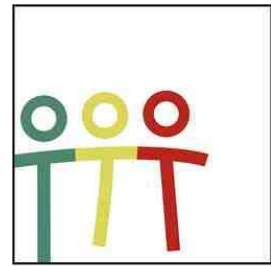




**Experimentieren im naturwissenschaftlichen
Unterricht im Zeitalter der Digitalisierung**
Stellungnahme zum Erwerb fachlicher und fachdidaktischer
Kompetenzen in der Lehramtsausbildung



T³ DEUTSCHLAND

1. Digitale Bildung

Digitale Medien bieten für den Schulunterricht in doppelter Hinsicht einen Mehrwert. Zum einen werden digitale Kompetenzen aktuell und zukünftig im beruflichen und privaten Alltag benötigt (**Bildungsargument**, vgl. [2]). Zum anderen bietet der Einsatz digitaler Medien Potenzial für effektivere Lernprozesse (**Lernargument**, z.B. Forschungsüberblicke wie [4, 12]). Der Einsatz digitaler Medien muss dazu fachdidaktisch sinnvoll von den Lehrkräften konzeptualisiert werden. Die Kultusministerkonferenz formuliert dies als klares Ziel ([7-10]). So müssen „Lehrkräfte [...] mit den Medien und Medientechnologien kompetent und didaktisch reflektiert umgehen können“ ([9], S. 7). Dabei besitzt „jedes Fach [...] spezifische Zugänge zu den Kompetenzen in der digitalen Welt durch seine Sach- und Handlungszugänge“ ([10], S. 7). Für den naturwissenschaftlichen Unterricht bietet das Experimentieren als zentrale naturwissenschaftliche Tätigkeit eine besondere Lerngelegenheit zum Erwerb digitaler Kompetenzen. Experimentieren im schulischen Unterricht wird durch digitale Messwerterfassung und -aufbereitung nicht nur begünstigt, sondern vielfach als Schülerexperiment erst möglich ([11]). Dabei sind Tools zur digitalen Messwerterfassung in Zusammenhang mit digitalen Mathematikwerkzeugen zu sehen, über die eine graphische Aufbereitung und Auswertung der erhobenen Daten effizient realisiert werden kann. Dazu gehören in vielen Bundesländern die Nutzung grafikfähiger Taschenrechner mit oder ohne Computer-Algebra-Systemen ebenso wie Computer, Smartphones oder Tablets mit entsprechender Software. Die dabei zum Einsatz kommende Hardware wie Taschenrechner, Smartphones und Tablets bieten in den Naturwissenschaften in Verbindung mit internen und externen Sensoren die besondere Möglichkeit, in einfacher Weise sowohl in Schüler- als auch Demonstrationsexperimenten Messwerte aufzunehmen, darzustellen und auszuwerten ([11]). Dieses Potenzial gilt es, in der Breite zu nutzen und noch weiter auszubauen.

Erfahrungen aus konkreten Unterrichtsvorhaben und empirischen Untersuchungen [1,5,6] zeigen, dass digitale Werkzeuge und insbesondere digitale Messwerterfassung eine effiziente Hilfestellung für den Erwerb konzeptuellen Verständnisses sein können. Dabei kommt es nicht nur darauf an, den Unterricht auf der Sichtstruktur (z.B. technische Ausstattung) zu innovieren, sondern die digitalen Medien zu nutzen, in der Tiefenstruktur des Lernens die Schülerinnen und Schüler kognitiv zu aktivieren. Dazu bedarf es gänzlich neuer Unterrichtskonzepte. Weitere detaillierte Untersuchungen zu solchen Konzepten und deren Wirksamkeit sind dringend notwendig.

2. Digitale Messwerterfassung im naturwissenschaftlichen Unterricht

Der Einsatz digitaler Messwerterfassung ist in der Schulpraxis noch nicht zur Selbstverständlichkeit geworden und das, obwohl sich die Rahmenbedingungen dafür gerade in letzter Zeit deutlich verbessert haben: Überschaubare und einfache Versuchsanordnungen sind verfügbar, die Nutzung der notwendigen digitalen Werkzeuge ist unkompliziert, Unterrichtsmaterialien stehen zur Verfügung und erste Bundesländer verankern entsprechende Inhalte in den Lehrplänen.

Die Ursachen dafür sind vielschichtig ([3]). Vermutlich ist die fehlende Ersterfahrung von Lehrkräften aus ihrer eigenen Schul- bzw. Studienzeit ein gewichtiges Hemmnis. Und auch in den didaktischen Lehrveranstaltungen wird dem Thema bisher nur wenig Platz eingeräumt ([3]). In der zweiten und dritten Phase der Lehramtsausbildung erreichen die Angebote – z. B. Weiterbildungen des MNU und des Lehrerfortbildungsprojektes T³ – oft nur bereits interessierte Lehrkräfte. Dies führt zu einem Kreislauf: Angehenden Lehrkräften ist der Mehrwert digitaler Messwerterfassung im naturwissenschaftlichen Unterricht wenig vertraut bzw. nicht ausreichend bekannt, weil ihnen Erfahrungen und Kompetenzen aus Schule und Studium fehlen. Und damit erhalten ihre eigenen Schülerinnen und Schüler wiederum keine entsprechenden Lernangebote.

Dieses Problem thematisierte eine Expertenrunde aus Schul- und Hochschullehrenden, die sich während des MNU-Bundeskongresses 2018 in München traf. Das Ergebnis dieses Diskurses ist die vorliegende Stellungnahme, die dazu auffordert, digitale Messwerterfassung in stärkerem und konsequenterem Maße in die Aus- und Weiterbildung der Lehrkräfte aufzunehmen und dadurch ihren Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern.

3. Initiative zur Nutzung digitaler Messwerterfassung im naturwissenschaftlichen Unterricht

Mit der vorliegenden Stellungnahme fordern wir den Erwerb von Kompetenzen zur digitalen Messwerterfassung im Laufe der ersten, zweiten und dritten Phase der Lehrkräfteausbildung.

Die im Laufe der ersten, zweiten und dritten Phase der Lehramtsausbildung zu erwerbenden Kompetenzen betreffen neben den fachlichen Kompetenzen mit Blick auf digitale Medien die folgenden Kompetenzen:

Technologiebezogene Kompetenzen

Die Lehrkräfte bzw. Studierenden

- kennen die Grundprinzipien digitaler Messwerterfassung (z. B. analog-digital-Wandlung, Auflösung, Abtastrate).
- kennen die Funktionsweise verschiedener Sensoren (in Abhängigkeit vom Fach).
- bestimmen und diskutieren Messunsicherheiten digitaler Messungen.
- besitzen einen Überblick über unterschiedliche Gerätetypen und wählen Geräte geeignet aus (z. B. Smartphone-Experimente).
- gehen auf Grundlage von praktischen Erfahrungen (z. B. in Praktika bzw. Weiterbildungen) mit digitalen Messwerterfassungssystemen selbstständig um.

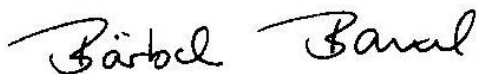
Fach- und mediendidaktische Kompetenzen

Die Lehrkräfte bzw. Studierenden

- kennen den didaktischen Mehrwert digitaler Messwerterfassung für den naturwissenschaftlichen Unterricht und begründen ihren Einsatz.
- kennen Vor- und Nachteile analoger und digitaler Messverfahren und treffen für den Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht eine geeignete Auswahl.
- wissen von neuen Möglichkeiten für Schulexperimente, die die digitale Messwerterfassung eröffnet (z. B. Mobilität, nahtlose Übergänge zwischen realen und virtuellen Welten, Individualisierung von Lernwegen).
- kennen Anwendungsbeispiele und ihre Quellen für digitale Messwerterfassung im naturwissenschaftlichen Unterricht (z. B. Unterrichtsmaterialien von T³).
- betten digitale Messwerterfassung in Lernumgebungen geeignet ein.

- nehmen Leistungsfeststellungen zu und mit digitaler Messwerterfassung vor.
- analysieren schulinterne Curricula und Ressourcen im Hinblick auf digitale Messwerterfassung und stellen Anknüpfungspunkte her.
- entwickeln Unterrichtskonzepte zur und mit digitalen Messwerterfassung selbstständig weiter.

Mit dieser Initiative geben der Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts MNU e.V. und das Lehrerfortbildungsnetzwerk T³ einen Impuls an die Vertreterinnen und Vertreter von Bildungspolitik und Lehramtsausbildung, den Erwerb von Kompetenzen zur digitalen Messwerterfassung im Laufe der Lehrkräfteausbildung sicherzustellen und die Verwendung digitaler Messwerterfassung im experimentellen Unterricht der naturwissenschaftlichen Fächer zu intensivieren.



Für das T3-Fortbildungsnetzwerk,
Prof. Dr. Bärbel Barzel



Für den MNU
Gerwald Heckmann

- [1] Becker, S., Klein, P., Gößling, A. & Kuhn, J. (2018). Empirische Analyse der Lernwirksamkeit von Tablet-PCs als digitales Lernwerkzeug zur Bewegungsanalyse im Mechanik-Unterricht der Sekundarstufe 2. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, submitted, 2018.
- [2] BMBF (2016). *Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft. Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung*. Berlin: BMBF. Verfügbar unter: https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf (letzter Zugriff am 17.4.2018)
- [3] Bos, W., Lorenz, R., Endberg, M., Eickelmann, B., Kammerl, R., Welling, St. (2016). *Schule digital – der Länderindikator 2016*. Münster: Waxmann.
- [4] Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, K.M., Maschietto, M. (2016). Uses of technology in Lower Secondary Mathematics Education – A Concise Topical Survey. Springer Open access.
- [5] Hochberg, K., Kuhn, J., Müller, A.: iMechanics: Lernwirkung von Smartphones und Wiimotes im Mechanikunterricht der Sekundarstufe II. In S. Bernholt (Ed.), *Tagungsband der GDCP-Jahrestagung 2013 in München*. Münster: Lit-Verlag (accepted), 2014.
- [6] Hochberg, K., Kuhn, J. & Müller, A., (2018). Using Smartphones as experimental tools – effects on interest, curiosity and learning in physics education. *Journal of Science Education and Technology*, 27 (3) (accepted), 2018.
- [7] KMK (2004). *Standards für die Lehrerbildung*. Beschluss vom 16.12.2004. Bonn: KMK
- [8] KMK (2008). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen in der Lehrerbildung*. Beschluss vom 16.10.2008 i.d.F. vom 8.9.2016. Bonn: KMK
- [9] KMK (2012). *Medienbildung in der Schule*. Beschluss vom 8.3.2012. Bonn: KMK
- [10] KMK (2016). *Bildung in der digitalen Welt*. Beschluss vom 8.12.2016. Bonn: KMK
- [11] Lampe, H.-U. / Liebner, F. / Urban-Woldron, H. / Tewes, M.: MNU-Themenheft "Innovativer naturwissenschaftlicher Unterricht mit digitalen Werkzeugen", März 2015.
- [12] Ropohl, M., Lindmeier, A., Härtig, H., Kampschulte, L., Mühling, A., Schwanewedel, J. (Hrsg.) (2017). *Medieneinsatz im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Hamburg: Joachim-Hertz-Stiftung.