, 16(1/2), 79–113.
- Lave, J. (1988). *Cognition in Practice. Mind, Mathematics and Culture in Everyday Live*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Núñez, R. E., Edwards, L. D., & Filipe Matos, J. (1999). Embodied Cognition as Grounding for Situatedness and Context in Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics*, 39(1-3), 45-65.