

Förderung des MINT-Interesses im Kontext magnetischer Elastomere



B. Watzka, G. Auernhammer, M. Kästner, S. Odenbach und A. Menzel



Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
 Institut für Physik
 Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
 bianca.watzka@ovgu.de

1. Gesamtprojekt

Die Forschungsgruppe verfolgt das übergeordnete Ziel, die Herstellungsdynamik, Strukturbildung und die daraus resultierenden makroskopischen Materialeigenschaften von strukturierten magnetischen Elastomeren zu untersuchen, zu steuern und zu optimieren. Darüber hinaus werden die gewonnenen Erkenntnisse fachdidaktisch aufbereitet und für verschiedene Zielgruppen vermittelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Untersuchung, inwieweit unterschiedliche Aspekte der Authentizität, insbesondere die Komplexität, das Interesse und das Verständnis der grundlegenden Konzepte beeinflussen.

2. Magnetische Elastomere

Magnetische Elastomere sind weiche Festkörper. Sie bestehen meist aus weichen (visko-)elastischen Trägermatrizen mit eingebetteten magnetischen oder magnetisierbaren Partikeln, die einige Mikrometer groß sind.

2.1 Effekte

- **Magnetorheologischer Effekt.** Externe Magnetfelder beeinflussen die magnetischen Wechselwirkungen und Materialeigenschaften (z.B. die Steifigkeit).
- **Magnetostriktiver Effekt.** Externe Magnetfelder beeinflussen die magnetischen Wechselwirkungen und führen zu Deformationen.

2.2 Modell

Es werden kugelförmige, magnetisierbare Partikel mit einem Durchmesser zwischen 10 und 100 μm (Abb. 1) kontrolliert in ein noch nicht fertig vernetztes viskoelastisches Medium eingebracht (Abb. 2). Anschließend wird die Bildung von Partikelstrukturen beeinflusst (Abb. 3 und 4), indem während des chemischen Vernetzungsprozesses ein (gegebenenfalls zeitlich veränderliches) Magnetfeld auf das Medium einwirkt. Die Partikelstrukturierung auf der mikroskopischen Ebene beeinflusst das makroskopische Materialverhalten (Abb. 5).

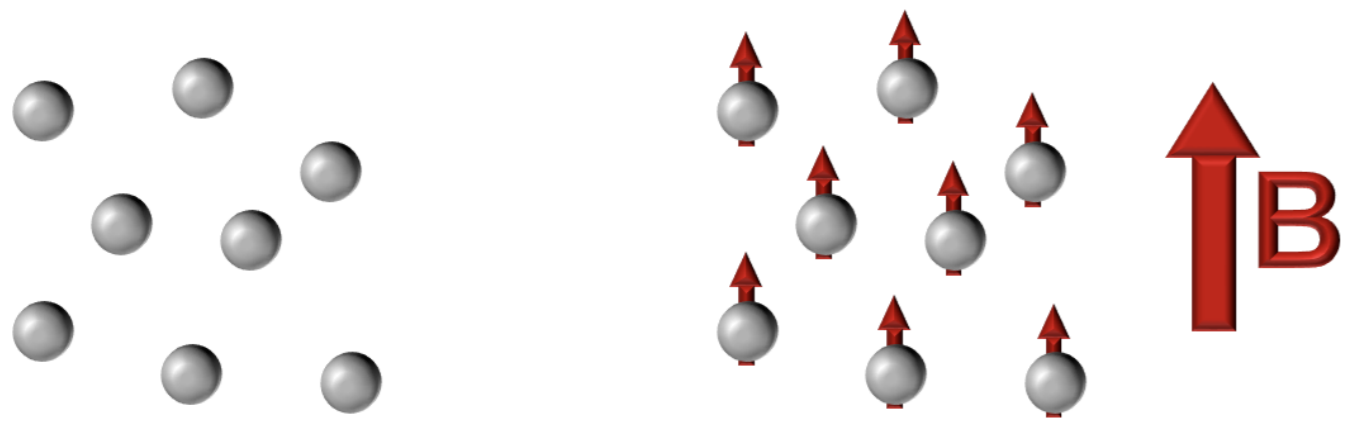


Abbildung 1: Reversibel magnetisierbare Partikel.

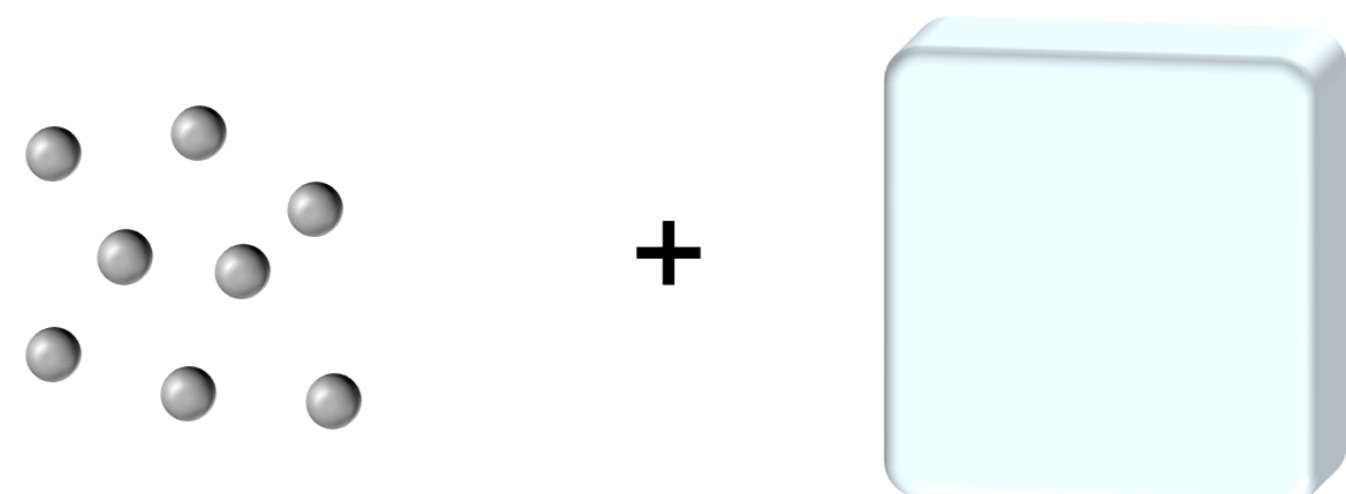


Abbildung 2: Reversibel magnetisierbare Partikel werden in einen reversibel elastisch deformierbaren Polymerkörper eingebracht.

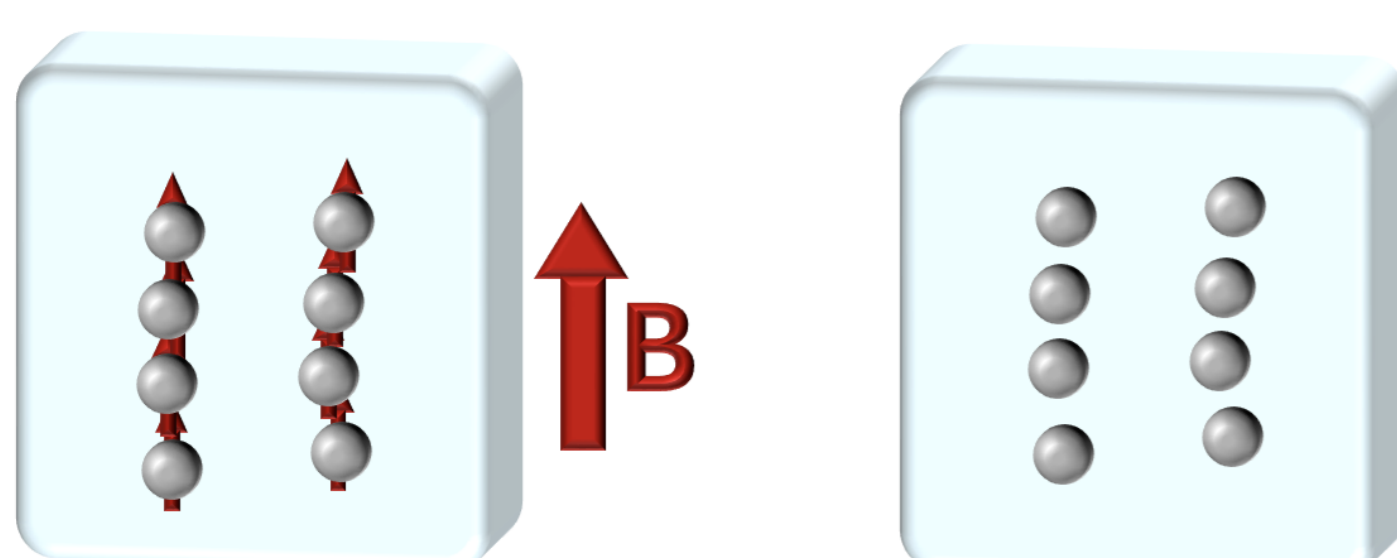


Abbildung 3: Strukturierung der Partikelanordnungen durch starke homogene Magnetfelder während der Vernetzung.

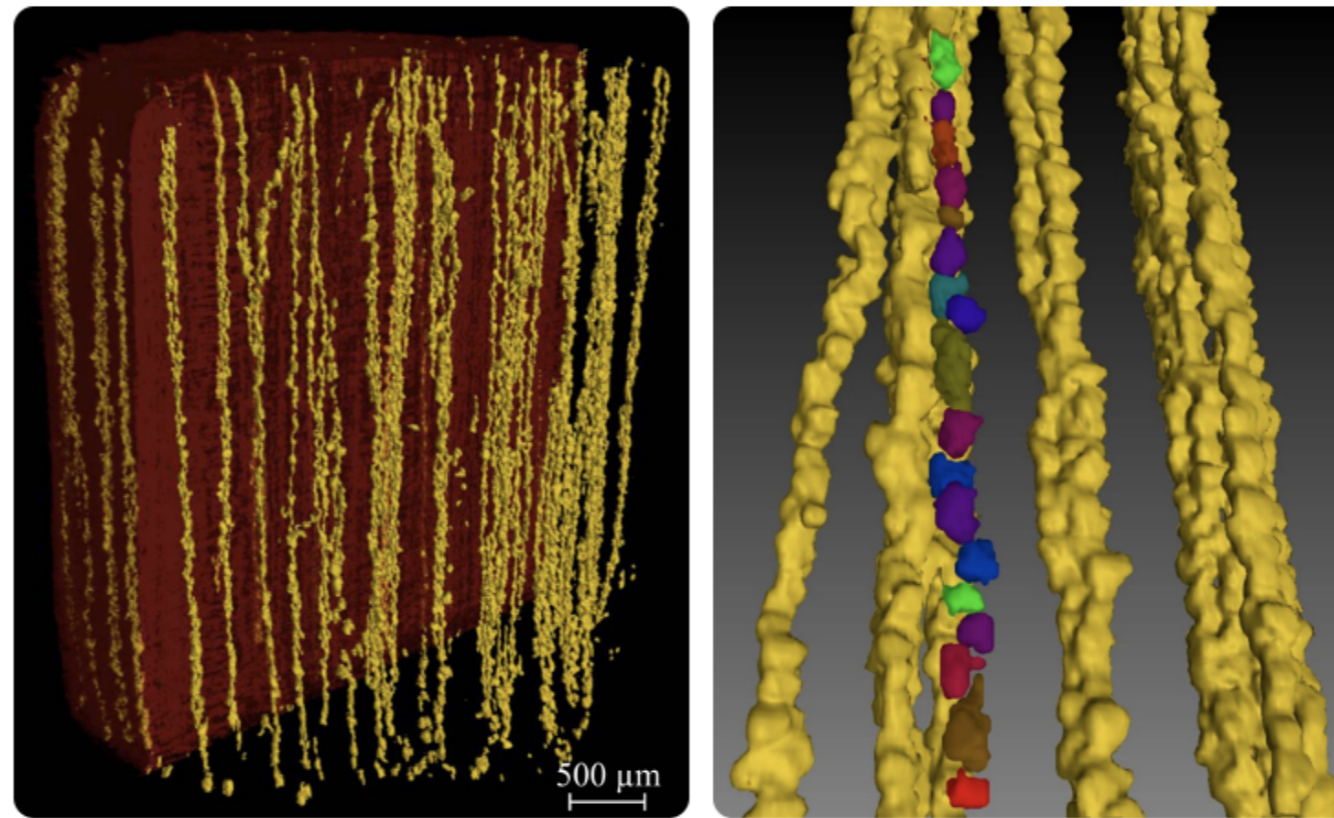


Abbildung 4: Röntgenomografische Visualisierung von magnetischen Partikeln in einem magnetischen Elastomer. Die Partikel können mittels digitaler Bildverarbeitung identifiziert und verfolgt werden [1].

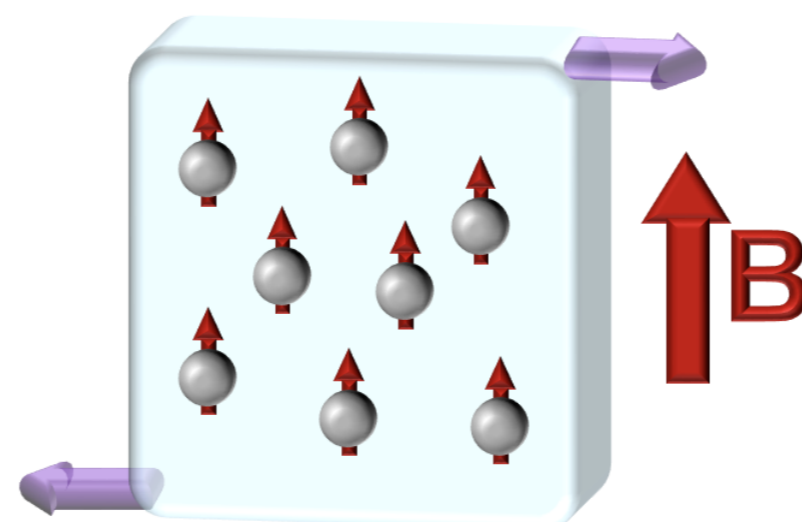


Abbildung 5: Magnetische Elastomere - von außen reversibel anpassbare Materialeigenschaften.

3. Fachdidaktisches Teilprojekt

3.1 Authentizität

Authentizität steht für das Ausmaß an Realitätsnähe. Letztere kann auf verschiedenen Ebenen realisiert werden. Das aktuelle Authentizitätsverständnis legt sechs Dimensionen nahe [2]:

- Material (z.B. Proben magnetischer Elastomere)
- Ort (z.B. Laborbesuche in Präsenz oder digital)
- Inhalt (z.B. Elastizitätsmodul im Kontext magnetischer Elastomere)
- Vermittler (z.B. Berichte von / Interviews mit Forschenden)
- Innovation (z.B. Entwicklung von Hybridmaterialien als Aktoren)
- Methoden (z.B. Arbeiten mit Modellen und Visualisierungen)

Nachtigall und Kollegen [3] untersuchten die Ergebnisse von 50 Studien zur Authentizität. Sie führten vergleichende Netzwerkanalysen durch und differenzierten u.a. zwischen den Wirkungen auf kognitive Lernergebnisse (Wissen, Transfer etc.) und jenen auf motivations-, gefühls- und einstellungsbezogene (affektive) Lernergebnisse (z.B. Interesse). Diese Wirkungen bezogen sie u.a. auf die verschiedenen Authentizitätsdimensionen. Dabei stellten sie fest:

- Hohe positive Effekte auf affektive Lernergebnisse ließen sich mit dem Einsatz authentischer Materialien (Equipment) erklären.
- Negative Effekte auf kognitive Lernergebnisse ließen sich ebenfalls mit dem Einsatz authentischer Materialien (Equipment) erklären.

Warum hemmen authentische Materialien den kognitiven Lernerfolg?

Eine Ursache könnte in der Komplexität authentischer Materialien liegen. Da authentische Materialien aus der realen Welt stammen, bringen sie ein hohes Maß an Komplexität mit sich, die wiederum zu einer hohen kognitiven Belastung führen kann (Abb. 6).

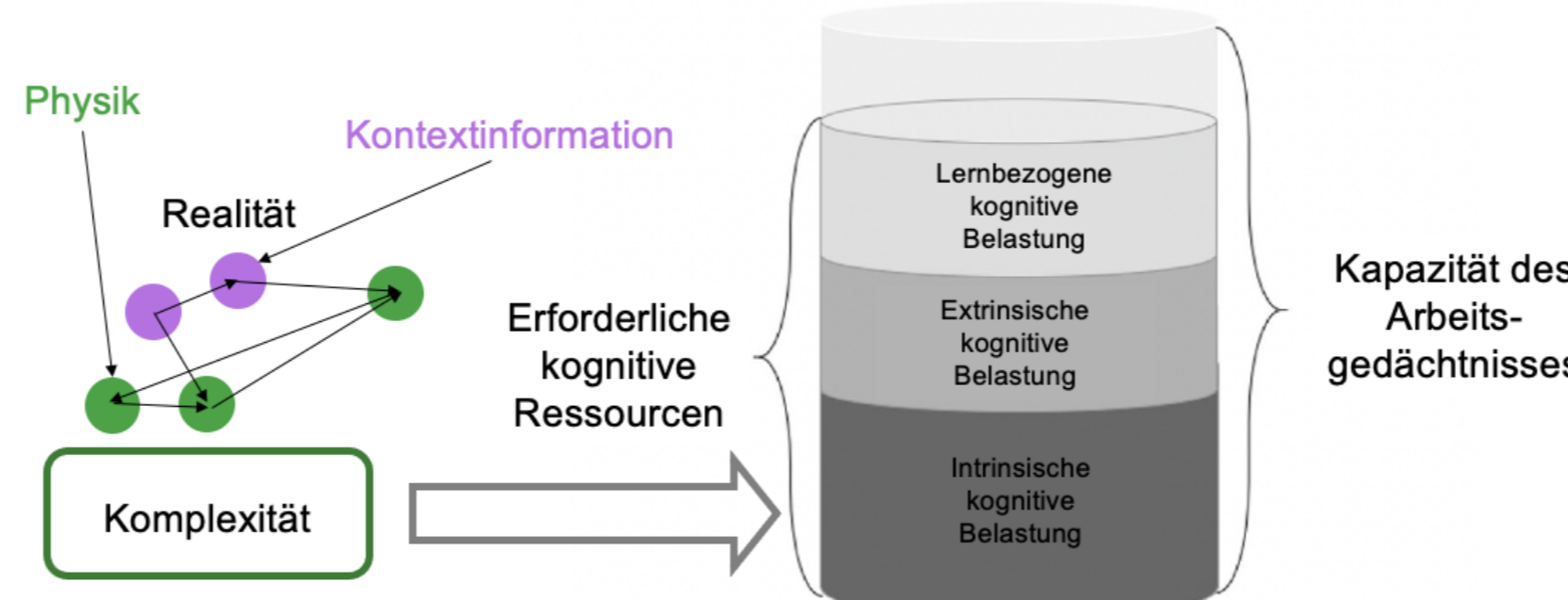


Abbildung 6: Komplexität authentischer Materialien und kognitive Belastung.

Um dem entgegenzuwirken, muss eine didaktische Aufbereitung dieser Materialien die Komplexität reduzieren, ohne dabei Einbußen in der wahrgenommenen Authentizität hinnehmen zu müssen. Zu starke Vereinfachungen führen dazu, dass fachliche Zusammenhänge und Konzepte weggelassen werden, während Kontextinformationen erhalten bleiben (Abb. 7).

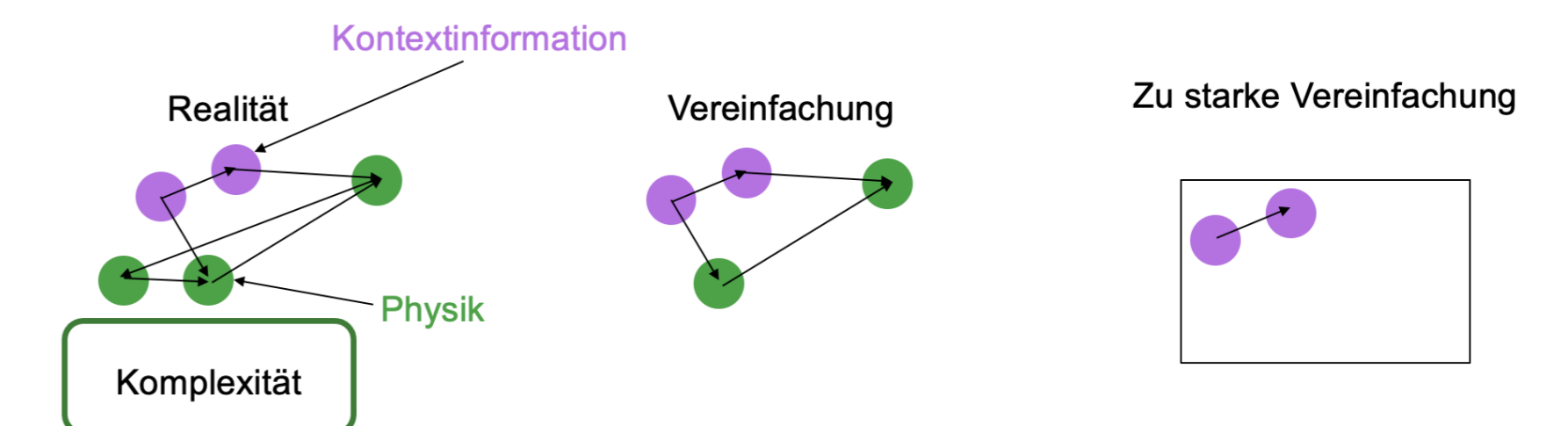


Abbildung 7: Gratwanderung bei der Vereinfachung beim kontextorientierten Lernen.

3.2 Methodik

Das Ziel des Teilprojekts ist die Erweiterung und empirische Überprüfung des Modells zur Authentizität in der Wissenschaftskommunikation, wobei der Schwerpunkt auf der Berücksichtigung kognitiver Faktoren liegt.

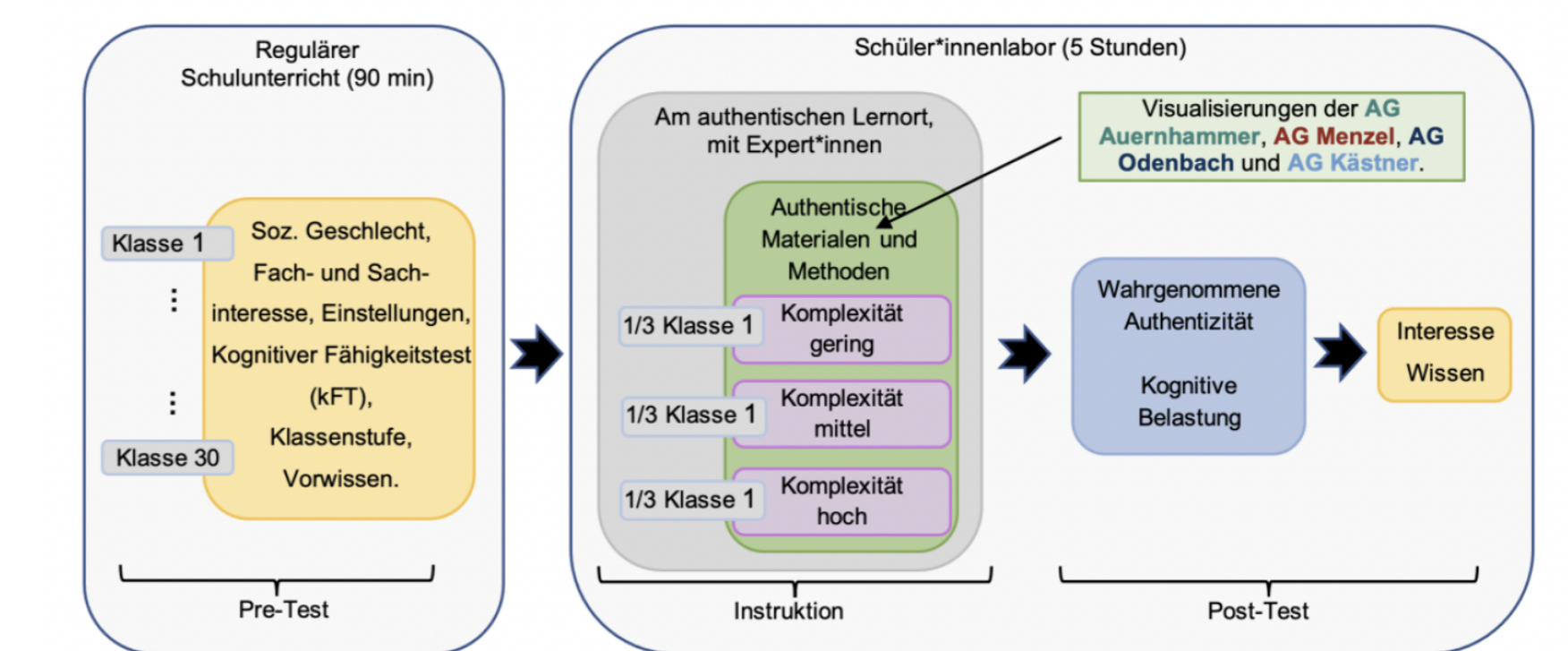


Abbildung 8: Ablauf der Untersuchung zur Wirkung verschiedener komplexer authentischer Materialien (hier: Visualisierungen).

Ferner wird die kognitive Verarbeitung authentischer komplexer Visualisierungen mittels Eye-Tracking untersucht. Im Fokus stehen Sakkadenrichtungen, die Rückschlüsse auf die Leseart zulassen [4], und Sakkadenlängen, die Rückschlüsse auf die Komplexität des mentalen Organisationsprozesses ermöglichen [5].

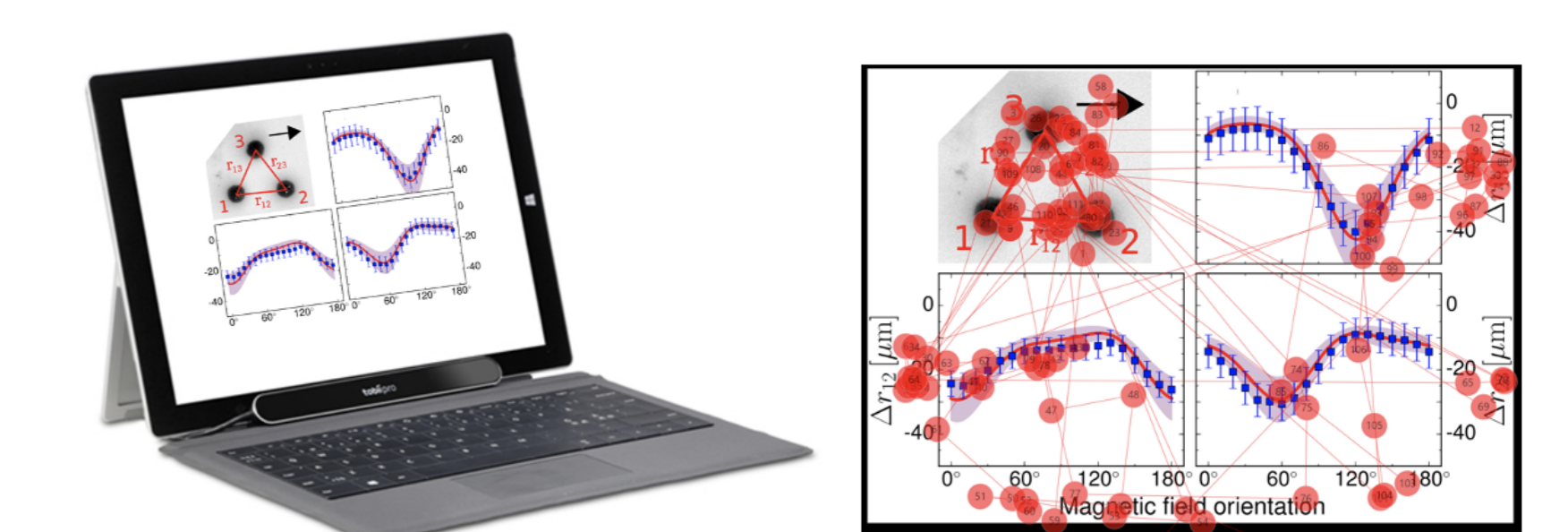


Abbildung 9: Kognitive Verarbeitung authentischer Visualisierungen hoher Komplexität.

Literatur

- [1] T. Gundermann, P. Cremer, H. Löwen, A. Menzel und S. Odenbach (2017). Statistical analysis of magnetically soft particles in magnetorheological elastomers. *Smart Mater Struct*, 26, 045012.
- [2] V. Nachtigall und N. Rummel (2021). Investigating students' perceived authenticity of learning activities in an out-of-school lab for social sciences: a replication study. *Instr Sci*, 49, pp. 779–810.
- [3] V. Nachtigall, D. Shaffer und N. Rummel (2022). Stirring a Secret Sauce: A Literature Review on the Conditions and Effects of Authentic Learning. *Educ Psychol Rev*, 34, pp. 1479–1516.
- [4] P. Klein, L. Hahn und J. Kuhn (2021). Einfluss visueller Hilfen und räumlicher Fähigkeiten auf die graphische Interpretation von Vektorfeldern: Eine Eye-Tracking-Untersuchung. *ZfDN*, 27, pp. 181–201.
- [5] P.J.A. Unema, S. Pannasch, M. Joos und B.M. Velichkovsky (2005). Time course of information processing during scene perception: The relationship between saccade amplitude and fixation duration. *Visual Cognition*, 12(3), pp. 473–494.