

Entwicklung und Evaluation eines Hochschullehrkonzepts zum Magnetismus

Motivation

Magnetische Phänomene stellen neben elektrischen und optischen Erscheinungen eine bedeutsame Grundlage für die Entwicklung vieler moderner technologischer Anwendungen dar. Aus Sicht der Physikdidaktik erscheint es somit relevant, die Berücksichtigung von Magnetismus in Lehrkonzepten zu analysieren. Es zeigt sich, dass aktuelle Vermittlungsansätze zu diesem Inhaltsgebiet weitestgehend auf Inhalten und Konzepten beruhen, die bereits seit vielen Jahrzehnten die Lehre zum Magnetismus bestimmen. Insbesondere zeichnen sich traditionelle Lehrkonzepte durch die dichotome Unterteilung in „magnetische“ und „nicht magnetische“ Stoffe aus. Diese Reduktion auf ferromagnetische Phänomene (u.a. von Aufschneider & Wodzinski, 2013), die in der Regel im weiteren Verlauf nur um elektromagnetische Erscheinungen ergänzt werden, entspricht den typischerweise vorherrschenden Alltagserfahrungen, steht aber im Widerspruch zur tatsächlichen Natur magnetischer Phänomene. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass sämtliche typischerweise als „nicht magnetisch“ klassifizierte Stoffe dem Diamagnetismus, Paramagnetismus oder in wenigen Fällen weiteren Erscheinungsformen von Magnetismus zuzuordnen sind und ausnahmslos jeder Stoff magnetische Eigenschaften besitzt (Laumann & Heusler, 2016).

Zielsetzung

Das Projekt „Magnetismus hoch 4“ strebt die Entwicklung eines neuartigen Lehrkonzeptes zum Inhaltsgebiet Magnetismus an, das die vier magnetischen Erscheinungsformen Ferro- und Elektro-, aber insbesondere auch Dia- und Paramagnetismus berücksichtigt. Innerhalb des Lehrkonzeptes soll es den Lernenden ermöglicht werden ihr Wissen im Inhaltsgebiet Magnetismus von der Sekundarstufe I bis potentiell zur Hochschule konsistent und ohne Brüche, insbesondere im Bereich der Phänomene und Modelle, zu erweitern. Um dieses Ziel zu erreichen erfolgt zunächst die Entwicklung eines Lehrkonzeptes für die Hochschule, das in diesem Beitrag beschrieben wird und nachfolgend für den Einsatz in Sekundarstufe I und II didaktisch reduziert werden soll.

Um die Implementierung des Lehrkonzeptes in universitären Lehrveranstaltungen zu ermöglichen, beinhaltet das Projekt auch die Konzeption von Lehr-Lernmaterialien. Diese ergänzen die fachlich und fachdidaktisch fundierte Sachstruktur um experimentelle Zugänge (Laumann & Heusler, 2015, 2016, 2017; Laumann, 2017) sowie digitale Lehr-Lernmedien, die den Transfer realer Phänomene zum physikalischen Modell ermöglichen sollen.

Das Projekt „Magnetismus hoch 4“ strebt weiterhin die Erzeugung von Bewusstsein für die Sinnhaftigkeit und Möglichkeit der Anwendung dieses neuartigen Lehrkonzeptes an.

Forschungsdesign

Die Entwicklung des Lehrkonzeptes erfolgt nach dem Design-Based Research-Ansatz (Reinmann, 2005), sodass ausgehend von einem theoretisch und empirisch fundierten Design zunächst die praxisbezogene Durchführung des Lehrkonzeptes mit begleitender empirischer Analyse und nachfolgend eine Überarbeitung des Designs (Re-Design) erfolgt. Die nachfolgenden Befunde zur Analyse des Lehrkonzeptes beziehen sich auf die praxisbezogene Durchführung des ursprünglichen Designs und des ersten Re-Designs (WiSe 15/16 und WiSe 16/17, je 2 Seminare, Lehramtsausbildung Haupt-, Real- und Gesamtschule sowie Gymnasium und Gesamtschule) und beschreiben zwei vollständige Designzyklen.

Die praxisbezogene Durchführung umfasste in jedem Seminar drei Sitzungen mit Inhalten zum Magnetismus, siehe Abbildung 1. In den Seminarsitzungen arbeiteten die Studierenden in Kleingruppen mit vorgegebenen Lehr-Lernmaterialien (schriftliche Materialsammlung mit Aufgaben, Informationen und Anleitungen sowie Experimentiermaterialien und digitalen Lehr-Lernmedien) weitestgehend selbsttätig. Zur Objektivierung der begleitenden Untersuchung wurde der Einfluss der Lehrperson auf diese Art und Weise minimiert.

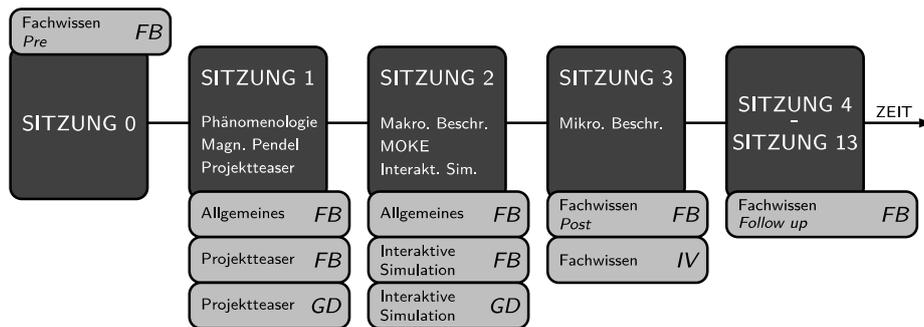


Abb. 1 Verlauf- und Untersuchungsplan zum Praxiseinsatz des Lehrkonzeptes.

Die Analyse bezog sich auf das konzeptuelle Verständnis der Studierenden (Fachwissen), allgemeine Merkmale (Interesse, Einschätzung der Bedeutung) sowie Merkmale der digitalen Medien (Projektteaser, interaktive Simulation). Die nachfolgenden Befunde beziehen sich auf die Analyse der Entwicklung des konzeptuellen Verständnisses der Studierenden, das in einer Prä-Test- (N=45), Post-Test- (N=36) und Follow-up-Test-Untersuchung (N=9) mithilfe eines Fragebogens insbesondere durch offene Items sowie individuelle problemzentrierte Leitfadeninterviews (N=18) erhoben wurde.

Befunde

Die nachfolgenden Befunde beziehen sich auf die makroskopische Phänomenologie sowie die mikroskopische Beschreibung magnetischer Momente der Erscheinungsformen mit und ohne äußeres Magnetfeld und stellen einen Ausschnitt der gesamten Befunde dar.

Makroskopische Phänomenologie magnetischer Erscheinungsformen

Die Äußerungen der Studierenden zum offenen Fragebogenitem „Weiß Du, was mit den Begriffen Ferro-, Dia- und Paramagnetismus gemeint ist? Wenn ja, versuche die Begriffe zu erklären und zu beschreiben, was Dir zu ihnen einfällt!“, im Prä-Test deuten an, dass vor den Seminarsitzungen Dia- und Paramagnetismus nur von einzelnen (16 % und 13 %) und auch Ferromagnetismus nur von wenigen Studierenden (38 %) angemessen beschrieben wird, siehe Abbildung 2. Post- und Follow-up-Test weisen darauf hin, dass das Fachwissen durch das erarbeitete Lehrkonzept sinnvoll erweitert wird, siehe ebenfalls Abbildung 2. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse des Follow-up-Tests aufgrund der geringen Stichprobengröße (N=9) deutlich eingeschränkte Aussagekraft besitzen. Derselbe Befund ergibt sich auch aus den Analyse der qualitativen Leitfadeninterviews. In diesen äußern 17 von 18 Studierenden fachlich adäquate Beschreibungen der makroskopischen Eigenschaften der drei magnetischen Erscheinungsformen. Weiterhin sind sich 15 von 18 Studierenden der Universalität magnetischer Phänomene bewusst und merken dies u.a. auf folgende Art und Weise an: „Also ‚unmagnetisch‘ ist ein schwieriger Begriff, weil es eigentlich verschiedenste Arten von Magnetismus gibt und jeder Körper mindestens eine dieser Arten von Magnetismus aufweist.“

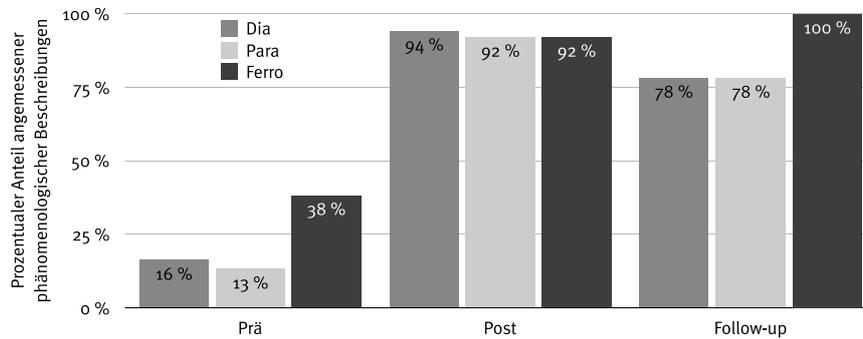


Abb. 2 Befunde zum Fachwissen von Studierenden zur angemessenen Beschreibung der makroskopischen Phänomenologie magnetischer Erscheinungsformen

Mikroskopische Beschreibung der Magnetisierungszustände magnetischer Erscheinungsformen mit und ohne äußeres Magnetfeld

Die Befunde der qualitativen Leitfadeninterviews deuten an, dass die Studierenden nach den Seminarsitzungen den mikroskopischen Magnetisierungszustand in Form der Ausrichtung magnetischer Momente von 15 von 18 Fällen angemessen beschreiben. Komplexer erscheint jedoch die Beschreibung des mikroskopischen Magnetisierungszustandes ohne äußeres Magnetfeld. Wie die Befunde des zugehörigen offenen Fragebogenitems andeuten, siehe Abbildung 3, finden sich für die Beschreibung des diamagnetischen Grundzustandes ohne äußeres Magnetfeld viele unangemessene Beschreibungen. Wie die Ergebnisse der Interviews zeigen, wird eben dieser Zustand für diamagnetische Phänomene mit paramagnetischen Phänomenen gleichgesetzt. Weitere Befunde deuten an, dass dies aus unzureichenden Unterscheidungen der Ursachen magnetischer Momente durch die Lernenden folgt.

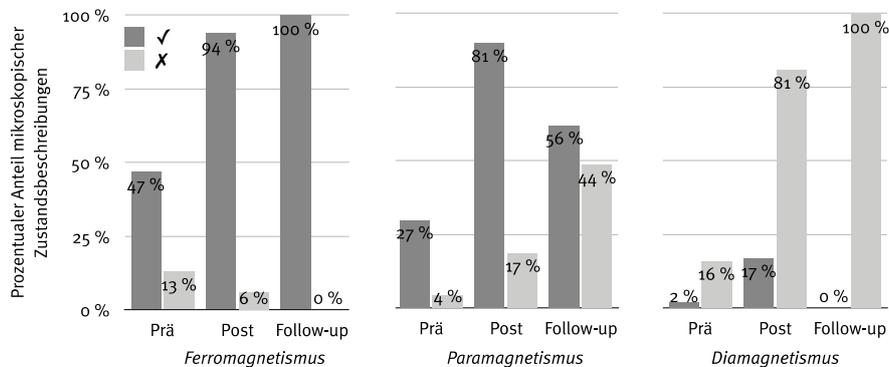


Abb. 3 Befunde zum Fachwissen von Studierenden zur mikroskopischen Beschreibung der Magnetisierungszustände magnetischer Erscheinungsformen ohne äußeres Magnetfeld

Ausblick

Nach der vollständigen Durchführung von zwei Designzyklen zur Entwicklung des Hochschullehrkonzeptes wird neben der Entwicklung des zweiten Re-Designs, das ebenfalls noch im Sinne des Design-Based Research hinsichtlich der praktischen Wirkung zu analysieren ist, insbesondere die Elementarisierung und didaktische Rekonstruktion des Lehrkonzeptes für die Sekundarstufen I und II angestrebt. Weiterhin ist es notwendig, den Elektromagnetismus in das Lehrkonzept zu integrieren und Bezüge zu den Erscheinungsformen Dia-, Para- und Ferromagnetismus herzustellen.

Literatur

- Laumann, D. & Heusler, S. (2015). Magnetismus hoch 3 – Selbstkonsistente Modellierung von Dia-, Para- und Ferromagnetismus. *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, Wuppertal.
- Laumann, D. & Heusler, S. (2016). Welche Stoffe sind „nicht“ magnetisch? In C. Maurer (Hrsg.), *Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Berlin 2015. Universität Regensburg, 367-369.
- Laumann, D. & Heusler, S. (2017). Determining Magnetic Susceptibilities of Everyday Materials Using an Electronic Balance. *American Journal of Physics*, 85 (5), 327-332.
- Laumann, D. (2017). Is an Apple Magnetic: Magnetic Response of Everyday Materials Supporting Views About the Nature of Science. *The Physics Teacher*, 55 (3), 142-145.
- Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 33 (1), 52-69.
- Von Aufschnaiter, C. & Wodzinski, R. (2013). *Spiralcurriculum Magnetismus*. *Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen: Sekundarbereich (Bd. 3)*. Seelze: Friedrich.