

Hennig, Monika; Binder, Martin; Reiser, Markus

StartlearnING – Ein Beispiel für die Potenziale technischen Gestaltens in domänenverbindendem Unterricht

Steinmann, Annett [Hrsg.]; Seidler-Proffe, Maximilian [Hrsg.]; Lange-Schubert, Kim [Hrsg.]: *Mitwelt im Wandel wahrnehmen, verstehen und gestalten. Bildungspotentiale des technischen Gestaltens in Lehrer:innenbildung, Forschung und Schulpraxis*. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 185-196. - (Beiträge zur Didaktik technisch-gestaltender Unterrichtsfächer)



Quellenangabe/ Reference:

Hennig, Monika; Binder, Martin; Reiser, Markus: StartlearnING – Ein Beispiel für die Potenziale technischen Gestaltens in domänenverbindendem Unterricht - In: Steinmann, Annett [Hrsg.]; Seidler-Proffe, Maximilian [Hrsg.]; Lange-Schubert, Kim [Hrsg.]: *Mitwelt im Wandel wahrnehmen, verstehen und gestalten. Bildungspotentiale des technischen Gestaltens in Lehrer:innenbildung, Forschung und Schulpraxis*. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 185-196 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-347764 - DOI: 10.25656/01:34776; 10.35468/6199-15

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-347764>

<https://doi.org/10.25656/01:34776>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. diesen Inhalt nicht bearbeiten, abwandeln oder in anderer Weise verändern.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.en> You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to alter or transform this work or its contents at all.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der



Monika Hennig, Martin Binder und Markus Reiser

StartlearnING – Ein Beispiel für die Potenziale technischen Gestaltens in domänenverbindendem Unterricht

Zusammenfassung

Das Projekt startlearnING zeigt, wie gestalterische Ansätze im Fächerkonglomerat MINT genutzt werden können, um Lernende praxisnah und interdisziplinär zu fördern: Am Beispiel der Unterrichtseinheit Bau einer Warmhaltemöglichkeit wird deutlich, wie biologische Phänomene als Ideengeber dienen können, um technische und naturwissenschaftliche Kompetenzen zu entwickeln. Die iterative Arbeitsweise, basierend auf dem Gestaltungsprozess nach VDI 2221, befähigt die Lernenden, Prototypen zu entwerfen, zu testen und kontinuierlich zu verbessern. Zudem zeigen unsere Evaluationen, dass der gestalterische Zugang ein erhebliches Potenzial besitzt, die intrinsische Motivation im Sach- und im Biologieunterricht nachhaltig zu fördern.

Summary

The startlearnING project demonstrates how design-based approaches can be used in interdisciplinary STEM lessons to encourage pupils in a practical and interdisciplinary way. The teaching unit Building a keep-warm solution example shows how biological phenomena can serve as a source of ideas for developing technical and scientific skills. Based on the design process according to VDI 2221, the iterative working method enables learners to design, test and continuously improve prototypes. In addition, our evaluations show that the design-based approach has considerable potential to promote intrinsic motivation in science lessons sustainably.

Schlagworte: Interdisziplinärer MINT-Unterricht, Konstruieren, Gestalten, Problemlösen, Motivationsförderung

1 Einleitung

Der vorgestellte MINT-Unterricht zielt darauf, Lernende zur Problemlösung unter Berücksichtigung der Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Biologie (als Naturwissenschaft) und Technik zu befähigen. Die Interdisziplinarität stellt dabei eine Herausforderung dar, da beide Domänen unterschiedlichen Denktraditionen folgen (Irzik & Nola, 2011, S. 1-2). Besonders im naturwissenschaftlich-technischen Kontext zeigt sich dies: Während Technikwissenschaften finalorientiert sind (Hüttner, 2009, S. 133), untersuchen Naturwissenschaften kausale Zusammenhänge zur Erklärung von Phänomenen (National Research Council, 2012). Daher wird fachdidaktisch oft kritisiert, dass naturwissenschaftlich-technische Inhalte eher nebeneinander als verknüpft vermittelt werden (Rajh, 2017, S. 427). Das Projekt *startlearnING* begegnet dieser Problematik, indem es integrierte Unterrichtsangebote entwickelt, die das Potenzial eines technisch-gestalterischen Zugangs über Produktentwicklung nutzen.

2 Gestaltende Zugänge als Potenzial eines domänenübergreifenden Unterrichts

Zur Beschreibung eines domänenübergreifenden, naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts wurde im Rahmen des *startlearnING*-Projekts ein Modell entwickelt, das aufzeigt, wie ein analytischer Erkenntnisweg in ein gestalterisches Vorgehen integriert werden kann (Reiser et al., 2023, S.3-4). Es basiert auf der Grundannahme, dass Natur- und Technikwissenschaften sowohl synthetisierende (= gestalterische) als auch analysierende Erkenntniswege nutzen. Gestaltung meint in der Technik die materielle Definition eines Funktionsteils. Sie beinhaltet Werkstoffauswahl, Größe und Form der Bauteile, Farbgebung und anderes. Gestaltungsgesichtspunkte sind z.B. Funktions-, Herstellungs- und Montagegerechtigkeit, Reparaturgerechtigkeit (Binder, 2017). Von einem gestalterischen Erkenntnisweg sprechen wir, um zu betonen, dass Handeln ein notwendiger Zugang auch zum Theoretischen der Technik ist (Sachs, 2021, S. 210). Form- und Funktionszusammenhänge bilden einen zentralen Bezugspunkt zwischen Technik und Biologie (als Naturwissenschaft). Sie lassen sich analysieren, abstrahieren und praktisch nutzen. Beim Entwickeln technischer Produkte stimmen Lernende Funktion, Form und Struktur gezielt aufeinander ab. So arbeiten sie praxisnah und problemorientiert, erproben verschiedene Lösungen und bewerten, wie gut Form und Struktur die gewünschte Funktion erfüllen. Das gestalterische Vorgehen im *startlearnING*-Modell (Abb. 1) basiert auf einer didaktisch angepassten Version des Gestaltungsprozesses nach der VDI-Richtlinie 2221 (Verein Deutscher Ingenieure, 2019) und umfasst folgende Phasen: (a) Problemstellung und Aufgabenklärung, (b) Definition der Hauptfunktionen, (c)

Ideenfindung, (d) Materialauswahl, (e) Erkundungs- und Konstruktionsphase, (f) Präsentation des aktuellen Stands, (g) Konstruktionsphase, (h) Funktionstest und Optimierung, (i) Abnahme, (j) Präsentation und Reflexion. Der Ablauf ist durch ein exploratives und iteratives Vorgehen der Lernenden gekennzeichnet, bei dem Erkundungsphasen und Testungen der entwickelten Konstruktionen eine wesentliche Rolle spielen.

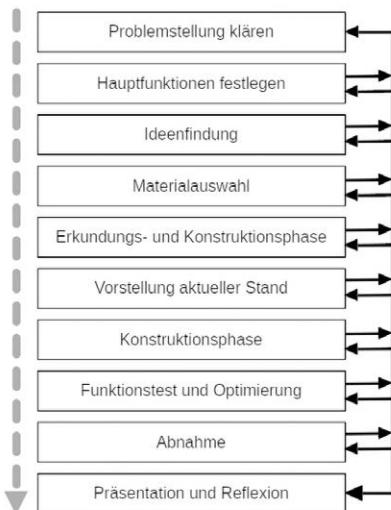


Abb. 1: Das Vorgehen bei der technischen Gestaltung im Unterricht (startlearnING-Modell, startlearnING, 2020) (Reprinted with permission from IEEE Proceedings, "StartlearnING – an example for cross-domain learning arrangements combining engineering and biology," © IEEE, 2021.)

- **Problemstellung klären**

In dieser Phase analysieren die Lernenden die Aufgabenstellung und klären, was die geforderte Konstruktion leisten soll.

- **Hauptfunktionen ableiten**

Die Lernenden definieren die essenziellen Funktionen der Konstruktion, die zur Lösung der Problemstellung notwendig sind, sowie mögliche Zusatzfunktionen. Aus diesen Funktionen wird eine Checkliste erstellt, die die Anforderungen der Aufgabe konkretisiert.

- **Ideenfindung**

Verschiedene Lösungsansätze werden gesammelt. In diesem Zusammenhang erfolgt im Unterricht ein Blick auf naturwissenschaftliche

Phänomene sowie deren Struktur- und Funktionszusammenhänge (z. B. Biologie: Isolierung durch Eisbärfell).

- Die Lernenden skizzieren erste Ideen und diskutieren mögliche Umsetzungen. Diese Phase dient als Grundlage für die Materialauswahl und die konstruktiven Abläufe.

- **Materialauswahl**

Die Lernenden wählen aus bereitgestellten oder selbst mitgebrachten Materialien die aus, die sich für ihre Konstruktion eignen. Diese Phase verbindet kreative Überlegungen mit einer pragmatischen Auswahl der Ressourcen.

- **Erkundungs- und Konstruktionsphase**

Die Lernenden setzen ihre Ideen um und beginnen mit der Konstruktion. Herausforderungen werden durch gezielte Fragen der Lehrkraft adressiert. Erste Prototypen werden erstellt, die iterative Verbesserungen ermöglichen.

- **Vorstellung des aktuellen Stands**

Zwischenergebnisse werden präsentiert und reflektiert. Die Lernenden erhalten Feedback und tauschen kreative Lösungsvorschläge aus, um bestehende Herausforderungen zu überwinden. Die Checkliste wird überprüft und Verbesserungen am Produkt werden definiert.

- **Konstruktionsphase**

Auf Basis der Reflexion werden die Konstruktionen weiterentwickelt oder optimiert. Diese Phase wird iterativ durchlaufen, bis die Hauptfunktionen erfüllt sind und die Lösung funktionsfähig ist.

- **Funktionstest und Optimierung**

Die Lernenden testen ihre Konstruktionen systematisch und vergleichen sie mit den Anforderungen der Checkliste. Dabei überprüfen sie die Effektivität ihrer Lösungen anhand realer Tests, wie z. B. der Temperaturregelung in der hier vorgestellten Aufgabe.

- **Abnahme**

Die fertige Konstruktion wird von der Lehrkraft überprüft und durch Tests validiert. Die Lernenden vergleichen ihre Lösungen mit anderen und reflektieren gemeinsam über die Ergebnisse.

- **Präsentation und Reflexion**

Abschließend präsentieren die Lernenden ihre Konstruktionen und erklären ihre Vorgehensweise, verwendeten Materialien und erreichten Funktionen. Diese Phase fördert die gemeinsame Wissensbildung und schließt den Prozess ab.

Die fachlichen Grundlagen stammen aus den Ingenieurwissenschaften, weshalb deren Begriffe herangezogen werden. Gestaltung wird dort oft ohne genaue Definition, aber als Teil technischer Prozesse verwendet. Ziel ist es, Nutzungsfunktionen in materielle Form zu überführen und dem Produkt eine Produktsprache zu geben (Mareis, 2014, S.98). Während Designer:innen vorrangig soziale Nutzungspraxen und Produktsprache adressieren, liegt der Fokus der Konstruktion auf der Entwicklung von Form-Funktionszusammenhängen gemäß einem Pflichtenheft. Häufig ist deshalb von „Produktentwicklung“ die Rede, da Formgebung nur ein Teilaspekt ist. Diese umfasst u. a. die Klärung des Auftrags, Erstellung von Anforderungen und Funktionsstrukturen, rechtliche Prüfungen, Modularisierung, Entwicklung von Lösungskonzepten, Variantenbildung, Entscheidungsfindung und Dokumentation (VDI, 2019, S. 31).

In der Konstruktionslehre (einem Teilgebiet der Ingenieurwissenschaften) wird der Gestaltungsbegriff in vier Bereichen verwendet: Gestaltungsrichtlinien bezeichnen die Ausrichtung von Produkten auf Aspekte wie Funktionalität, Herstellbarkeit und Recycelbarkeit (Bender & Gericke, 2021, S. 567-569). Gestaltungsregeln umfassen Prinzipien wie Einfachheit, Eindeutigkeit und Sicherheit. Gestaltungsprinzipien betreffen u. a. die Aufgabenteilung von Baugruppen und die Energieübertragung (Bender & Gericke, 2021, S. 468-471). Auch Prozesse werden konstruktiv gestaltet, etwa durch die VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung. Der Begriff Konstruktion wiederum wird nicht immer konsistent verwendet: in einer „weiten“ Variante synonym zur Produktentwicklung, in einer „engen“ als der Teilprozess in der Produktentwicklung, in dem die Umsetzung einer Funktion in konkrete geometrisch, elektronisch oder algorithmisch definierte und prüfbare Formen erfolgt (VDI, 2019, S. 9).

Das startlearnING-Modell (s. Abbildung 1) basiert auf der adaptierten Grundstruktur der Richtlinie 2221 und ermöglicht ein systematisches Vorgehen zur Lösung technischer Aufgaben. Es bietet einen doppelten Orientierungsrahmen: für Lehrkräfte zur Strukturierung des Lernprozesses und zur Vernetzung einzelner Schritte (vgl. iteratives Vorgehen), sowie für Lernende als Werkzeug zur eigenständigen Problemanalyse und Entwicklung passender Lösungsideen. Das offene, explorative Vorgehen fördert kreative Ansätze, alternative Strategien und reflektierte Entscheidungen. Reflexionsphasen unterstützen die Bewertung des eigenen Handelns und die Weiterentwicklung von Lösungsstrategien. Das iterative Vorgehen orientiert sich an der Ingenieurspraxis: Zwar werden die Teilschritte zunächst scheinbar linear durchlaufen, doch da nicht alle Einflussfaktoren von Beginn an bekannt sind, erfolgt kein stures Abarbeiten eines festen Plans. Stattdessen wird der Fortschritt nach jedem Schritt geprüft – bei Bedarf wird reflektiert, wiederholt oder zurückgegangen (Rekursion). Abbildung 1 zeigt diesen iterativ-rekursiven Prozess rechts, der durchgehende Pfeil links symbolisiert den angestrebten Gesamtverlauf.

Im *startlearnING*-Unterricht wird in jeder Phase auf Zielsetzungen und Rahmenbedingungen Bezug genommen, da nur so die Zweckmäßigkeit von Lösungen beurteilt werden kann. Prototypen sind unerlässlich, um das Zusammenspiel von Funktion, Form und Kontext – etwa in Bezug auf Umweltfaktoren – erfahrbar zu machen. Solche komplexen Zusammenhänge lassen sich nicht rein theoretisch erfassen. Die praktischen Phasen fördern deshalb sowohl das Verständnis von Form-Funktions-Beziehungen als auch handwerkliche Fähigkeiten – und sie wirken stark motivierend.

Präsentationen und Diskussionen machen implizites Wissen sichtbar, helfen Fehleinschätzungen zu erkennen und ermöglichen vielfältige Perspektiven. Technisches Denken zeigt sich darin, dass es nie nur eine richtige Lösung gibt.

2.1 Merkmale des gestaltenden Vorgehens bei *startlearnING*

Es ist weder realistisch noch bildungsbezogen sinnvoll, von Lernenden ingenieurähnliches Handeln zu erwarten. Stattdessen sollen sie altersgerecht und schrittweise an methodische Denk- und Arbeitsweisen herangeführt werden. Der Lernprozess bei *startlearnING* ist als genetisch-produktiver Erkenntnisprozess (Schmayl, 2019, S. 215-216) konzipiert. Dieser beginnt mit einer Problemstellung, zu einer alltäglichen Situation der Lernenden. Diese lebensweltliche Einbettung sorgt für eine hohe Motivation und eine intensive Auseinandersetzung mit den Aufgabenstellungen (Marx et al., 2004). Die Lernenden replizieren keine Lösungen, sondern entwickeln eigene Lösungswege, was kreatives Denken fördert und die Problemlösekompetenz stärkt (Heliawati et al., 2021, S. 322). Biologische Phänomene dienen hierbei als Anregung für Teillösungen – etwa das Fell des Eisbären als Vorbild für Wärmeisolierung. Die Konstruktionen werden mit Alltagsmaterialien und einfachen Werkzeugen umgesetzt, sodass alle Lernende unabhängig von Vorkenntnissen mitarbeiten können. Im Mittelpunkt steht die Funktionalität – die technische Wirksamkeit der Lösung.

Neben methodischen werden auch soziale Kompetenzen gefördert: Kommunikation, Austausch und gemeinsame Reflexion sind zentrale Bestandteile des *startlearnING*-Ansatzes. Die Lernende lernen voneinander und entwickeln im kooperativen Prozess ihre Problemlösefähigkeit weiter.

(Doppelt et al., 2008, S.23; für eine differenzierte Betrachtung von Kindern mit sozial-emotionalen Förderbedarfen s. Steinmann, 2022). Fehler werden im *startlearnING*-Modell als Lernchancen verstanden: Sie fördern Reflexion, Anpassung und den konstruktiven Umgang mit Rückschlägen (Wuttke et al., 2008). Das *startlearnING*-Modell vereint fachliche, soziale und kreative Aspekte zu einem ganzheitlichen Lernkonzept, in dem Gestalten als kooperativer, explorativer Prozess erlebt wird.

Im Folgenden wird dieses Vorgehen exemplarisch anhand der Einheit „Bau einer Warmhaltemöglichkeit“ dargestellt.

3 Praktische Umsetzung am Beispiel der Unterrichtseinheit „Bau einer Warmhaltemöglichkeit“

3.1 Klärung der Problemstellung – Identifizieren von Anforderungen

Die Unterrichtseinheit startet mit der Phase *Problemstellung und Aufgabenklärung* im *startlearnING*-Modell. Eine motivierende Geschichte über die Arktisforscher Jamal und Emma führt in die Herausforderung ein, Wärme in extremer Kälte zu erhalten. Dabei lernen die Lernende die Schutzmechanismen des Eisbären kennen – dichtes Fell, Haarstruktur und Fettschicht. Daraus ergibt sich die Aufgabe: Eine wiederverwendbare, transportable Warmhaltemöglichkeit aus einem Schuhkarton zu entwickeln, die ein Marmeladenglas mit Suppe möglichst lange warm hält. Bereits hier beginnt die Phase *Definition der Hauptfunktionen*, etwa mit den Anforderungen Isolation und Transport. Die Umsetzung erfolgt mit Alltagsmaterialien, die die Lernenden selbst mitbringen.

3.2 Hauptfunktionen ableiten

In dieser Phase werden die Hauptfunktionen definiert: Zentrale Anforderungen wie sichere Glasaufnahme, Wärmeisolierung und Wiederverwendbarkeit werden im Unterrichtsgespräch erarbeitet und in einer Checkliste festgehalten, die als Referenz im Konstruktionsprozess dient. Auch Zusatzfunktionen wie Tragegriffe oder Verschönerungen werden besprochen und ergänzt.

3.3 Lösungsideen generieren durch die Betrachtung von biologischen Prinzipien

Im Zentrum dieser Unterrichtsetappe steht die Ideenfindung: Die Lernenden entwickeln erste Lösungsideen auf Grundlage biologischer Prinzipien, insbesondere des Eisbärfells. Sie erkennen, dass Materialien mit Lufteinschlüssen wie Wolle oder Wellpappe isolierend wirken. Ergänzend werden physikalische Grundlagen zu Wärmeleitung, -strahlung und -strömung experimentell erarbeitet. Diese Erkenntnisse fließen in die Konzeptentwicklung ein und bereiten die folgende Materialauswahl vor.

3.4 Lösungsvarianten erarbeiten und auswählen

In dieser Phase verbinden sich Materialauswahl und Konstruktion: Die Lernenden wählen geeignete Alltagsmaterialien wie Spiegelfolie, Tetrapaks oder Stoffreste aus und beginnen mit dem Bau erster Prototypen. Mithilfe der „Erfinder:innenkiste“ und Impulsen der Lehrkraft arbeiten sie explorativ und iterativ. Erste Ideen werden erprobt, reflektiert und weiterentwickelt – im Sinne einer offenen, gestaltungsorientierten Lernkultur.

3.5 Fertigung der Lösungen und Erkennen von Lösungsprinzipien

Im Fokus stehen nun die Konstruktionsphase sowie der Funktionstest mit anschließender Optimierung. Die Teillösungen werden zu vollständigen Warmhaltemöglichkeiten zusammengesetzt und in einem Test erprobt: Die Temperatur eines heißen Marmeladenglases wird über einen definierten Zeitraum gemessen und mit einem ungeschützten Glas sowie anderen Gruppenlösungen verglichen. Die Ergebnisse fließen in Optimierungen ein und werden im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen biologischem Vorbild und technischer Lösung fachlich reflektiert. Zwischendurch präsentieren die Lernenden ihren Arbeitsstand und schildern bewältigte Herausforderungen.

3.6 Abnahme

Nach dem Funktionstest erfolgt die „Abnahme“: Die Lehrkraft prüft die Konstruktionen auf Funktion und Übereinstimmung mit den definierten Haupt- und Zusatzfunktionen. Die Lernenden reflektieren gemeinsam, inwieweit sie die Checklisten-Anforderungen erfüllt haben. Der Vergleich der Ergebnisse zeigt, dass verschiedene, gleichwertige Lösungswege möglich sind.

3.7 Präsentation und Reflexion

Am Ende der Unterrichtseinheit präsentieren die Lernenden ihre finalen Warmhaltemöglichkeiten. Sie erläutern Materialwahl, gestalterische Entscheidungen und Testergebnisse. Die Reflexion umfasst fachliche Aspekte – wie die Übertragung biologischer Prinzipien – sowie prozessbezogene Erfahrungen, etwa Teamarbeit oder den Umgang mit Fehlern. Der Austausch im Plenum vertieft das Verständnis für verschiedene Lösungsansätze und unterstützt die nachhaltige Verankerung des Gelernten.

4 Warmhaltemöglichkeit: Erkenntnisgewinn und Lernchancen durch gestalterische Ansätze

Das Projekt zur Warmhaltemöglichkeit eröffnet vielfältige Lernchancen, indem es Lernenden gestalterische Zugänge bietet, um technische und naturwissenschaftliche Prinzipien zu entdecken und praktisch anzuwenden.

Erkenntnisse durch entdeckendes Vorgehen im Gestaltungsprozess

Durch exploratives Arbeiten und Optimieren gewinnen die Lernenden grundlegende Erkenntnisse zur Isolationswirkung von Materialien wie Wolle, Wellpappe oder Spiegelfolie. Sie erkennen, wie luftdichte Verbindungen die Wärmespeicherung verbessern. Fehlfunktionen dienen als Lernchancen, um kreative Lösungen zu entwickeln und technische Prinzipien besser zu verstehen.

Erkenntnisse durch Analysieren von Phänomenen

Biologische Phänomene und daraus abgeleitete Konzepte geben wichtige Impulse für den Erkenntnisprozess. Die Lernenden analysieren die isolierende Wirkung des Fells und übertragen diese Prinzipien auf ihre Konstruktionen. So verstehen sie, wie Luftpolster in Materialien technische Probleme lösen können, und vertiefen ihr Verständnis für die Verbindung biologischer Mechanismen mit technischen Anwendungen.

Erkenntnisse aus der Betrachtung des Zusammenhangs von Form und Funktion

Die Auseinandersetzung mit dem Zusammenhang von Form und Funktion befähigt Lernende, technische Lösungen gestalterisch zu entwickeln. Durch gezielte Materialwahl verbessern sie die Isolation, Handhabung und Wiederverwendbarkeit ihrer Konstruktionen – ein zentrales Qualitätsmerkmal des *startlearnING*-Modells.

Raijh (2017) kritisiert, dass interdisziplinäre Ansätze Technik oft verkürzt darstellen (S. 417), da domänenspezifische Besonderheiten übergangen werden (S. 388-291). *startlearnING* begegnet dem mit einem Fokus auf den Form-Funktionszusammenhang – einem Prinzip, das Biologie und Technik gleichermaßen prägt: In der Biologie entstehen Formen in evolutivem Prozess, in der Technik durch Konstruktion zur Erfüllung von Nutzungsfunktionen. Das Verständnis in einer Domäne fördert so das Verständnis in der anderen.

Motivationale Auswirkungen

Gestalterische Zugänge vereinen Charakteristika, deren motivationsförderliche Wirkung in der Forschungsliteratur belegt ist, wie reflektiertes praktisches Tun (Potvin & Hasni, 2015, S. 356) oder ein problemorientierter Kontext (Wijnia et al., 2011). Ebenso ermöglichen sie autonomes Vorgehen, das Erleben von Kompetenz und tragen zur Erfüllung der psychologischen Grundbedürfnisse bei (s. die Selbstbestimmungstheorie von Deci & Ryan, 2000).

5 Einblick in Begleitforschung zu den motivationalen Auswirkungen eines gestalterischen Zugangs am Beispiel der „Warmhaltemöglichkeit“

Der domänenverbindende Ansatz von *startlearnING*, der Technik und Biologie zur gemeinsamen Problemlösung verknüpft, wirft die Frage auf, wie sich gestaltungsorientiertes Lernen auf kognitive Leistungen und intrinsische Motivation auswirkt – insbesondere bei Mädchen, angesichts geschlechtsspezifischer Interessenunterschiede (Holstermann & Bögeholz, 2007). Erste Studien mit Lernenden der Sekundarstufe zeigen positive Effekte (Reiser et al., 2024a; 2024b; 2025). Auch im Sachunterricht lassen sich motivationalen Wirkungen nachweisen, etwa in der Einheit „Bau einer Warmhaltemöglichkeit“. Dort wurde der Einfluss des Lernsettings bei 52 Dritt- und Viertklässler:innen (20 Jungen, 32 Mädchen) mithilfe der KIM-Skala (Wilde et al., 2009) gemessen – sowohl rückblickend auf die Intervention als auch im Vergleich zum regulären Unterricht.

Die Skalen zeigten eine akzeptable interne Konsistenz (Sachunterricht: $\alpha = .745$; Warmhaltemöglichkeit: $\alpha = .722$). Aufgrund fehlender Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test, $p < .05$) kamen nonparametrische Verfahren zum Einsatz. Ein Wilcoxon-Test offenbarte eine signifikante, große intrinsische Motivation nach der *startlearnING*-Intervention ($W = 210$, $p < .001$, $r = -.695$). Ein Mann-Whitney-U-Test zeigte zudem keine signifikanten Geschlechterunterschiede (Sachunterricht: $p = .677$; Intervention: $p = .748$).

Unsere Begleitforschungen zeigen übereinstimmend, dass der *startlearnING*-Ansatz die intrinsische Motivation im Vergleich zum regulären Sachunterricht steigert und Jungen und Mädchen gleichermaßen motivational fördert.

6 Fazit und Ausblick

Das Projekt *startlearnING* zeigt, wie ein gestalterischer Ansatz im MINT-Unterricht technische und naturwissenschaftliche Problemlöseprozesse wirkungsvoll verbindet. Durch lebensweltliche Einbettung und iterative Arbeitsweise werden Problemlösefähigkeiten und das Verständnis von Form-Funktions-Zusammenhängen gezielt gefördert. Der Ansatz eröffnet vielfältige Lernchancen – von der Erschließung naturwissenschaftlicher Phänomene bis zum gezielten Einsatz von Materialien und Fertigungstechniken. Zudem wirkt sich die gestalterische Arbeitsweise motivierend auf alle Lernenden aus. Bisher wurden sechs Lernarrangements für Sekundarstufe I und Sachunterricht entwickelt und 4.515 Lernende erreicht. Das Projekt steht kurz vor einer breiteren Umsetzung und bietet zahlreiche Anknüpfungspunkte für weitere Forschung.

Literatur

- Bender, B., & Gericke, K. (Hrsg.). (2021). *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57303-7>
- Binder, M. (2017). Technische Gestaltung als Inhalt Technischer Bildung. *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht*, 42(164), 5–14.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The „What“ and „Why“ of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01.
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: A case study of design-based learning in a science context. *Journal of technology education*, 19(2), 22–39. DOI: 10.21061/jte.v19i2.a.3
- Heliawati, L., Afakillah, I. I., & Pursitasari, I. D. (2021). Creative Problem-Solving Learning through Open-Ended Experiment for Students“ Understanding and Scientific Work Using Online Learning. *International Journal of Instruction*, 14(4), 321–336. DOI: 10.29333/iji.2021.14419a
- Holstermann, N., & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71–86.
- Hüttner, A. (2009). *Technik unterrichten: Methoden und Unterrichtsverfahren im Technikunterricht* (3. Aufl.). *Bibliothek der Schulpraxis*. Verl. Europa-Lehrmittel Nourney Vollmer.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & education*, 20, 591–607. DOI: 10.1007/s11191-010-9293-4
- Mareis, C. (2014). Theorien des Designs - zur Einführung. Junius.
- Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Fishman, B., Soloway, E., Geier, R., & Tal, R. T. (2004). Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1063–1080. <https://doi.org/10.1002/tea.20039>
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academies Press.
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in science education*, 50(1), 85–129. DOI: 10.1080/03057267.2014.881626
- Rajh, T. (2017). Domänenpezifik und Interdisziplinarität - Lernen im Fach und Fächerverbund am Beispiel Technischer Bildung. Dissertation. Pädagogische Hochschule Freiburg, Freiburg. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:frei129-opus4-6837>.
- Reiser, M., Binder, M., & Weitzel, H. (2023). „startlearnING“ und die Ambivalenz eines domänenübergreifenden Unterrichtsangebots. *PeerTec der DGTB*.
- Reiser, M., Binder, M., & Weitzel, H. (2024a). Effects of Design-Based Learning Arrangements in Cross-Domain, Integrated STEM Lessons on the Intrinsic Motivation of Lower Secondary Pupils. *Education Sciences*, 14(6), 607.
- Reiser, M., Binder, M., & Weitzel, H. (2024b). Design as a learning opportunity in biology lessons—a cross-domain STEM approach and its impact on biological subject knowledge. In *Frontiers in Education* (Vol. 9, p. 1462822). Frontiers Media SA.
- Reiser, M., Binder, M., & Weitzel, H. (2025). Influence of a design-based approach in integrated STEM lessons combining biology and engineering on the intrinsic motivation of secondary school pupils. *Cogent Education*, 12(1), 2469414.
- Sachs, B. (2021): Grundlinien einer kritischen Theorie technischer Bildung: Texte zur Technikdidaktik aus 50 Jahren in fünf Durchgängen - Band 2. Schneider Verlag.
- Schmayl, W. (2019). Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts (3. Aufl.). Schneider Verlag.
- startlearnING (2020). Lehrerhandreichung zur Einheit „Bau einer Fütterungsmaschine“. <https://www.startlearning.info/fake-arm>.

- Steinmann, A. (2022). *Diversität in technischen Lernsettings des Primarbereichs. Herausfordernden Lernausgangslagen produktiv begegnen*. In: *Technische Bildung. Stimmen aus Forschung, Lehre und Praxis* (S. 161–178). Münster & New York: Waxmann.
- Verein Deutscher Ingenieure. (2019). *VDI 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*. Beuth Verlag.
- Wijnia, L., Loyens, S. M., and Derous, E. (2011). Investigating effects of problem-based versus lecture-based learning environments on student motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 36(2), 101-113.
- Wuttke, E., Seifried, J., & Mindnich, A. (2008). Umgang mit Fehlern und Ungewissheit im Unterricht – Entwicklung eines Beobachtungsinstruments und erste empirische Befunde. In E. Wuttke & J. Seifried (Hrsg.), *Lehr-Lern-Forschung: Jahrbuch 2008* (S. 91–108). Schneider Verlag Hohengehren. https://kops.uni-konstanz.de/bitstream/handle/123456789/11862/Wuttke_Seifried_Mindnich_2008_Umgang_mit_Fehlern_im_Unterricht.pdf

Autor:innen

Hennig, Monika

ORCID: 0009-0001-2838-9172

E-Mail: monika.hennig@reutlingen-university.de

Binder, Martin, Prof. Dr. hab.

ORCID: 000-0002-3414-3013

Technikdidaktik Pädagogische Hochschule Weingarten

E-Mail: binderm@ph-weingarten.de

Reiser, Markus

ORCID: 0000-0003-1169-5314

Fachdidaktik Biologie,

Pädagogische Hochschule Weingarten

E-Mail: markus.reiser@ph-weingarten.de