

Heinevetter, Robert; Penning, Isabelle

## Mit Vorrichtungen differenzierten Unterricht fördern

*technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 4 (2024) 2, S. 18-24*



Quellenangabe/ Reference:

Heinevetter, Robert; Penning, Isabelle: Mit Vorrichtungen differenzierten Unterricht fördern - In: *technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 4 (2024) 2, S. 18-24* - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-322941 - DOI: 10.25656/01:32294

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-322941>

<https://doi.org/10.25656/01:32294>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://tec-edu.net/tedu>

### Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

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/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

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](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

# technik – education

4. Jahrgang

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung  
im allgemeinbildenden Technikunterricht

2|2024



[www.tec-edu.net](http://www.tec-edu.net)

**tedu**

# Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

[HTTPS://TEC-EDU.NET/TEDU](https://tec-edu.net/tedu)

## HERAUSGEBER

Prof. Dr. Hannes Helmut Nepper  
Dr. Armin Ruch, OStR  
Dr. Dr. Dierk Suhr

## Mail

herausgeber@tec-edu.net

## Anschrift

Pädagogische Hochschule Schw. Gmünd  
Institut für Bildung, Beruf und Technik  
Abteilung Technik  
Oberbettringer Straße 200  
73525 Schwäbisch Gmünd  
[www.tec-edu.net](http://www.tec-edu.net)

## AUTOR\*INNEN IN DIESEM HEFT

Simon Baier  
Robert Heinevetter  
Elias Jank  
Fabian Krum  
Hannes Helmut Nepper  
Isabelle Penning  
Armin Ruch  
Dominik Scharpf  
Dierk Suhr  
Jan Winkelmann  
David Weiler  
Friederike Wolf

## Inhalt

### GRUSSWORT DER HERAUSGEBER.....2

#### UNTERRICHTSFORSCHUNG

D. SUHR

### KONZEPT EINER MINT-DIDAKTIK.....3

#### UNTERRICHTSPRAXIS

R. HEINEVETTER & I. PENNING

### MIT VORRICHTUNGEN DIFFERENZIIERTEN UN- TERRICHT FÖRDERN .....18

#### UNTERRICHTSFORSCHUNG

F. WOLF & H. H. NEPPER

### DIE BATTERIE HAT KEINEN SAFT MEHR.....25

#### UNTERRICHTSPRAXIS

D. SCHARPF & D. WEILER

### MIKROCONTROLLER ARBEITSBRETTER .....36

#### UNTERRICHTSPRAXIS

E. JANK, H. H. NEPPER & J. WINKELMANN

### GENERATIVE KI .....46

#### ANKÜNDIGUNGEM

A, RUCH, F. WOLF

### NEUE FACHLITERATUR.....53

#### ANKÜNDIGUNGEM

DGTB

### CALL FOR PAPERS.....55

#### UNTERRICHTSPRAXIS

F. KRUM

### HERSTELLUNG EINES SCHRAUBENDREHER-SETS .....56

#### UNTERRICHTSPRAXIS

S. BAIER

### FERTIGUNG EINER SPIELKÜCHE .....63

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber wieder.

Insbesondere bei unterrichtspraktischen Artikeln wird darauf hingewiesen, dass es unterschiedliche Sicherheitsbestimmungen gibt und jede Lehrkraft bei der Umsetzung selbst dafür verantwortlich ist, die Gefährdung zu beurteilen und die Vorschläge für die eigene Praxis entsprechend der jeweilige Vorschriftenlage anzupassen.

Titelbild: Armin Ruch mit firefly

ISSN: 2748-2022

# Mit Vorrichtungen differenzierten Unterricht fördern

Robert Heinevetter, Isabelle Penning

## SCHLAGWORTE

Technische Bildung

Inklusion

Differenzierung

Vorrichtungen

Technischer Fachraum

## ABSTRACT

Lehrkräfte sind mit Blick auf heterogene Lerngruppen in der technischen Bildung darauf angewiesen, einen differenzierten Unterricht zu gestalten, der personelle, organisatorische und sachliche Ressourcen miteinbezieht. Bei Fertigungsaufgaben bietet sich daher der Einsatz von Vorrichtungen an, über die auf die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen von Schüler\*innen reagiert werden kann. So lassen sich die Anforderungen von Fertigungsaufgaben gezielt variieren. In diesem Beitrag werden Vorrichtungen vorgestellt, die an der Universität Potsdam entwickelt und im Rahmen einer Masterarbeit unterrichtspraktisch erprobt wurden. Die nachfolgend dargestellten Studienergebnisse zeigen das Potential der Vorrichtung zum selbstständigen Arbeiten im technischen Unterricht auf.

## PRAKTISCHES HANDELN IM TECHNISCHEN FACHRAUM

Technische Bildung und die damit angestrebte technische Literalität umfasst die zentralen Kompetenzfacetten "Technik verstehen", "kommunizieren", "nutzen", "bewerten" und "gestalten" (VDI, 2021). Das Herstellen ist seit jeher eine zentrale Erschließungstätigkeit der technischen Bildung, die beim Ansatz der mehrperspektivischen technischen Bildung um den Gebrauch und die Bewertung von Technik ergänzt wird (Stuber, 2019, S. 17). Die Handlungs- und Problemorientierung sind dabei leitgebende Prinzipien, die sich in typischen Methoden der technischen Bildung wie z. B. der Konstruktions- und Fertigungsaufgabe niederschlagen. Dabei findet idealerweise eine enge Verschränkung zwischen Theorie und Praxis statt, so dass das Handeln im technischen Fachraum bei der Fertigung von Produkten verschiedene Kompetenzfacetten anspricht. So ist es beispielsweise für den Lernprozess von Bedeutung, das eigene subjektive Erleben des Fertigungsprozesses von der Einzelerfahrung zu lösen. Gerade die stärkere Annäherung der Fertigungsaufgabe an die handwerkliche Fertigung statt die industrielle Produktion (Hüttner, 2009, S. 184) bedingt, dass auch hier eine gezielte fachliche Einbettung u. a. über den Vergleich zu industriellen Fertigungsverfahren den Erkenntnisgewinn erhöht. Das Produkt selbst kann ebenfalls zum Gegenstand der Betrachtung genutzt werden, um im Abgleich mit anderen Produkten weitere konstruktive Lösungen für das technische Problem zu erarbeiten. So kann die Fertigung eines exemplarischen Gegenstandes für Erschließungshandlungen technischer Wirklichkeit entsprechend der Sachperspektive, der humansozialen Perspektive sowie der Sinn- und Wertperspektive genutzt werden. Die Fertigungsaufgabe gehört neben der Konstruktionsaufgabe zu einer der am häufigsten genutzten Methoden der technischen Bildung (Straub, 2017). Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umfang mit Werk-

zeugen, Maschinen und Werkstoffen werden hier gleichermaßen gefordert als auch gefördert. Die Schüler\*innen sind hier auf ihrem jeweiligen individuellen Kompetenzniveau zu unterrichten, so dass sie die gestellten Anforderungen bewältigen und somit erfolgreich lernen können. Dabei kommt der Gestaltung des Fachraumes und der Medienwahl eine besondere Bedeutung zu. So konnte Penning (2023, S. 237ff.) zeigen, dass beispielsweise über spezifische Geräte zentrale technische Fertigungsverfahren auch für Schüler\*innen mit kognitiven Beeinträchtigungen zugänglich gemacht werden können. Darüber hinaus können Vorrichtungen dazu beitragen, einen differenzierten Unterricht zu fördern.

## VORRICHTUNGEN IN DER TECHNISCHEN BILDUNG

Wenn im fachdidaktischen Sinne von Vorrichtungen gesprochen wird, ist dieser Begriff zu präzisieren, um Missverständnisse zu vermeiden. Denn der Begriff ist ebenfalls in der Fachwissenschaft gängig und gilt dort als Fertigungshilfsmittel, Arbeitsmittel oder Betriebsmittel. Vorrichtungen dienen in der industriellen Fertigung beispielsweise zur Verkürzung von Nebenzeiten, der maßgenauen Fertigung und der Arbeitserleichterung, in dem mit ihnen der körperliche Einsatz reduziert werden kann (Perović, 2013, S. 3). Eine gängige Vorrichtung, die auch im technischen Unterricht zur Anwendung kommt, ist beispielsweise der Maschinenschraubstock, welcher der Positionierung des Werkstückes dient. Aus der Perspektive der Fachdidaktik sind Vorrichtungen jedoch auch dazu geeignet, die Kompetenzentwicklung von Schüler\*innen gezielt zu fördern. Beispiele für solche für didaktische Zwecke konzipierte Vorrichtungen sind beispielsweise Sägehilfen und Bohrschablonen.

Gerade in Bezug auf die Zielgruppe von Lernenden mit geistiger Behinderung wurde die Bedeutung von Vorrich-

tungen herausgestellt (Duismann, 1992, aber auch Penning, 2023, 2022). So zeigte Duismann (1992, S. 6) beispielsweise auf, dass man über Vorrichtungen:

- Kognitive Einschränkungen und sensomotorische Einschränkungen kompensieren und
- eine Erhöhung der Unfallsicherheit (Prävention),
- eine höhere Präzision der Arbeitsergebnisse sowie
- eine Rationalisierung von Arbeitsprozessen erzielen könne.

Duismann (ebd.) nutzt zur Veranschaulichung das Beispiel von Vorrichtungen zur Verleimung einzelner Holzklötze, die dazu dienen, diese in der gewünschten Position zu fixieren und die je nach Ausführung in unterschiedlich hohem Grad die Komplexität reduzieren. Er beschreibt somit Vorrichtungen, die sich auf die Fertigung eines spezifischen Produktes beziehen (in diesem Falle auf ein Holzspiel). Darüber hinaus gibt es jedoch auch Vorrichtungen, die universell einsetzbar sind. Ein Schleifbrett beispielsweise variiert die motorischen Anforderungen bei der Durchführung des Fertigungsschrittes Schleifen, unabhängig vom jeweiligen Produkt, das gefertigt wurde.

Beim unterrichtlichen Einsatz lassen sich Vorrichtungen als Unterstützung für einzelne Schüler\*innen nutzen oder für die gesamte Klasse als optionale Unterstützung bereithalten. In regelmäßigen Abständen sollte die Lehrperson, idealerweise unter Einbezug ihrer Lerngruppe, reflektieren, inwiefern die Vorrichtung noch hilfreich ist. Dabei sollte der Kompetenzerwerb stets der zentrale Bezugspunkt der Reflexion sein, so dass die Vorrichtungen nicht genutzt werden, sobald das entsprechende Kompetenzniveau erreicht wurde. In Einzelfällen gibt es jedoch darüber hinaus auch weitere Gründe, warum die Nutzung von Vorrichtungen erwünscht sein kann: beispielsweise, wenn bei einer Serienfertigung eine Steigerung von Produktivität und Qualitätssicherung erprobt und reflektiert werden soll, zum Beispiel im Rahmen einer Schüler\*innenfirma.

## ENTWICKLUNG VON VORRICHTUNGEN

Die Entwicklung und Fertigung von Vorrichtungen ist zeitintensiv und damit für Lehrkräfte schwer umsetzbar. Durch eine Förderung im Rahmen des „Dr. Dieter Siempelkamp Stipendium“ der ProWood Stiftung konnte an der Universität Potsdam das von Prof. Dr. Penning geleitete Projekt „VoDiTec - Mit Vorrichtungen differenzierten Technikunterricht gestalten“ realisiert werden. In diesem Projekt wurden vom 01.07.2023 – 31.12.2023 Vorrichtungen entwickelt. Jede Vorrichtung ist mit zahlreichen Fertigungshinweisen dokumentiert, die als Open Educational Ressource für interessierte Lehrkräfte, Studierende und andere Akteure der technischen Bildung niedrigschwellig und kostenfrei nutzbar sind. Die Dokumentationen umfassen neben den Fertigungsunterlagen wie technische Zeichnungen, Stücklisten und kleinschrittige, mit Fotos angereicherte Bauanleitungen auch beispielhafte Kostenberechnungen sowie Schablonen, die zur Erleichterung des Fertigungsprozesses verwendet

werden können. Darüber hinaus wird durch vereinzelt beigefügte interaktive technische Zeichnungen die Adaption der Vorrichtungen ermöglicht, so dass Lehrkräfte nicht auf die vorgegebenen Abmessungen beschränkt sind. Die Dokumentationen sind so gestaltet, dass Lehrkräfte allein, aber auch zusammen mit Schülern\*innen, die Vorrichtungen nachbauen können. Alle sechs Vorrichtungen lassen sich als universelle Vorrichtungen bezeichnen, die nicht werkstückbezogen sind, sondern Fertigungsschritte unterstützen, die bei verschiedenen Produkten auftreten werden. Nachfolgend werden vier Vorrichtungen beschrieben, die in der anschließenden Begleitforschung angewendet wurden:



Abbildung 1: Die Sägehilfe Rholix für Rundstäbe



Abbildung 2: Set der Zentrierhilfen „Zentri“



Abbildung 3: Sägebock „Sehbo“ mit Einspannhilfe



Abbildung 4: Verschiedene Versionen des Schleifbrettes Sliba

### Rholix

Rholix (Penning, Gulich & Glugla, 2024a) ist eine Sägehilfe, die speziell für das Sägen von Metall- oder Holzrundstäben entwickelt wurde (Abb. 1). Sie ermöglicht eine sichere und präzise senkrechte Einspannung der Rundstäbe, was wiederum die Durchführung von 90°-Schnitten erleichtert. Die breiten Schenkel der Vorrichtung dienen dabei als Sägeführung, um ein genaues und gerades Sägen zu gewährleisten. Diese Sägehilfe besteht aus einem einzigen Bauteil und kann sowohl im Schraubstock als auch an der Hobelbank eingespannt werden, was ihre Vielseitigkeit und Anpassungsfähigkeit an verschiedene Arbeitsumgebungen unterstreicht. Es sind zwei verschiedene Versionen von Rholix verfügbar, die es ermöglichen, Rundstäbe mit unterschiedlichen Durchmessern sicher einzuspannen. Die erste Version ist für Rundstäbe mit einem Durchmesser von 4 mm bis 15 mm geeignet und die zweite Version ermöglicht Rundstäbe mit einem Durchmesser von 18 mm bis 30 mm. Konstruktion und Montage von Rholix sind einfach und erfordern keine speziellen

Werkzeuge oder Fähigkeiten. Die geschätzte Bauzeit beträgt etwa 30 Minuten für jede Version.

### Sliba

Sliba (Penning, Gulich & Glugla, 2024b) ist ein Schleifbrett, das speziell zur Erleichterung von Schleifarbeiten entwickelt wurde (siehe Abb. 4). Mit einer großzügigen Schleiffläche von 200 mm x 200 mm und abgesenkten seitlichen Aufsätzen ist es ideal für das Schleifen großflächiger, ebener Oberflächen. Dank der stabilen Bodenfläche liegt es sicher auf dem Tisch, die Rutschfestigkeit kann durch das Anbringen von Antirutschfolien weiter verbessert werden. Darüber hinaus könnte es dank des breiten seitlichen Aufsatzes auch auf dem Tisch mit Hilfe von Schraubzwingen o. Ä. fixiert werden. Die Konstruktion von Sliba besteht aus einer Bodenplatte sowie einem mittleren und zwei seitlichen Aufsätzen. Die Abmessungen sind so gestaltet, dass Schleifpapier in der Größe 250 mm x 200 mm verwendet werden kann. Die Herstellung von Sliba ist einfach und mit einer geschätzten Bauzeit von 1 bis 2 Stunden angesetzt. Neben der Standardversion bietet die Anleitung von Sliba drei optionale Erweiterungen, die je nach Bedarf genutzt werden können. Diese zusätzlichen Features machen das Schleifbrett vielseitig einsetzbar und individuell anpassbar.

### Sehbo

Der Sägebock Sehbo (Penning, Gulich & Glugla, 2024c): Der ist eine Vorrichtung für die Arbeit mit einer Laubsäge, mit der sich die Arbeitshöhe individuell an die Körpergröße anpassen lässt (Abb. 3). Dadurch wird eine ergonomische Arbeitshaltung ermöglicht, was insbesondere bei längeren Arbeitsphasen wichtig ist. Der lange Stiel des Sägebocks ermöglicht es, ihn in verschiedenen Höhen in die Hobelbankzangen einzuspannen. Dadurch kann bei einer Hobelbankhöhe von 90 cm eine Arbeitshöhe zwischen 100 cm und 120 cm stufenlos eingestellt werden. Sehbo besteht aus einem Kopf- und Stielelement, die fest miteinander durch vier Schrauben gefügt werden. Die geschätzte Bauzeit für die Herstellung liegt zwischen 0,5 und 1,5 Stunden, was ihn zu einer relativ schnell herzustellenden Vorrichtung macht. Zusätzlich zur Standardversion von Sehbo stehen für das Kopf- und Stielelement optionale Erweiterungen zur Verfügung. Diese Erweiterungen können je nach Bedarf hinzugefügt werden und umfassen eine Einspannhilfe zum Wechsel des Sägeblattes der Laubsäge und einen Stiel mit Tischbefestigung für den Einsatz an Tischen ohne Spannzangen.

### Zentri

Zentri (Penning, Gulich & Glugla, 2024d) ist eine Zentrierhilfe für das mittige Markieren von Holzbrettern verschiedener Größen mit einem Bleistift (Abb. 2). Die gesamte Vorrichtung besteht aus einer Grundplatte und zwei äußeren Stiften, die miteinander verklebt werden. In der Mitte zwischen den beiden Stiften befinden sich ein Sackloch und ein kleines Durchgangsloch, welche als Bleistiftaufnahme dienen. Mit Zentri können Bleistiftmarkierungen exakt mittig zwischen parallelen Kanten von Holzbrettern schnell und effektiv angezeichnet werden, ohne vorheriges Ausmessen. Es wurden

insgesamt sechs verschiedene Versionen (5 cm, 7,5 cm, 10 cm, 12,5 cm, 15 cm und 17,5 cm) von Zentri hergestellt, die sich in ihrer Größe unterscheiden, um unterschiedlich breite Bretter effektiv markieren zu können. Die kleinste Version von Zentri hat eine Länge von 72 mm und kann Holzflächen bis maximal 50 mm Breite aufnehmen. Sie wird daher Zentri 5cm genannt. Die größte Version hat eine Gesamtlänge von 201 mm und kann eine Holzfläche von maximal 175 mm aufnehmen, weshalb sie Zentri 17,5cm genannt wird. Die geschätzte Bauzeit für jedes einzelne Zentri beträgt nur etwa 15 Minuten, was sie zu einer schnellen und einfach herzustellenden Hilfsvorrichtung macht.

## EMPIRISCH BEGLEITETER EINSATZ DER VORRICHTUNGEN

Der Einsatz der genannten Vorrichtungen wurde im Rahmen der Masterarbeit „Vorrichtungen in der inklusiven technischen Bildung – Eine Qualitative Untersuchung des fachdidaktischen Nutzens von Vorrichtungen bei Konstruktions- und Fertigungsaufgaben“ untersucht. Ziel war es, den Beitrag dieser Vorrichtungen zur Selbstständigkeit der Schüler\*innen sowie zur Differenzierung der Aufgaben im Unterricht einer inklusiven Lerngruppe zu analysieren. Die zentralen Forschungsfragen waren folgende:

- Welchen Beitrag leisten Vorrichtungen beim inklusiven Unterricht im technischen Fachraum für die Durchführung von Konstruktions- und Fertigungsaufgaben im Bereich Holz?
- Welchen Einfluss haben die getesteten Vorrichtungen auf die Selbstständigkeit und das Arbeitsverhalten der Schüler\*innen im technischen Fachraum?
- Inwiefern können die Vorrichtungen dazu beitragen, der Heterogenität in einer Lerngruppe zu begegnen und die Anforderungen von Konstruktions- und Fertigungsaufgaben zu differenzieren?
- Welche didaktischen Ansätze sind denkbar, um den Einsatz von Vorrichtungen in den technischen Unterricht zu integrieren?

Die Untersuchung wurde in der Holzwerkstatt in einer Berliner Gesamtschule durchgeführt. Neben dem Erstautor erklärte sich eine weitere Lehrkraft bereit, die Vorrichtungen in ihrem Unterricht zu nutzen und die Nutzung im Rahmen eines Interviews zu reflektieren. Die teilnehmenden Schüler\*innen besuchten die siebte und achte Klassenstufe. Der Unterricht fand an zehn Terminen zwischen Februar und Mai 2024 statt. Die 24 Schüler\*innen aus Klassenstufen 7/8 wurden in zwei Werkstattklassen an unterschiedlichen Tagen unterrichtet. Da die Lerngruppen nach der Zeugnisvergabe neu gebildet wurden, verfügten die Schüler\*innen zu Beginn der Untersuchung über geringe Vorerfahrungen und sind durch die jahrgangsübergreifende Zusammensetzung als heterogen zu bezeichnen. Der Unterricht war verpflichtend, jedoch unbenotet, um die individuelle Entwicklung und Kreativität zu fördern. Insgesamt 14 Schüler\*innen der untersuchten Kohorte wiesen einen Nachteilsausgleich aufgrund von motorischen Beeinträchtigungen, einem Förderschwer-

punkt im Bereich Lernen und auch Teilleistungsschwächen wie Lese-Rechtschreib-Schwäche (LRS) und Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung-Syndrom (ADHS) auf.

Der gewählte Forschungsansatz basierte auf einer qualitativen Feldbeobachtung, bei der die Lehrkräfte eine teilnehmende Beobachtungsrolle einnahmen. Der Erstautor ist dabei selbst in der Rolle einer Lehrkraft tätig und unterrichtete eine der beiden Klassen während der Untersuchung. Dieser Ansatz ermöglichte es, die komplexen Interaktionen und Verhaltensweisen der Schüler\*innen im natürlichen Unterrichtssetting des technischen Fachraumes zu erfassen und zu analysieren. Die qualitative Feldbeobachtung ermöglichte es, wertvolle Einblicke in die Dynamik zwischen Lehrkräften und Schüler\*innen zu gewinnen und zugleich die praktischen Umsetzungen sowie die Herausforderungen bei der Nutzung der Vorrichtungen umfänglich zu erfassen. Die Datenerhebung erfolgte mittels eines triangulären Ansatzes nach Schreier und Echterhoff et al. (2023, S. 340-341), der die Verwendung von Unterrichtsprotokollen, eines Beobachtungsbogens und eines Interviews vorsah. Durch die Kombination der Methoden konnte der Untersuchungsgegenstand aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden, was besonders in der Forschung mit Kindern äußerst sinnvoll ist, da auf diese Weise sichergestellt werden kann, dass sowohl objektive Beobachtungen als auch subjektive Perspektiven der Beteiligten erfasst werden können (Schultheis & Hiebl, 2016, S. 80). Im Detail gestaltete sich die Erhebung wie folgt:

### 1. Beobachtungsbogen

Strukturierte die systematische Erfassung des Umgangs der Schüler\*innen mit den Vorrichtungen (quantitativ) sowie ihrer Verhaltensweisen und Interaktionen während der Unterrichtseinheiten im technischen Fachraum mithilfe eines Bewertungsbogens, in dem geschlossene Items und offene Antwortfelder enthalten waren.

### 2. Unterrichtsprotokolle

Wurden im Anschluss an jede Unterrichtseinheit angefertigt, um detailliert den Verlauf zu dokumentieren und einen Bezug zum Beobachtungsprotokoll herstellen zu können. Ebenfalls konnten spezifische Ereignisse, die für die Untersuchung relevant waren, auf diese Weise im Anschluss an den Unterricht detaillierter beschrieben werden (z.B. Handhabungen der Schüler\*innen mit den Vorrichtungen, die von der angedachten Nutzung abweichen).

### 3. Interview

Mithilfe eines Leitfadeninterviews wurden die Erfahrungen und Wahrnehmungen der weiteren beteiligten Lehrkraft im Umgang mit den Hilfsvorrichtungen erfasst.

Aufgrund des explorativen Charakters der Studie wurde eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2022) zur Datenauswertung angewandt. Diese Methode eignet sich besonders gut, um die Vielschichtigkeit und Tiefe der gesammelten Daten zu erfassen und zu interpretieren. Eine fallbezogene Auswertung wurde ebenfalls integriert, um die spezifischen Handlungen und Erfahrungen innerhalb der Kohorte detail-

liert zu untersuchen. Die qualitative Inhaltsanalyse ermöglichte es, wiederkehrende Muster und Themen in den Daten zu identifizieren, während die fallbezogene Auswertung die individuellen und kontextuellen Nuancen der einzelnen Fälle beleuchtet. Durch diese methodische Vorgehensweise wurde gewährleistet, dass die Komplexität der Handlungen und Interaktionen im technischen Fachraum umfassend erfasst und analysiert werden konnten.

## UNTERRICHTSSETTING

Der technische Fachraum, in dem der beforschte Unterricht stattfand, befindet sich in einem ca. 100 qm großen Raum, der ausreichend Platz für praktische Arbeiten im Holzbereich bietet, jedoch keinen separaten Raum mit Klassenraumbestuhlung für theoretische Aufgaben wie technische Zeichnungen besitzt. Stattdessen gibt es im Außenbereich Sitzmöglichkeiten, die nur bei gutem Wetter genutzt werden konnten. Der Raum ist mit drei stabilen Hobeltischen ausgestattet, an denen jeweils vier Schüler\*innen arbeiten können. Jeder Tisch verfügt über eine versenkte Ablage, um

Ordnung während der Arbeit zu erleichtern. Der Fachraum ist gut beleuchtet, mit großen Fenstern für natürliches Licht und zusätzlichen künstlichen Lichtquellen. Die gefliesten Wände und Böden erleichterten die Reinigung. Der Raum ist in zwei Bereiche unterteilt: Im vorderen Bereich befinden sich die Handwerkzeuge und frei zugängliche Maschinen wie eine Standbohrmaschine, Dekupiersäge und verschiedene Handmaschinen (u. a. Akkuschauber, Schwingschleifer, Stichsagen) zur Bearbeitung von Holz. Im hinteren Bereich befinden sich Maschinen wie die Tischkreissäge und Bandsäge, die nur unter Aufsicht benutzt werden dürfen. Der technische Fachraum ist mit grundlegenden Sicherheitsvorrichtungen ausgestattet, darunter Not-Aus-Schalter, Schutzbrillen, Ohrschützer und eine Absauganlage zur Minimierung der Staubbelastung. An den Wänden sind die Sicherheitsregeln angebracht, um die Schüler\*innen an verantwortungsvolles Arbeiten zu erinnern. Die Vorrichtungen wurden im vorderen Bereich des Fachraumes an der Werkzeugwand positioniert, um sie leicht zugänglich zu machen. Im Vorfeld der Untersuchung wurden von einer anderen Klasse kurze Videoanleitungen zur Nutzung der Vorrichtungen erstellt



Abbildung 5: Werkzeugwand des Fachraums



Abbildung 6: Die Vorrichtungen an der Werkzeugwand des Fachraumes

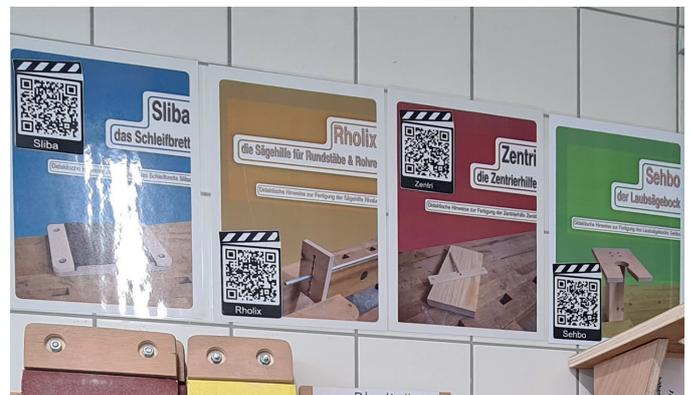


Abbildung 7: Die QR-Codes zu den Videoanleitungen

und über QR-Codes zugänglich gemacht. Die Anordnung an der gut sichtbaren Werkzeugwand, zusammen mit dem Titel der Vorrichtung und jeweils zugehörigen QR-Codes (Abb. 5 bis 7), ermöglichte es den Schüler\*innen, die Vorrichtungen eigenständig zu verwenden.

## ZENTRALE ERGEBNISSE

Insgesamt kamen die Vorrichtungen 94-mal im 10-wöchigen Gesamtzeitraum zum Einsatz, was etwa vier bis fünf Einsätzen pro Unterrichtseinheit entspricht. Alle Schüler\*innen nutzten mindestens zweimal eine der vier Vorrichtungen (Sliba, Sehbo, Zentri, Rholix). Sliba war dabei mit 51 Einsätzen die am häufigsten genutzte Vorrichtung und wurde durchgängig sicher und eigenständig von den Schüler\*innen verwendet. Sehbo wurde 19-mal verwendet, wobei der Umgang mit der Vorrichtung deutlich facettenreicher war und neben der sicheren und eigenständigen Nutzung auch unsichere Nutzungsweisen und solche erkennbar waren, die als nicht eigenständig eingestuft wurden. Vermutet werden kann, dass dies nicht allein in der Funktionalität der Vorrichtung begründet liegt, sondern an der Tätigkeit des Laubsägens selbst, welche den Schüler\*innen zum Teil Schwierigkeiten bereitet. Zentri und Rholix wurden seltener, aber meist ebenfalls eigenständig von den Schüler\*innen verwendet. Die unterschiedliche Nutzungshäufigkeit der Vorrichtungen lässt sich möglicherweise durch mehrere Faktoren erklären. Einerseits könnte sie mit den individuellen Vorlieben der Schüler\*innen und der Komplexität der Nutzung zusammenhängen, so dass beispielsweise einfach zu handhabende Vorrichtungen wie Sliba häufiger eingesetzt wurden. Andererseits könnte die häufige Nutzung von Sliba auch auf den spezifischen Fertigungsschritt des Sägens zurückzuführen sein, da dieser häufiger als andere Fertigungsverfahren auftritt. Zudem könnte die Verfügbarkeit von Alternativen eine Rolle spielen: Wenn beispielsweise eine Dekupiersäge oder der elektrische Bandschleifer zur Verfügung standen, wurden die spezifischen Vorrichtungen möglicherweise seltener genutzt.

Die qualitative Auswertung der Daten aus Interviews, Unterrichtsprotokollen und Beobachtungen zeigte, dass die Vorrichtungen anfänglich keine spürbare Entlastung brachten. Mit der Zeit verbesserten sie jedoch die Arbeitsorganisation, indem sie Leerläufe, verursacht durch Wartezeiten an belegten Maschinen, reduzierten. Die Vorrichtungen ermöglichten in solchen Fällen die schnelle Fortsetzung der Arbeit, da sie als Kompensation für belegte Maschinen dienten. Der Arbeitsfluss wurde aber auch durch den immer sichereren Umgang mit den Vorrichtungen von Unterrichtseinheit zu Unterrichtseinheit optimiert. Die Schüler\*innen wurden auf diese Weise zunehmend selbstständiger und benötigten weniger Unterstützung durch die Lehrkraft. Die Vorrichtungen, insbesondere Sliba, wurden von den Schüler\*innen genutzt, um auch weniger beliebte Aufgaben wie das Schleifen regelmäßig durchzuführen. Die Nutzung der Vorrichtungen trug nachweislich zu einer kontinuierlicheren Arbeitsweise und einer erhöhten Selbstständigkeit bei. Die aus der Sicht der Lehrkräfte gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass Heraus-

forderungen bei der Einführung der Vorrichtungen durch schrittweise Einführung, Demonstrationen, Peer Teaching und Videoanleitungen überwunden werden konnten.

Besonders in den Einzelfallanalysen fiel auf, dass Schüler\*innen mit einem Förderschwerpunkt, etwa im Bereich der motorischen Entwicklung, stark von der Nutzung der Vorrichtungen profitieren können. Beispielsweise konnte ein Schüler mit feinmotorischen Einschränkungen durch den Einsatz von Zentri schnell präzise Linien anreißen, die er ohne diese Hilfe nicht hätte bewerkstelligen können. Zudem zeigte sich, dass die Vorrichtungen auch Schüler\*innen mit ADHS halfen, ihre Aufmerksamkeit besser zu fokussieren und kontinuierlicher an ihren Projekten zu arbeiten. Sie trugen so zur Steigerung der Selbstständigkeit und zur positiven Veränderung des Arbeitsverhaltens bei, förderten das Engagement und ermöglichten eine differenzierte Anpassung der Aufgaben an die Bedürfnisse der Schüler\*innen.

## FAZIT

Vorrichtungen stellen eine Möglichkeit dar, um die Anforderungen bei praktischen Tätigkeiten im technischen Fachraum zu differenzieren. Mit ihnen geht das Potential zur Individualisierung einher, das als didaktisches Prinzip insbesondere beim inklusiven Unterricht von besonderer Bedeutung ist. Die entwickelten Vorrichtungen wurden in der Begleitstudie an einer Berliner Schule erprobt. Dabei wurden die Vorrichtungen den Schüler\*innen zur optionalen Nutzung zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Schüler\*innen von der Nutzungsoption je nach Vorrichtung im unterschiedlich hohem Maße Gebrauch machten. Die Vorrichtungen erleichterten die Durchführung einzelner Fertigungsschritte deutlich. Als Alternative zu besetzten Maschinen reduzierten sie Wartezeiten und verbesserten so den Arbeitsfluss. Darüber hinaus förderten die Vorrichtungen die Selbstständigkeit der Schüler\*innen und führten zu einer positiven Veränderung ihres Arbeitsverhaltens. Insbesondere Sliba motivierte die Schüler\*innen, auch weniger beliebte Fertigungsschritte wie das Schleifen durchzuführen. Zudem erlaubten die Vorrichtungen eine differenzierte Anpassung der Aufgaben durch die Lehrkraft an unterschiedliche Leistungsniveaus und Bedürfnisse, was die Heterogenität in der Lerngruppe berücksichtigte.

Die vorliegende Untersuchung deutet darauf hin, dass die genutzten Vorrichtungen somit einen bedeutenden Beitrag zur Durchführung von Konstruktions- und Fertigungsaufgaben leisten und insbesondere die Selbstständigkeit und das Arbeitsverhalten der Schüler\*innen förderten. Aufgrund des explorativen Charakters der Untersuchung und seiner forschungsmethodischen Limitationen sind nachfolgende Forschungsvorhaben wünschenswert. Aufgrund der zeitintensiven Entwicklung von Vorrichtungen wären Projekte zur Fortführung der OER-Bauanleitungen zielführend als auch empirische Studien, die den unterrichtlichen Kompetenzerwerb bei der Nutzung von Vorrichtungen untersuchen – sowohl von solchen Vorrichtungen, die sich spezifisch auf ein Produkt beziehen, als auch von solchen die universell verwendbar sind.

**AUTORENINFORMATION****Robert Heinevetter M.Ed.**

studierte an der Universität Potsdam Lehramt der Sekundarstufen I und II mit den Schwerpunkten Wirtschaft-Arbeit-Technik, Sport und Latein. Angetrieben durch seine Leidenschaft bei der Arbeit mit dem Werkstoff Holz und der Tätigkeit als Lehrkraft in der Sekundarstufe I nutzte er seine Erfahrungen und schloss sein Studium mit der Masterarbeit zum Thema „Vorrichtungen in der inklusiven technischen Bildung – Eine Qualitative Untersuchung des fachdidaktischen Nutzens von Vorrichtungen bei Konstruktions- und Fertigungsaufgaben“ ab.

**AUTORINNENINFORMATION****Prof. Dr. Isabelle Penning**

ist Professorin für „Didaktik der technisch-ökonomischen Bildung im inklusiven Kontext, Schwerpunkt kognitive Entwicklung (Sek. I)“ an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam. In ihrer Forschung und Lehre befasst sie sich unter anderem mit der inklusiven technischen Bildung.

**Literatur**

- Duismann, G. H. (1992). Technik in Schulen für Geistigbehinderte. *Lernen konkret* 2 (11), 2–8.
- Hüttner, A. (2009). Technik unterrichten. Methoden und Unterrichtsverfahren im Technikunterricht. Haan-Gruiten: Verl. Europa-Lehrmittel Nourney Vollmer.
- Mayring, P. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (13. Auflage). Weinheim, Basel: Beltz.
- Penning, I., Gulich, R., & Glugla Markus. (2024a). Rholix – die Sägehilfe für Rundstäbe & Rohre. Didaktische Hinweise zur Fertigung der Sägehilfe Rholix. Universität Potsdam. DOI: <https://doi.org/10.25932/publishup-66213>
- Penning, I., Gulich, R., & Glugla Markus. (2024b). Sehbo – der Laubsägebock. Didaktische Hinweise zur Fertigung des Laubsägebocks Sehbo. Universität Potsdam. DOI: <https://doi.org/10.25932/publishup-66217>
- Penning, I., Gulich, R., & Glugla Markus. (2024c). Sliba- das Schleifbrett. Didaktische Hinweise zur Fertigung des Schleifbretts Sliba. Universität Potsdam. DOI: <https://doi.org/10.25932/publishup-66217>
- Penning, I., Gulich, R., & Glugla Markus. (2024e). Zentri – die Zentrierhilfe. Didaktische Hinweise zur Fertigung der Zentrierhilfe Zentri. Universität Potsdam. DOI: <https://doi.org/10.25932/publishup-66219>
- Penning, I. (2023). *Wirtschaft-Arbeit-Technik. Sonderpädagogischer Schwerpunkt Geistige Entwicklung*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Penning, I. (2022). Wir alle nutzen Technik - doch können alle sie verstehen? Technische Bildung inklusiv gestalten. In M. Binder, C. Wiesmüller & T. Finkbeiner (Hrsg.), *Leben mit der Technik. Welche Technik wollen ‚Sie‘? Technik: Verstehen wir, was wir nutzen?* Offenbach am Main: BE.ER Konzept, S. 227–246.
- Schreier, M., Echterhoff, G., Bauer, J. F., Weydmann, N., & Hussy, W. (2023). *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schultheis, K., & Hiebl, P. (Hrsg.) (2016). *Pädagogische Kinderforschung: Grundlagen, Methoden, Beispiele* (1. Auflage). Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Straub, F. (2017). Die Bedeutsamkeit der Konstruktionsaufgabe im Technikunterricht. *Zeitschrift für Technik im Unterricht* 165 (42), 10–17.
- Stuber, T. (2019). *Technik und Design. Handbuch für Lehrpersonen: Spiel, Mechanik, Energie: 2. und 3. Zyklus., 2. Auflage*, Bern: hep der Bildungsverlag.
- Verein Deutscher Ingenieure e.V. (Hrsg.). (2021). *Gemeinsamer Referenzrahmen Technik (GeRRT): Technikkompetenzen beschreiben und bewerten*. Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/#>

**tedu**

**2|2024**