

„Umweltschutz durch Stärkung von Technikinteresse und -bildung in der Schule mittels Denkwerkzeugen nach der Natur“

Jonas Arnold<sup>^</sup>, Mira Latzel<sup>^</sup>, Iwiza Tesari<sup>+</sup>, Iris Hansjosten<sup>+</sup>, Klaus Bethge<sup>+</sup>, Roland Kappel<sup>+</sup>, Jürgen Schäfer<sup>+</sup>, Karl Heinz Weber<sup>+</sup>, Sylvia Kovacs<sup>\*</sup>, Erich Hunger<sup>\*</sup>, Bernd Zinn<sup>^</sup> und Claus Mattheck<sup>+</sup>

<sup>^</sup>Universität Stuttgart – Institut für Erziehungswissenschaft (IFE) – Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT) – E-Mail: jonas-benedikt.arnold@ife.uni-stuttgart.de  
<sup>+</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für Angewandte Materialien (IAM) – Werkstoff- und Grenzflächenmechanik (MMI) – E-Mail: iwiza.tesari@kit.edu  
<sup>\*</sup>IML Instrumenta Mechanik Labor – E-Mail: sylvia.kovacs@iml.de



Gesellschaftliche Relevanz

**Gestaltungskompetenzen**, im Kontext einer **Bildung für Nachhaltige Entwicklung** (BNE), werden mit Blick auf die Forderung **Verfahren und Produkte** als auch das **Verbraucherverhalten** nachhaltiger zu gestalten zunehmend dringlicher. Ihre frühzeitige Vermittlung wird damit zu einer der zentralen Aufgaben eines zielgeleiteten **Umweltschutzes**. Das Projekt UNaTec fokussiert eine unterrichtsfachspezifische Umsetzung einer BNE im interdisziplinären **Fach Naturwissenschaft und Technik** (NwT) in Baden-Württemberg. Ziel des Projekts ist es, das **Interesse und die Motivation** von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Mittelstufe am Thema Technische Mechanik nach den inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen des Bildungsplans (2016) zu fördern. Der Fokus liegt hierbei auf einer **nachhaltigen Produktentwicklung mittels bionischer Methoden**.

Theoriebezug

Die Vermittlung einer BNE richtet sich nach dem Referenzrahmen für **Schlüsselkompetenzen** der OECD (2005). (vgl. Rychen 2008)  
 Die **Interessens- und Motivationsentwicklung** folgen dem Interessenskonstrukt (Krapp & Prenzel 1992, Prenzel, Kramer & Drechsel 1996) und der Selbstbestimmungstheorie nach Deci & Ryan (1993).

Stand der Forschung

**Schüler\*inneneinschätzungen** zu ausgewählten Themengebieten der Bionik im **naturwissenschaftlichen Unterricht** zeigen, dass **bionische Arbeitsweisen** mithilfe von Experimenten und Aufgaben im Durchschnitt **positiv bewertet** werden (Lautenschläger 2011).

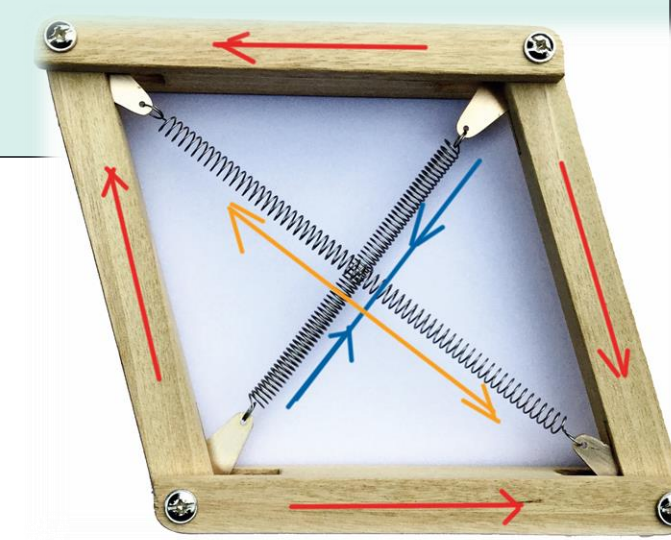
Ergebnisse

Forschungsstudie

Modelle und Experimente zur Biomechanik

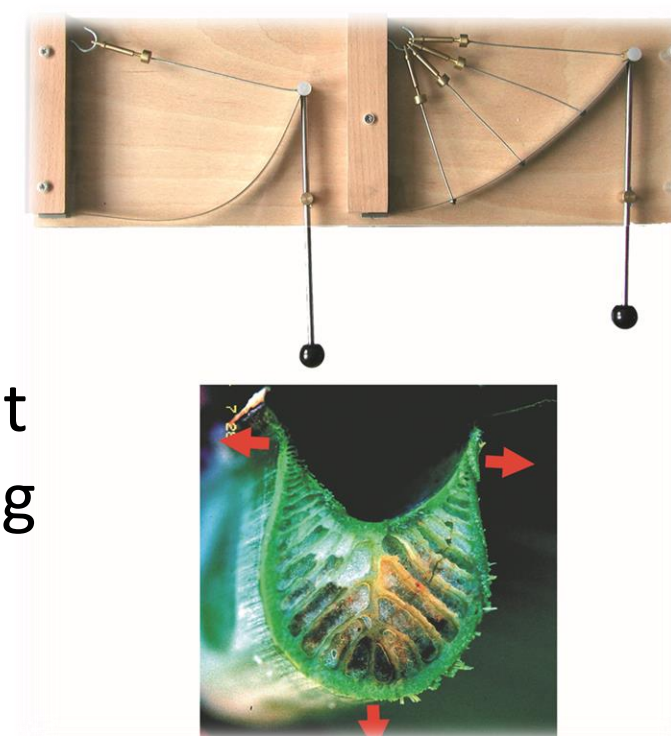
Schubviereck

Auswirkungen von Zug- und Druckkräften im Inneren, die als Folge von außen anliegenden Schubkräften auftreten, werden visualisiert.



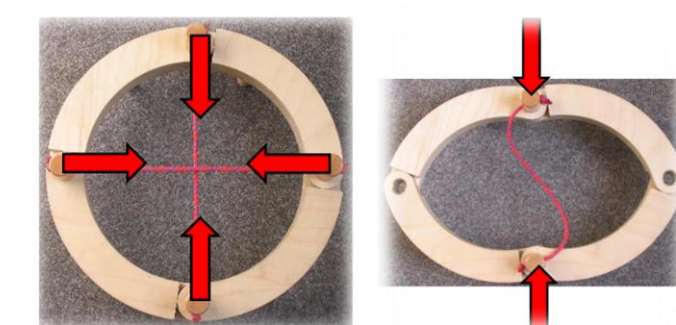
Bananenblattmodell

Der Blattstiel ist an der Unterseite unter Vorkrümmung und mittels verzweigter Zugseile gegen ein Ausknicken verstärkt. Die Zugstrukturen verzögern das Ausbeulen der Wandung. Das Modell zeigt die Überlegenheit dieser Bauweise hinsichtlich einer Versagenslast gegenüber der Einbringung von Druckstützen auf.



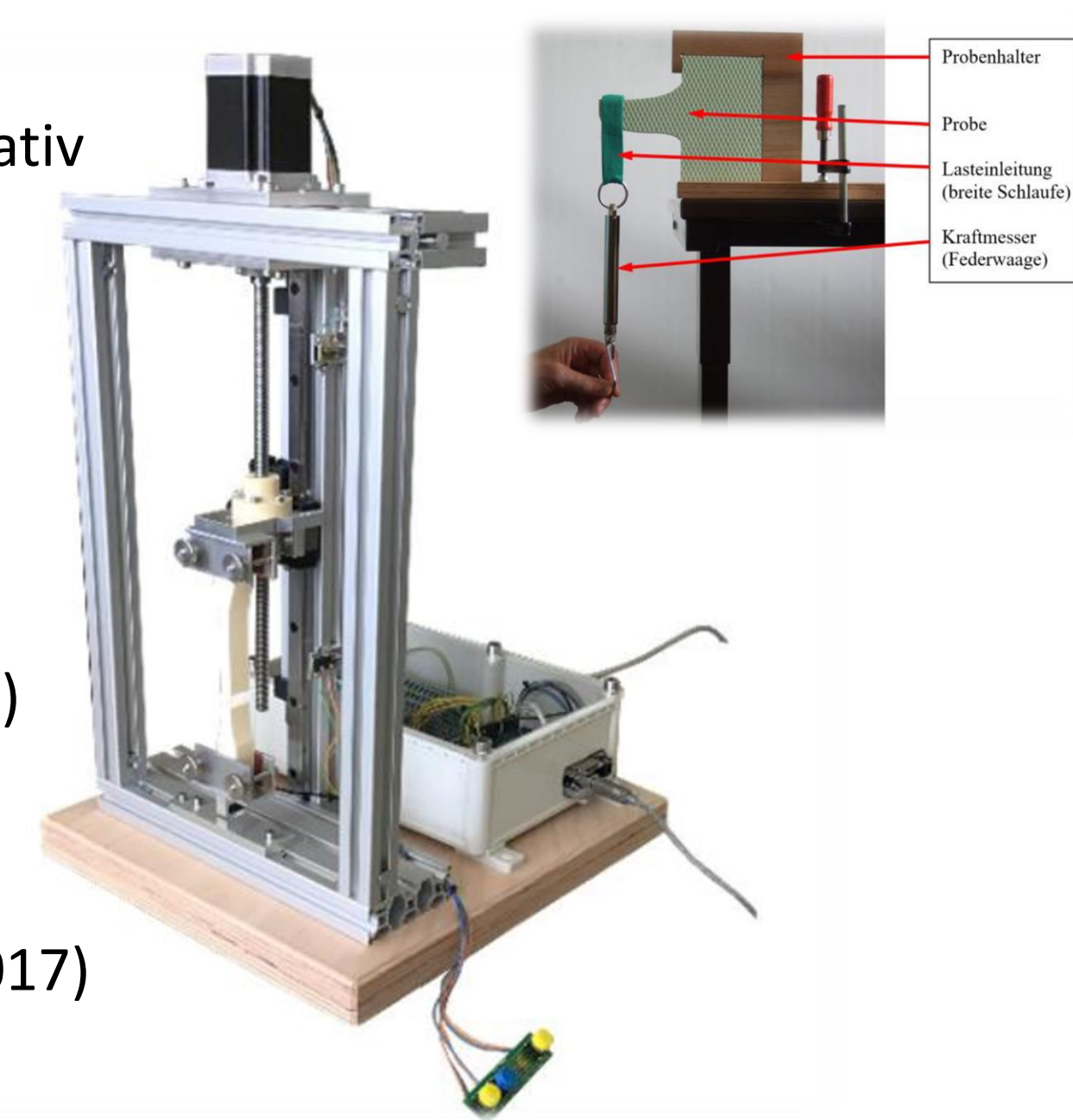
Bambusmodell

Verdeutlicht den mechanischen Vorteil von Zugstrukturen, da schlanke druckbelastete Strukturen durch instabiles Versagen gefährdet sind. Das Modell zeigt auf, dass bei Biegung die Querschnittsverflachung des Halmes maßgeblich durch Zug im Internodium verhindert wird.



Zugdreiecke

Der Versuchsaufbau veranschaulicht Formoptimierung qualitativ als auch quantitativ. Ein optimierter Kragträger trägt deutlich höhere Lasten bis zum Bruch. Die Bruchlasten können mit einem Kraftmesser quantitativ ermittelt werden.



Zug-Druck-Prüfmaschine

DIY-Prüfmaschine auf Arduino-Basis zur Bestimmung von Bruchlasten, Festigkeiten (Zug, Druck, Biegung, Ermüdung) und Steifigkeiten. Die Belastung kann kraft- und weggesteuert aufgegeben werden.

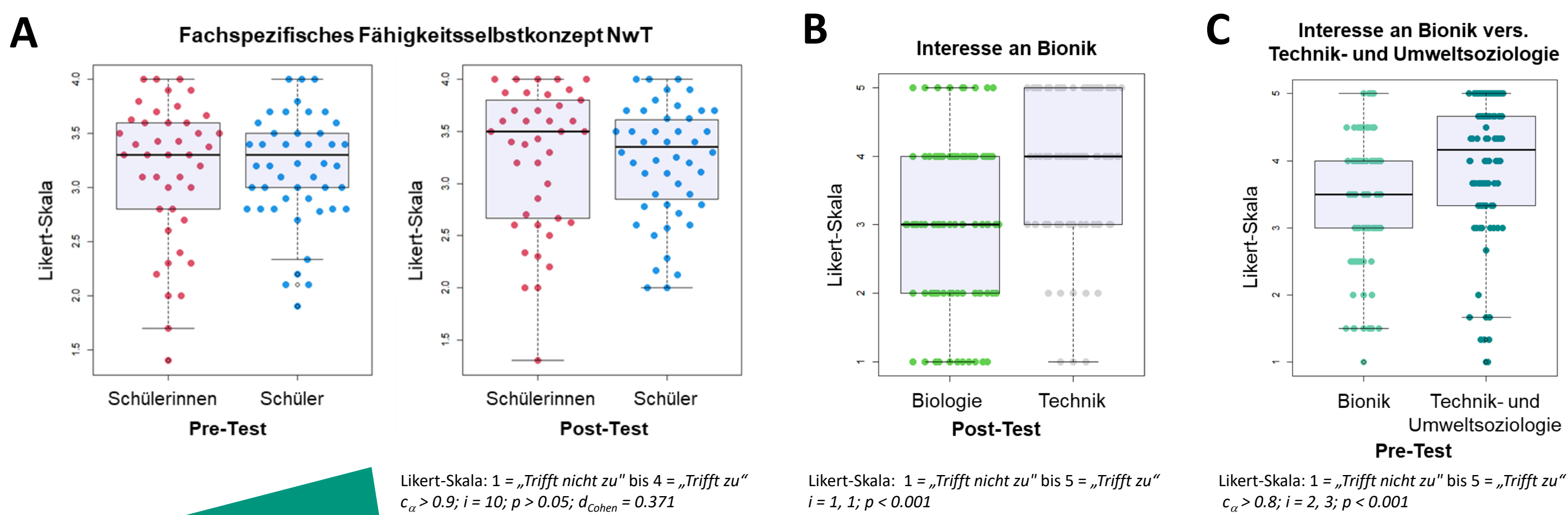
(Mattheck 2017)

Motivation und Interesse von Schülerinnen und Schülern im Fach NwT zu Beginn der Mittelstufe im Themengebiet Bionik

Es liegen erste eigene empirische Befunde von Schülerinnen und Schülern (n = 102, w = 45, m = 57) im Fach NwT zu Beginn der Mittelstufe im Themengebiet Bionik vor. Das Untersuchungsdesign der Studie ist ein Pre- und Post-Assessment.



Ziel der Untersuchung war es, Erkenntnisse zur Unterrichtsausgestaltung zu generieren, um Schülerinnen und Schülern der 8. Klasse einen motivations- und interessensfördernden Einstieg in das Fach zu ermöglichen. Die Unterrichtseinheit fokussierte unterschiedliche Inhaltsgebiete (z. B. Baukonstruktion, Luft- und Raumfahrttechnik, Künstliche Intelligenz), Kontexte (z. B. Gesellschaftliche Bedeutung, Bezug zum menschlichen Körper, Technische Anwendung) und Tätigkeiten (z. B. Bauen, Konstruieren, Experimentieren). Bei den Schülerinnen konnte ein Anstieg des fachspezifischen Fähigkeitsselbstkonzepts festgestellt werden (A). Die Schülerinnen und Schüler gaben zudem an, dass Ihnen besonders der Bezug zur Technik im Themengebiet Bionik gefällt (B). Ein Vergleich des Interesses an Bionik und Technik- und Umweltsoziologie deutet darauf hin, dass sich eine Verknüpfung der beiden Themengebiete positiv auf das Fachinteresse auswirken könnte (C). (Zendler 2017)



Ausblick

Auf Basis der vorliegenden Erkenntnisse sollen zu den **biomechanischen Modellen** begleitende **Lehr- und Lernmaterialien** u. a. mit digitalen Formaten (z. B. 360°-Videos) für die **Lehrpersonenaus- und -weiterbildung** entwickelt und in einer randomisierten **landesweiten Interventionsstudie** mit Experimental- und Kontrollgruppendesign bei Schülerinnen und Schülern im Fach NwT in Bezug auf ihre **Wirkungseffekte** untersucht werden: (1) Wahrgenommene Qualitätsmerkmale des Unterrichts, (2) Interesse, (3) Motivation, (4) Fähigkeitsselbstkonzept, (5) Technikmündigkeit, (6) BNE und (7) berufliche Orientierung. **Zukunftsorientierte Technische Bildung** im Kontext der **Nachhaltigkeit** kann einen Beitrag zur Wissensvermittlung und Interessensförderung an den Schulen leisten, da Lernende von gut ausgebildeten Lehrpersonen profitieren. Dies kann längerfristig zu einer **Technikmündigkeit** und einer Verhaltensänderung im Sinne einer **BNE** beitragen. Für das interdisziplinäre Themengebiet Bionik, mit seiner starken Verknüpfung von Biologie und Technik, lassen sich vielversprechende Anknüpfungspunkte für den **MINT-Unterricht** finden. **Umweltschutz** kann dahingehend durch eine konkrete Betrachtung und Umsetzung von **biologisch inspirierten Optimierungsverfahren** gefördert werden.

Literatur

Rychen, D. S. (2008). OECD Referenzrahmen für Schlüsselkompetenzen – ein Überblick. In: Bormann, I. & de Haan, G. (Hrsg.). Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. VS Verlag für Sozialwissenschaften.  
 Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2016): Bildungsplan des Gymnasiums. Naturwissenschaft und Technik (NwT). Profifach. Stuttgart.  
 Deci, Edward L. & Ryan, Richard M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. Zeitschrift für Pädagogik, 39(2), S. 223-238.  
 Krapp, Andreas. (1992): Das Interessenskonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. Interesse, Lernen, Leistung.

Lautenschläger, T. (2011): Bionik – Experimentierset für den Schulunterricht im Kontext fächerverbindenden Lernens. Dissertation, Technische Universität Dresden.  
 Mattheck, C. (2017): Die Körpersprache der Bauteile. Enzyklopädie der Formfindung nach der Natur, 1. Auflage. Karlsruher Institut für Technologie – Campus Nord: Eggenstein-Leopoldshafen.  
 Prenzel, M., Kramer, K. & Drechsel, B. (1996): Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung – Ergebnisse eines Forschungsprojekts. In Lehren und Lernen in der beruflichen Erstausbildung, S. 37 – 61.  
 Zendler, S. (2018): Motivation und Interesse von Schülerinnen und Schülern im Fach NwT zu Beginn der Mittelstufe im Themengebiet Bionik. Wissenschaftliche Arbeit, Universität Stuttgart.

gefördert durch



www.dbu.de