

Anja PANSE, Paderborn, Walther PARAVICINI, Münster

## **Leseverhalten und Rationalität von Studienanfängerinnen und -anfängern**

Einhergehend mit der Bologna-Reform wird seit dem Wintersemester 2011/12 an der Universität Paderborn für Studierende des gymnasialen Lehramts im ersten Semester anstelle der vierstündigen Vorlesung „Analysis I“ die zweistündige Veranstaltung „Einführung in mathematisches Denken und Arbeiten“ angeboten. In einem *Design-Based-Research-Experiment* wurden seit dem Wintersemester 2012/13 in dieser Veranstaltung Lehrinnovationen und -konzepte implementiert und erprobt ([HHP14], [HHP15a]). Bereits nach der ersten Iteration gelangten [HHP] zu der Vermutung, dass bei vielen Studierenden Schwierigkeiten beim Lesen mathematischer Texte vorhanden sind und gewählte Arbeitsstrategien nicht ausreichen, um wissenschaftliche Texte sinnentnehmend zu lesen.

In diesem Bericht stellen wir eine allgemeine Konzeptualisierung von Leseverhalten als Teil einer laufenden empirischen Untersuchung vor.

### **Theoretischer Hintergrund**

Ziehen wir etwa die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife heran [KMK14], so dürfen wir davon ausgehen, dass Studienanfänger aus der Schule im Lesen auch komplexer pragmatischer Texte geübt sind, wir vermuten aber, dass das sinnentnehmende Lesen speziell mathematischer Fachtexte für sie meist keine zentrale Rolle gespielt hat (es tritt in den Bildungsstandards auch nur unter Anforderungsbereich III im Kompetenzbereich K6 auf). Die Literatur zeigt aber, dass sich Kompetenzen beim Lesen von Texten bestimmter Genres nicht ohne weiteres auf andere Genres übertragen lassen (siehe etwa [SSS12]). Und Lehrbuchtexte in der Hochschulmathematik oder, spezieller noch, typische Beweisführungen aus dem universitären Kontext unterscheiden sich offenkundig deutlich von denjenigen Genres, welche aus der Schule vertraut sind.

Dementsprechend ist es nicht verwunderlich, dass Studienanfänger mathematische Texte anders lesen als fortgeschrittene Studierende (und die wiederum anders als Dozentinnen und Dozenten) [SvdS14, SSS12].

Die für uns zentralen Beobachtungen, welche das Lesen von Anfängern charakterisieren, sind die folgenden:

- Anfänger lesen tendenziell linear, wohingegen Experten tendenziell nicht-linear lesen und häufiger zwischen Zeilen vor und zurückspringen.

In Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. x–y). Münster: WTM-Verlag

- Anfänger lesen Formeln Zeichen für Zeichen und konzentrieren sich beim Lesen tendenziell mehr auf die Formeln als auf den Text, der den Sinnzusammenhang herstellt – Experten können (substantielle Teile von) Formeln als Sinneinheiten lesen und achten tendenziell mehr auf den ausformulierten Text, vgl. [SvdS14].
- Anfänger bemerken Ungenauigkeiten und Unstimmigkeiten im Text seltener und, selbst wenn sie etwas feststellen, ist es deutlich weniger wahrscheinlich, dass sie deshalb aktiv werden und einen eigenständigen Versuch unternehmen, diese Unstimmigkeiten auszuräumen oder die Ungenauigkeiten zu klären, vgl. [SSS12].

Wir konzentrieren uns im folgenden auf die dritte dieser Beobachtungen, denn die erste Beobachtung gibt wohl eher ein Symptom wider, als dass sie direkt auf eine falsche Strategiewahl hindeutet: [HAI14] weisen nach, dass sich dieses Verhalten schon dann deutlich ändert, wenn Anfänger dazu aufgefordert werden, sich jede Aussage im Text im Zusammenhang zu erklären.

Die zweite Beobachtung ist offenbar typisch für Experten-Novizen-Vergleiche: Auch auf anderen Gebieten muss sich der Anfänger erst mühsam erarbeiten, wie man kleinere Einheiten zu größeren Sinneinheiten (*chunks*, vgl. [CS73]) zusammenfasst. Hier scheinen lediglich Übung und Erfahrung zu helfen.

Das im letzten der drei Punkte angesprochene Phänomen könnte zum Teil darauf beruhen, dass die Strategie, sich nicht an jeder kleinen Unstimmigkeit in einem Text aufzuhalten, sondern zügig weiterzulesen und in einer Gesamt- oder Rückschau einen Eindruck vom Sinn eines Textes zu erhalten, für andere Textformate durchaus zielführend ist (z.B. beim Lesen fremdsprachiger Zeitungsartikel). Eine extreme Variante dieser Strategie ist das sogenannte *skimming*, bei dem man einen Text bloß linear nach Schlüsselbegriffen und Strukturmarkern durchsucht, etwa um sich zu orientieren.

Leser haben generell einen Vorrat an eingeübten, automatisierten Strategien, und es bedarf eines *triggers*, damit sie aus ihrem automatisierten Lesemodus in einen langsamen, analytischen, bewussten Modus übergehen, siehe [PB84].

Eine offenkundige Parallele besteht hier zur kognitionswissenschaftlichen Unterscheidung zwischen dem schnellen, automatischen, assoziativ arbeitenden und unbewussten „System 1“ und dem langsamen, anstrengenden, selten arbeitenden, logischen und bewussten „System 2“. System 1 wäre etwa durchaus bereit, eine schwierige Frage (z.B. „Ist das hier ein valider, logischer Schluss?“) durch eine einfache, ähnliche Frage (z.B. „Sieht dies

aus wie die andere Mathematik im Lehrbuch?“) zu substituieren und diese dann zu beantworten, siehe [K12].

Manche Kognitionswissenschaftler postulieren ein Konstrukt „Rationalität“ als die Tendenz, eine sich anbietende, aber inkorrekte Antwort noch einmal überdenken zu können – also, grob gesagt, als die generelle Bereitschaft, System 2 zum richtigen Zeitpunkt aktiv werden zu lassen [S12]. Hierzu existieren bewährte Testinstrumente, und es wäre interessant, zu untersuchen, inwieweit die Lesefähigkeit in Bezug auf mathematische Texte mit dem Konstrukt „Rationalität“ korreliert und ob sich dementsprechend die „Rationalität“ im Laufe eines Mathematikstudiums erhöht.

### **Mögliche Interventionen**

Für Interventionen sehen wir deshalb drei Ansatzpunkte:

- Die Bereitschaft des Lesers zu stärken, im Sinne des fachwissenschaftlichen Diskurses verständnisorientiert zu lesen, sowie den Glauben, dies auch leisten zu können (vgl. [SSS12], p. 243, [SvdS14], p. 85).
- Eine „Entschleunigung“, das heißt: es wird geübt, einen Text langsamer und sorgfältiger zu lesen, mit besonderem Augenmerk darauf, die Stellen zu identifizieren, an denen es nötig ist innezuhalten (*trigger*) und aktiv selbst zu arbeiten.
- Strategien bereitzustellen, welche helfen, Verständnisprobleme zu überwinden und nach dem Innehalten wieder weiterzumachen.

Wenn wir nun versuchen, beispielhaft bisherige Interventionsansätze auf diese Aspekte hin zu untersuchen, so fällt auf, dass das self-explanation-Training nach [HAI14] am ehesten auf den zweiten Aspekt fokussiert, da es besonders darauf abzielt, Verständnislücken im Text und insbesondere in mathematischen Beweisen offenzulegen – der Schwerpunkt liegt dabei auf der Verständnisebene 3 nach [CS80], also auf den Zusammenhängen zwischen einzelnen Sätzen, wobei dies natürlich ein Verständnis der ersten beiden Ebenen (Wort und Satz) voraussetzt.

[HHP] zeigen mit der sogenannten Stolperstein-Methode, bei der sie ganz konkret an mathematischen Texten vorführen [HHP15b], auf welche Art und Weise man mit verschiedenen Verständnislücken umgehen kann und somit mathematische Texte mit Papier und Stift sinnennehmend liest – die (weitgehend positiven) Evaluationsergebnisse dazu und die gewonnenen Erfahrungen sollen noch andernorts in einer A-posteriori-Analyse veröffentlicht werden. Festzuhalten ist, dass der Fokus bei dieser Methode auf dem dritten der genannten Aspekte und implizit auch auf dem ersten liegt.

Der Ansatz von [SS16], mit hermeneutischen Methoden das Lesen auch mathematischer Texte zu unterstützen, scheint wiederum eher den zweiten Aspekt in den Blick zu nehmen, wenngleich hier wie auch bei den anderen Ansätzen die anderen Aspekte immer mindestens implizit mitgedacht sind.

Wir vermuten, dass eine Kombination dieser Interventionen, die dann alle Aspekte gleichermaßen berücksichtigt, eine pragmatische und wirksame Hilfestellung für Anfänger beim Lesen wissenschaftlicher mathematischer Texte sein könnte.

## Literatur

- [CS73] Chase, W., Simon, H. *Perception in Chess*. Cogn. Psychology 4, 55-81, 1973.
- [CS80] Collins, A., Smith, E. *Teaching the Process of Reading Comprehension*. BBN Report 4393, Cambridge, Massachusetts, 1980.
- [HH12] Hilgert, I., Hilgert, J. *Mathematik - ein Reiseführer*. Springer, 2012.
- [HHP14] Hilgert, J., Hoffmann, M. & Panse, A. *Handlungsbedarf in fachmathematischen Veranstaltungen? – Spezielle Maßnahmen an der Universität Paderborn*. Beiträge zum Mathematikunterricht, Münster: WTM-Verlag, 2014)
- [HHP15a] Hilgert, J., Hoffmann, M. & Panse, A. *Kann professorale Lehre tutoriell sein? Ein Modellversuch zur „Einführung in mathematisches Denken und Arbeiten*. In W. Paravicini, J. Schnieder (Hrsg.), *Hansekolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik* (pp. 23–36). Münster: WTM Verlag, 2015.
- [HHP15b] Hilgert, J., Hoffmann, M. & Panse, A. *Einführung in mathematisches Denken und Arbeiten: tutoriell und transparent*. Springer-Verlag, 2015.
- [HAI14] Hodds, M., Alcock, L. & Inglis, M. Self-Explanation Training Improves Proof Comprehension. *Journal for Research in Math. Education*, 45 (1), 62-101, 2014.
- [H09] Houston, K. *How to Think Like a Mathematician - A Companion to Undergraduate Mathematics*. Cambridge University Press, 2009.
- [K12] Kahneman, D. *Thinking, Fast and Slow*. Penguin, 2012.
- [KMK14] Beschlüsse der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012. *Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife*. Köln: Wolters Kluwer, 2014.
- [PB84] Palincsar, A., Brown, A. *Reciprocal Teaching of Comprehension-Fostering and Comprehension-Monitoring Activities*. *Cogn. and Instr.*, 1 (2), 117-175, 1984.
- [SS16] Scharlau, I., Schnieder, J. *Reading Mathematical Texts with Philosophical Methods*. Vortrag auf der ICME 13, Hamburg, 2016
- [SSS12] Shepherd, M., Selden, A. & Selden, J. *University students' reading of their first-year mathematics textbooks*. *Math. Thinking and Learning* 14.3, 226-256, 2012.
- [SvdS14] Shepherd, M., van de Sande, C. *Reading mathematics for understanding – From novice to expert*. *Journal of Mathematical Behavior*, 35, 74-86, 2014.
- [S12] Stanovich, K. *On the Distinction Between Rationality and Intelligence: Implications for Understanding Individual Differences in Reasoning*. In K. Holyoak, R. Morrison (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*. Oxford University Press, 2012.