

technik – education

3. Jahrgang

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung
im allgemeinbildenden Technikunterricht

2|2023



www.tec-edu.net

tedu

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

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

HERAUSGEBER

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

AUTOR*INNEN IN DIESEM HEFT

Daniel Autenrith
Fabian Csoch
Sebastian Rudolf Göser
Niclas Günther
Yannik Haußmann
Nils Heyden
Stefanie Nickel
Armin Ruch
Sarah Schüssler-Hanenberg

Inhalt

Grußwort der Herausgeber	2
<i>Unterrichtsforschung</i> N. Heyden	
Präkonzepte zum Kohlekraftwerk	3
<i>Unterrichtsforschung</i> D. Authenrieth & S. Nickel	
Das KI-Meta-Modell	14
<i>Unterrichtsforschung</i> S. Schüssler-Hanenberg	
Leistungsbewertung	21
<i>Unterrichtspraxis</i> Y. Haußmann	
Fertigung von Ringen im Technikunterricht	29
<i>Unterrichtspraxis</i> N. Günther	
Schachbrett für Menschen mit Sehbehinderung	35
<i>Unterrichtspraxis</i> S. R. Göser	
Ein Bürolocher aus dem 3D-Drucker	46
<i>Unterrichtspraxis</i> F. Csoch	
Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte im Technikunterricht	56
<i>Ankündigungen</i> A. Ruch	
Neue Fachliteratur	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: Hannes Helmut Nepper
(Nutzung von Adobe Firefly)

ISSN: 2748-2022

Grußwort der Herausgeber

Mit dem Ende Jahres 2023 endet auch das mittlerweile dritte Jahr der technik-education-Zeitschrift, für die sich intern „tedu“ als Rufname durchgesetzt hat. Wir als Herausgeber freuen uns über die hohe Akzeptanz und das Interesse. Wir haben auch im nächsten Jahr die Absicht, Qualität und Reichweite kontinuierlich weiter zu entwickeln. Das einzige, was so bleiben soll, wie es ist: kostenlos, werbefrei und digital verfügbar. Dass dies nur eine Absichtserklärung sein kann, liegt retrospektiv an den vielen großen und kleinen Veränderungen, die ein ums andere Mal gezeigt haben, dass in der Welt die Veränderung die einzige Konstante ist. Die Bedeutung des allgemeinbildenden Sach- und Technikunterrichts wird durch die technologisch vorangetriebenen Veränderungen der Gesellschaft ganz besonders deutlich. Der Spagat zwischen der Notwendigkeit von praktischen Können im Umgang mit Werkzeugen im Spektrum von Laubsäge bis Mikrocontroller und der Notwendigkeit, technologische Veränderungen mehrperspektivisch bewerten zu können, macht die enorme Bandbreite der Anforderungen an Fach und Lehrkräfte deutlich. Die „Geschwindigkeit“, mit der Lehrkräfte des Fachs für brandaktuelle und komplexe Themen weitergebildet werden, ganz zu schweigen von der „Geschwindigkeit“ mit der Lehrpläne an ebendiese komplexen und aktuellen Themen angepasst werden, motivieren uns als Herausgeber auch weiterhin, mit der tedu eine Plattform für Diskussion und Austausch zu bieten.

In der aktuellen Ausgabe befasst sich Herr Heydn mit Fragen zu Präkonzepten rund um Kohlekraftwerke. Der Einfluss des Kriegs in der Ukraine auf den deutschen Energiemarkt und damit die Industrie und Gesellschaft verdeutlicht, dass die mündigen Entscheider*innen von morgen – unsere Schüler*innen heute – in die Lage versetzt werden müssen, über ein solch relevantes Thema abzustimmen und dabei auf fundiertes Wissen zurückzugreifen.

Neben der Energiepolitik ist aber im Jahr 2023 auch die Migrationspolitik wieder stark in den Fokus gerückt. Während es als fachdidaktische Zeitschrift für das Fach Technik nicht die Aufgabe ist, Zusammenhänge mit der Veränderung der politischen Landschaft zu thematisieren, ist die faire Integration von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund eine alltägliche Aufgabe. Frau Schüssler-Hanenberg richtet den Fokus auf mögliche Einflussfaktoren bei der Bewertung von technischen Artefakten im Kontext von Präkonzepten und Stigmatisierung.

Nachdem wir in der letzten Ausgabe bereits die Diskussion zu den aktuellen Entwicklungen von Künstlicher Intelligenz (KI) im Technikunterricht eröffnet haben, schließt sich in dieser Ausgabe thematisch der Beitrag von Herrn Autenrieth und Frau Nickel an. In diesem Zusammenhang soll nicht verschwiegen werden, dass auch in dieser Ausgabe das Cover erneut mit einem KI-Dienst erstellt wurde – Adobe Firefly. Wir gehen davon aus, dass auch hier künftig noch mehr Artikel zu den Chancen, Risiken und Möglichkeiten von KI erscheinen werden.

Der Artikel von Herrn Czosch beleuchtet Fragestellungen zur Nachhaltigkeitserziehung. Anhand des Themas der Nachhaltigkeit und der Umwelterziehung zeigt sich auch die Schnelllebigkeit von gesellschaftlichem Problembewusstsein. Erinnern Sie sich noch daran, dass Ihre Schüler*innen Freitags die Schule bestreikt haben, um für Klimaschutz zu sensibilisieren? Genau – das war vor Corona, vor dem Ukrainekrieg, vor den „Klimaklebern“ und vor dem aktuellen Konflikt im nahen Osten. In der oben schon benannten Schnelllebigkeit dürfen Konstanten wie Bildung für Nachhaltige Entwicklung nicht unter die Räder kommen.

Das gilt auch für die Sensibilisierung von Schüler*innen mit Fragestellungen der Inklusion. Wie ein Leben „aussieht“, wenn man nicht sehen kann, stellen sich Heranwachsende oft erst vor, wenn sie damit im Unterricht konfrontiert werden. Gesellschaftliche Rücksichtnahme und das Bewußtsein für die Bedürfnisse anderer können schon im Kleinen große Wirkung zeigen. Herr Günther zeigt in seinem Artikel zur Fertigung eines Schachbretts für Menschen mit Sehbehinderung auf, wie auch der Technikunterricht Inklusionsthemen aufgreifen kann, ohne diese Themen offensichtlich in den Vordergrund zu stellen.

Wenn Sie Ihre Ausgabe der tedu nicht nur digital lesen, sondern auch ausdrucken und ablegen wollen, dann kann Ihnen der Artikel von Herrn Göser helfen. Mit seiner Anleitung zum Fertigen eines Lochers aus dem 3D-Drucker lernen Schüler*innen die additive Fertigung und digitale Konstruktion und fertigen ein nützliches Artefakt.

Bei allen Konfliktthemen und dem Blick auf gesellschaftlichen Kontroversen ist es ein versöhnlicher und friedvoller Ausklang der Zeitschrift und des Jahres, dass Herr Hausmann darstellt, wie man das uralte Handwerk der Schmuckherstellung am Beispiel von Ringen darstellt. Keiner der vorgestellten Ringe hat „die Absicht, irgendjemanden zu finden, zu binden, zu treiben oder zu knechten“ (Sauron, 2. Zeitalter Mittelerde) ;-)

Bleiben Sie gesund. Alles Gute für 2024,

Hannes Helmut Nepper



Armin Ruch



Dierk Suhr



Präkonzepte zum Kohlekraftwerk

Schüler*innenvorstellungen zu ausgewählten technischen Grundlagen der Energieversorgung am Beispiel des Kohlekraftwerks – eine Replikationsstudie

Nils Heyden

SCHLAGWORTE

Schülervorstellungen
Präkonzepte
Technikunterricht
Kohlekraftwerk
physikalische Grundlagen

ABSTRACT

Die vorunterrichtlichen Vorstellungen von Schüler*innen wurden im allgemeinbildenden Technikunterricht bislang nur sporadisch beforscht. Mit diesem Beitrag wird das Ziel verfolgt, vorhandene Präkonzepte von Schüler*innen zum Kohlekraftwerk als Vertreter des Energiekonzepts zu identifizieren. Analog zur Hauptstudie (Nepper & Gschwendtner, 2020b) wurde ein qualitatives Forschungsdesign gewählt und audiographierte Leitfrageninterviews mit $n = 7$ Schüler*innen der Klasse 7 einer Realschule durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass fachwissenschaftlich unvollständige und oftmals falsche Vorstellungen zum Aufbau und Funktionsprinzip des Kohlekraftwerks vorherrschen, diese sich aber individuell stark voneinander unterscheiden. Damit stützen diese Befunde die Erkenntnisse der vorangegangenen Untersuchung und verdeutlichen die defizitäre Lage zum Verständnis technischer Grundlagen zur Energieversorgung.

EINLEITUNG

Die Tatsache, dass es eine große Anzahl von Studien zu Präkonzepten von Schüler*innen gibt, zeigt, wie wichtig diese für die Unterrichtsforschung und ihre Auswirkungen auf das Lernen im Unterricht sind (Duit, 2009). Schüler*innen haben in jedem Fachbereich bestimmte Vorstellungen und Erwartungen darüber, was sie im Unterricht lernen werden. Diese Vorstellungen können bspw. durch frühere Erfahrungen, Medienberichte oder auch durch stereotype Vorstellungen geprägt sein. Das Vorwissen, das Schüler*innen nutzen können, um neue Inhalte zu verstehen, setzt sich demnach aus ihren alltäglichen und im Unterricht erworbenen Vorstellungen zusammen (Wiesner et al., 2013, S. 34). Der Technikunterricht (TU) hat grundsätzlich das Ziel, Schüler*innen in die Lage zu versetzen, verschiedene Fähigkeiten im Umgang mit Technik zu entwickeln. Dazu gehören Orientierung, Handlung und Bewertung von technischen Systemen und Artefakten (Schlagenhauf & Wiesmüller, 2018, S. 12). Um dieses Ziel zu erreichen, ist es wichtig, dass Lernende und Lehrkräfte ihre Vorerfahrungen und Vorstellungen¹ in den Unterricht einbringen und explizit berücksichtigt werden. Dies ermöglicht ein erfolgreiches Lehren und Lernen von Strukturen, Prozessen, Funktionen, Gesetzmäßigkeiten und der Beziehung zwischen Technik und Umwelt (Ausubel, 1998, S. IV). Es gibt jedoch auch die Beobachtung, dass das Verständnis von Lehrkräften für die Bedeutung der vorunterrichtlichen Vorstellungen von Schüler*innen begrenzt ist und dass sie sogar eine „naive“ Vorstellung des Lernens

ihrer Schüler*innen haben können (Duit, 2006). Ditton (2002) argumentiert, dass Unterricht, der an Schüler*innenvorstellungen ausgerichtet ist und nach konstruktivistischen Prinzipien gestaltet wird, in der Regel bessere Ergebnisse erzielt. Vorunterrichtliche Vorstellungen spielen daher eine wichtige Rolle für die Unterrichtsplanung und -gestaltung und müssen besondere Berücksichtigung finden.

Problemstellung

Die Präkonzepte der Schüler*innen, die sich aus ihren bisherigen Alltagserfahrungen und dem vorangegangenen Unterricht ergeben, können häufig im Widerspruch zu fachwissenschaftlichen Aussagen stehen. Dies kann zu Verstehensbarrieren führen und den Wissenserwerb und -transfer beeinträchtigen. Wenn diese Vorstellungen jedoch im Unterricht erkannt und bewusst berücksichtigt werden, kann dies helfen, Verständnisprobleme zu erkennen und mögliche Lösungen zu erproben und zu überdenken (Nepper & Gschwendtner, 2020b, S. 77). Letztendlich ist es das Ziel von Lehrkräften, aus den Unterschieden zwischen Schüler*innenvorstellungen und der Sicht von Expert*innen einen Unterricht zu gestalten, der zu angemessenen Ansichten führt. Dies kann jedoch schwierig sein, da Präkonzepte häufig stabil und schwer zu verändern sind. Unter bestimmten Bedingungen können sie jedoch durch Erfahrungen verändert werden (Zinn, 2013). Um dies zu erreichen, gibt es verschiedene didaktische Ansätze wie Conceptual Change, didaktische Rekonstruktion und Phänomenographie, die Lehrer*innen anwenden können, um die Vorstellungen von Schüler*innen zu verändern (Nepper & Gschwendtner, 2020b, S. 77). Ein wichtiger Faktor für die Gestaltung des TU ist die Verfügbarkeit von empirischen Befunden über themenspezifische Schüler*innen- und Lehrer*innenvorstellungen als Grundlage für fachdidaktische Entscheidungen.

¹ Vorerfahrungen und Vorstellungen werden in der Literatur auch synonym für die Begriffe Schüler*innenvorstellungen, Alltagserfahrungen, Präkonzepte, Fehlvorstellungen, vorunterrichtliche Vorstellungen und subjektive Theorien verwendet (Wolf & Nepper, 2021).

Die Identifizierung von vorunterrichtlichen Vorstellungen in den MINT-verwandten Fächern ist seit den 1970er Jahren eine gängige Praxis, die die Curriculumentwicklung und die Aus- und -weiterbildung von Lehrkräften beeinflusst. Im Gegensatz dazu fehlen jedoch fast vollständig empirische Evidenzen für den TU an allgemeinbildenden Schulen. Es besteht also ein Bedarf an der Identifizierung von vorunterrichtlichen Vorstellungen im TU, um diesen Mangel zu beheben und die fachdidaktische Forschung voranzutreiben (Wolf & Nepper, 2021, S. 122f.).

Ausgangslage

In der Vergangenheit wurde dieses Defizit durch die Durchführung einer Delphi-Studie (Nepper, Eisenhardt, Gschwendtner & Schaal, 2017), einer Pilotstudie (Nepper & Gschwendtner, 2020a) sowie umfangreicheren Hauptstudien (Nepper & Gschwendtner, 2020b; Wolf & Nepper, 2021) begegnet. Dabei wurden zunächst die physikalisch-technischen Grundlagen der Mechanik und der Energie als bedeutsam für das erfolgreiche Unterrichten von Technik identifiziert. Anschließend konnten zwei konkrete technische Systeme, das Fahrradgetriebe als Beispiel für das Mechanikkonzept und das Kohlekraftwerk (KKW) als Beispiel für das Energiekonzept (später auch die Wärmedämmung an Gebäuden; Wolf & Nepper, 2021), ausgewählt werden, um individuelle Vorstellungen von Schüler*innen und Lehrer*innen zu erfassen. Dabei stand nicht nur die Bestimmung prominenter Vorstellungen im Fokus, sondern auch die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Lehrer*innen und Schüler*innen (Nepper & Gschwendtner, 2020a, 2020b). In einer vorangegangenen Pilotstudie von Nepper und Gschwendtner (2020a) wurden Lehrkräfte und Schüler*innen mittels visueller Unterstützung zum Aufbau und Funktionsprinzip eines Fahrradgetriebes befragt. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die meisten der Befragten Schwierigkeiten darin haben, die physikalisch-technischen Funktionszusammenhänge des Fahrradgetriebes richtig zu beschreiben und korrekte Fachbegriffe zu verwenden. Insgesamt können die Daten so interpretiert werden, dass das Fahrradgetriebe für beide Gruppen ein schwer verständliches System zu sein scheint. Daran anknüpfend wurde eine Hauptstudie (Nepper & Gschwendtner, 2020b) durchgeführt, die als Grundlage des Forschungsvorhabens des vorliegenden Beitrags dient.

Zielsetzung

Im Gegensatz zur Pilotstudie wurde bei der Hauptstudie auch das KKW als Vertreter des Energiekonzepts untersucht. Die Auswertung der Untersuchung zeigt, dass sowohl Schüler*innen als auch Lehrkräfte alltägliche Begriffe und Erklärungen verwenden, die oft von fachspezifischen Terminologien abweichen. Das Verständnis des Funktionsprinzips von Fahrradgetrieben und der Energieumwandlungsprozesse in KKW scheint gering zu sein. Lehrer*innen haben ähnlich unvollständige oder falsche Vorstellungen wie ihre Schüler*innen, was die Erkenntnisse aus bereits durchgeführten Studien stützt (Nepper & Gschwendtner, 2020b). So berichtet bspw. Duit (2002) auch im Fach Physik von einer ähnlichen Situation. Die Hauptstudie bietet trotz

einer begrenzten Stichprobengröße erste Einsichten in die Vorstellungen von Schüler*innen über das KKW, die innerhalb eines technikbezogenen Unterrichts bestehen können. Aufgrund einer fehlenden Pilotstudie liegen keine empirisch vergleichbaren Daten im Bereich des Energiekonzepts vor und es besteht die Notwendigkeit, die Studie in Bezug auf die Stichprobe und die untersuchten Inhalte zu erweitern. Daher liegt es im Erkenntnisinteresse, diesem Forschungsdefizit zu begegnen. Daran anschließend lässt sich die zentrale Fragestellung dieses Beitrags formulieren:

*„Über welche Vorstellungen zum Kohlekraftwerk verfügen Schüler*innen des Technikunterrichts an Realschulen und welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede lassen sich dabei feststellen?“*

BEGRIFFSBESTIMMUNG ENERGIE

Energie ist ein abstrakter Begriff, der beschreibt, dass etwas in der Lage ist, Arbeit zu leisten. Nach Greulich und Kilian (1999, S. 230) wird Energie im herkömmlichen Sinne definiert als das Arbeitsvermögen physikalischer Systeme. So wird Energie benötigt, um „Lasten hochzuheben, Maschinen anzutreiben, Werkstücke zu verformen, elektrische Geräte zu betreiben sowie zum Erwärmen und Beleuchten“ (Volkmer, 2013, S. 25). Dabei kann die zugeführte Energie transferiert werden und/oder wandelt sich in eine andere Energieform um (Hewitt, 2015). Allerdings entstehen bei der Energieumwandlung immer auch Verluste, da nicht alle Teile in eine „neue, nutzbare Energieform“ umgewandelt werden (Volkmer, 2013, S. 25). Beim Energiewandlungsprozess lassen sich vier Arten von Energien unterscheiden: (1) Primärenergie, (2) Sekundärenergie, (3) Endenergie, (4) Nutzenergie. Um Energie in Form von elektrischer Energie, Wärme- oder Bewegungsenergie zu erhalten, müssen die in der Natur vorkommenden Energieträger (u.a. Kohle) nutzbar gemacht werden. Diese müssen durch industrielle Verfahren umgewandelt werden, damit daraus Sekundärenergie entstehen kann. Nach dem Transport und der Verteilung an ihren Einsatzort (Endenergie) steht sie dem Nutzer z. B. in Form von elektrischer Energie für Licht direkt als Nutzenergie zur Verfügung (Block et al., 2017, S. 226-227).

Kohlekraftwerk als Vertreter des Energiekonzepts

Wärme- und KWK dienen der Sicherstellung einer Grundversorgung mit elektrischer Energie für die Menschen. Für die Umwandlung von Wärme in Bewegungsenergie und anschließend in elektrische Energie werden fossile und nukleare Energieträger genutzt. Daher finden bei diesen großen technischen Anlagen meist mehrere Energieumwandlungen statt, sodass sich eine Umwandlungskette ergibt (Block et al., 2007, S. 232-233). An dieser Stelle wird auf das KKW als Vertreter des Energiekonzepts eingegangen (Abb. 3). Innerhalb der Energiewandlungsreihe können zwischen der Primärenergie (Inputgröße): Chemische Energie und der Sekundärenergie (Outputgröße): Elektrische Energie weitere Energieformen auftreten (Abb. 1).

Die Funktionsweise eines KKW kann demnach in drei

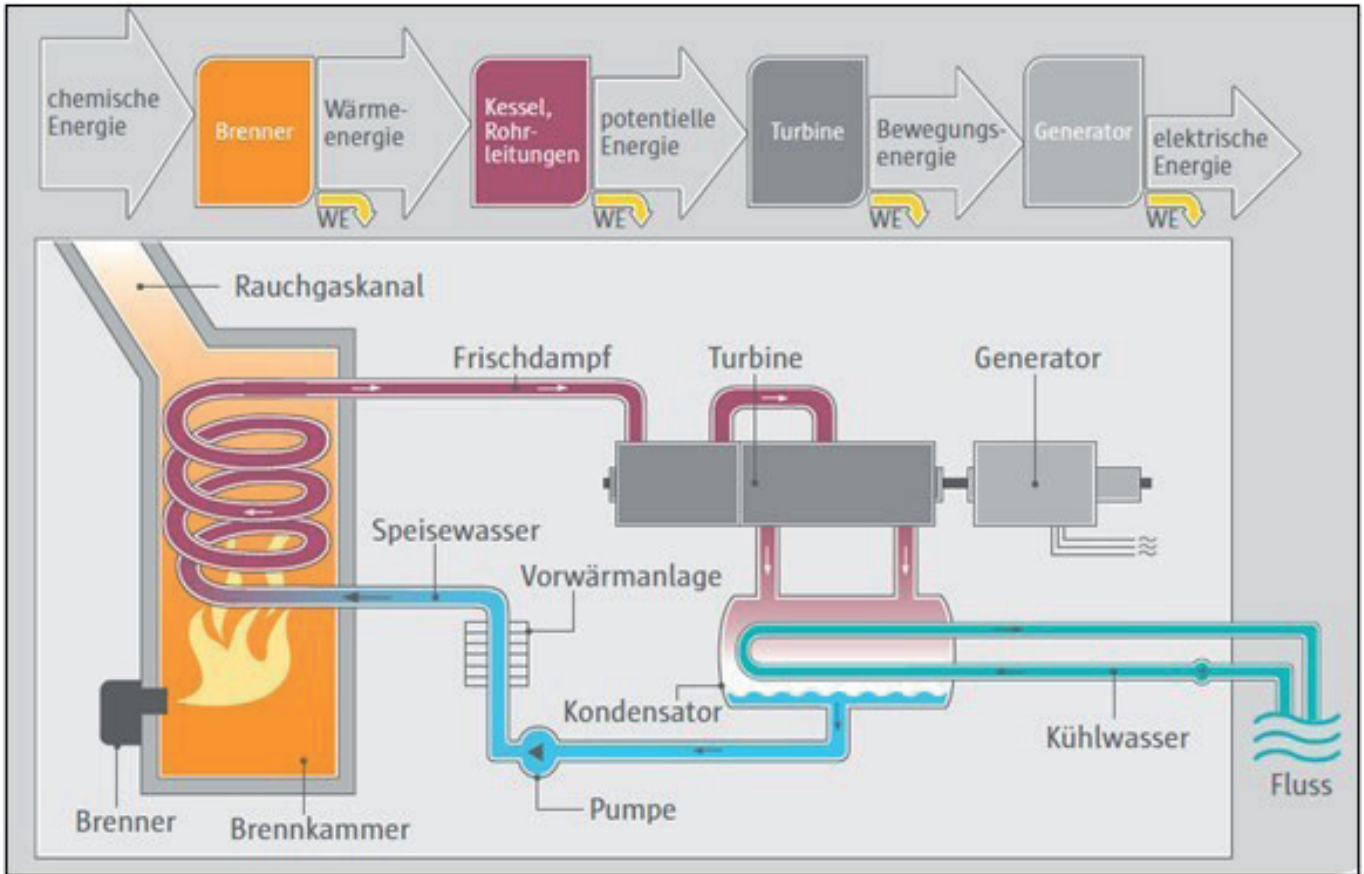


Abbildung 1: Aufbau und Energieumwandlung bei einem Kohlekraftwerk [WE: Wärmeenergieverluste] (Volkmer, 2013, S. 25)

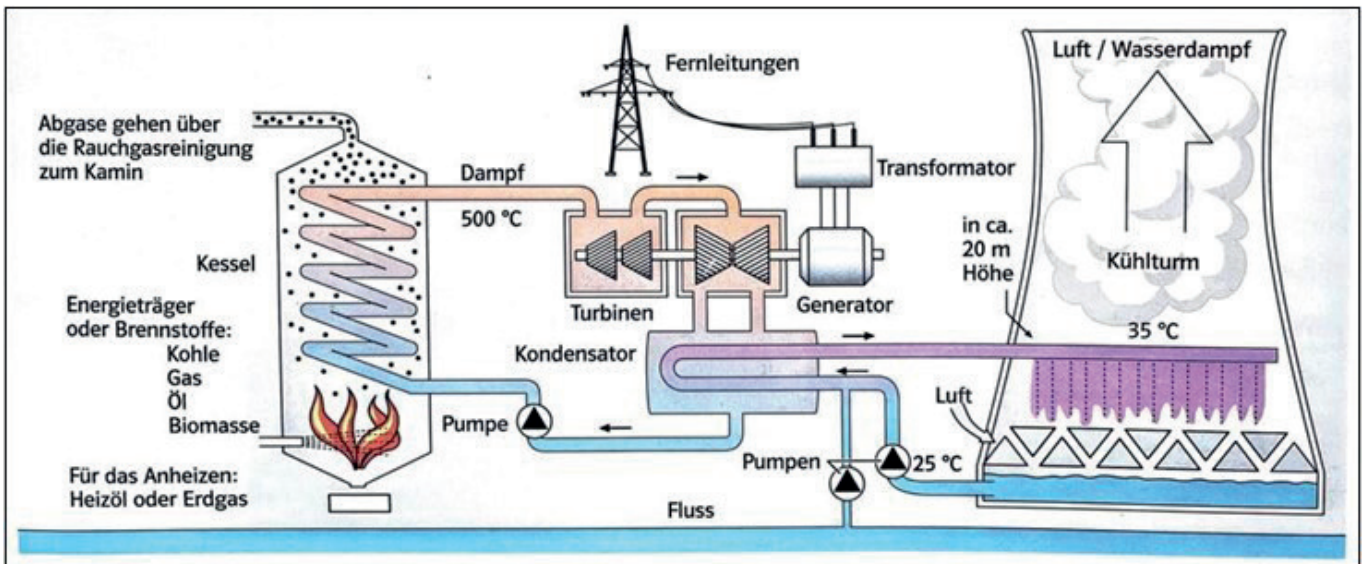


Abbildung 2: Aufbau des Wärmekraftwerks am Beispiel Kohle (Block et al., 2017, S. 232)

Prozessen beschrieben werden: (1) Verbrennung, (2) Verdampfung, (3) Umwandlung. Diese spezifischen Prozesse zur Bereitstellung von elektrischer Energie durch ein KKW werden nachstehend beschrieben (Heuck, et al., 2013; Nepper & Gschwendtner, 2020b, S. 81): Die Kohle als Energieträger (chemische Energie) wird unter Luftzufuhr in der

Brennkammer verbrannt. Dabei werden Wärme (thermische Energie), Wasserdampf und weitere Rauchgase freigesetzt. Durch die Rauchgasreinigung wird versucht, die Schadstoffe weitgehend zu filtern. Mit Hilfe einer Speisewasserpumpe wird Wasser aus dem Kondensator in Richtung Kessel befördert. Im Dampferzeuger (Primärkreislauf) führt die frei-

gesetzte Wärme dazu, dass das Betriebswasser zum Sieden gebracht wird. Der entstandene Wasserdampf (kinetische Energie der Gase) wird unter hohem Druck gehalten und strömt über ein Rohrleitungssystem gegen die Schaufeln einer oder mehrerer Turbine(n) und treibt diese an. Demnach wird die potenzielle Energie des hochgespannten Dampfes in kinetische Energie der Turbinenräder umgewandelt. Die letzte Energieumwandlung findet im Generator statt, der an die Turbinenräder gekoppelt ist. Dabei wird die Bewegungsenergie vom Generator in elektrische Spannung (elektrische Energie) umgewandelt. Damit diese als Nutzenergie zur Verfügung stehen kann, wird sie über Hochspannungsleitungen bereitgestellt. Für eine erneute Nutzung des entstandenen Wasserdampfes wird dieser anschließend in Kondensatoren durch einen Kühlerwasserkreislauf via Durchlauf- oder Kühlturmkühlung kondensiert. Somit kann der verflüssigte Wasserdampf wieder durch die Speisewasserpumpe angesaugt und die beschriebenen Prozesse wiederholt werden. Diese Energiewandlungsprozesse eines KKW finden sich in ähnlicher Weise auch in anderen Wärmekraftwerken wieder. Des Weiteren müssen die hinreichend bekannten Technikfolgen der Kohlekraft aufgeführt werden, die v. a. durch die CO₂-Emissionen geprägt sind. Demzufolge können rund ein Drittel der globalen CO₂-Emissionen auf Kraftwerke mit fossilen Energieträgern zurückgeführt werden (Grünwald, 2008). Hinzu kommen die fortlaufend optimierbaren Raugasentgiftungen, die ebenfalls als kritischer Faktor angesehen werden.

Verortung des fachwissenschaftlichen Konzeptes im Bildungsplan

Da die Erhebung an einer Realschule in Baden-Württemberg stattgefunden hat, wird ausschließlich Bezug auf den entsprechenden Bildungsplan (BP) für das Wahlpflichtfach Technik in der Sekundarstufe I genommen. Im Inhaltsbereich der Energieversorgung werden verschiedene Formen, wie erneuerbare Energien und konventionelle Energieträger, behandelt. Diese sind auf unterschiedlichen Ebenen verankert und von besonderer Bedeutung für die Leitperspektive Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) (KM, 2016, S. 3). Ab der Klassenstufe 7 sollen sich die Schüler*innen insbesondere auch im Bereich Versorgung und Entsorgung Kompetenzen aneignen. Bei den verschiedenen Primärenergieträgern zur Gewinnung von Nutzenergie werden u. a. die KKW als eine Form der konventionellen Energieerzeugung behandelt. Dabei werden sowohl die Technik und Funktionsweise von KKW als auch die damit verbundenen Umweltauswirkungen thematisiert. Schüler*innen sollen dazu befähigt werden, die Vor- und Nachteile verschiedener Energieformen zu verstehen und bewerten zu können (ebd., S. 25-27). So kann dem KKW als Energiekonzept im TU eine große Bedeutung zugeschrieben werden. Um folglich den Unterricht sowie den Wissenstransfer angemessen und erfolgreich zu gestalten, ist es unabdingbar, die vorunterrichtlichen Vorstellungen der Schüler*innen über Energieversorgungssysteme und deren Technikfolgen zu erfassen.

FRAGESTELLUNG

Die Analyse des Forschungsstandes zeigt auf, dass vorunterrichtliche Vorstellung im TU bislang nur sporadisch beforscht wurde. Demnach wird in diesem Beitrag untersucht, welche Präkonzepte sich zum Aufbau und Funktionsprinzip eines KKW herausbilden. Weiterhin sollen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den einzelnen Schüler*innen sowie der Hauptstudie betrachtet werden. Neben den Ergebnissen der theoretischen Vorüberlegungen dient die qualitative Studie von Nepper und Gschwendtner (2020b) als Grundlage für die Leitfragen der Untersuchung. Daraus lassen sich die folgenden Fragestellungen formulieren:

- F1: Über welche Vorstellungen zum Kohlekraftwerk verfügen Schüler*innen des Technikunterrichts an Realschulen?
- F2: Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede lassen sich zwischen den Vorstellungen der einzelnen Schüler*innen zum Kohlekraftwerk feststellen?
- F3: Fällt es den Schüler*innen mit Hilfe von Karteikarten, auf denen relevante Bauteile und Fachbegriffe, die für die Energiewandlungskette benötigt werden, leichter, das Funktionsprinzip eines Kohlekraftwerks zu erklären?
- F4: Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede lassen sich zwischen den Vorstellungen der einzelnen Schüler*innen und Lehrer*innen zum Kohlekraftwerk in Bezug auf die Hauptstudie feststellen.

METHODIK

Im Folgenden werden die Methodenwahl, die Auswahl der Stichprobe, die Durchführung der Datenerhebung, sowie die Datenaufbereitung und Datenauswertung vorgestellt.

Methodenwahl

Für die Erfassung von Schüler*innenvorstellungen stehen unterschiedliche Methoden zur Auswahl. Diese umfassen Variationen von Interviews, Fragebögen, ‚Concept-Mapping‘ (Kartierung von Wissen), Zeichnungen sowie Beobachtungen von Unterrichtssituationen (Nepper & Gschwendtner, 2020b). Da nur wenige Ergebnisse zu den Vorstellungsinhalten von Schüler*innen zum Energiekonzept im TU der Sekundarstufe I vorliegen, ist es nur bedingt möglich, ein Instrument zur standardisierten und quantitativ auswertbaren Datenerhebung (z. B. Fragebogen) zu entwickeln (ebd.). Aufgrund dessen liegt es nahe, eine qualitative Untersuchungsmethode für eine Erforschung der Präkonzepte der Schüler*innen anzuwenden. Um die Inhalte der Schüler*innenvorstellungen in ihrer ganzen Breite zu erfassen, wurde die eigene Forschung als qualitatives audiographiertes Leitfrageninterview im Querschnitt angelegt (Gläser & Laudel, 2010, S. 11ff.). Die im Rahmen dieser Arbeit angewandten Methoden werden in Tabelle 1 beschrieben:

Art	Methode	Beispiel/Erläuterung
Schüler*innen äußern sich mündlich	Halbstandardisiertes Interview mit Leitfaden	Vorbereiteter Fragenkatalog wird den Ausführungen und Gedankengängen der Schüler*innen individuell und spontan angepasst.
	Bildbasiertes Argumentieren	Reelles Bild eines KKW wird gezeigt, um die Erklärungsmöglichkeiten zu erweitern.
	Vertieftes Nachfragen mittels Karteikarten	Karteikarten mit relevanten Begriffen für den Aufbau und das Funktionsprinzip eines KKW werden offengelegt.
Schüler*innen äußern sich schriftlich	Visualisierung / Zeichnerische Fundierung	Schüler*innen skizzieren den Aufbau eines Kohlekraftwerks.

Tabelle 1: Methoden zur Erhebung von Schüler*innenvorstellungen (nach Burger, 2001, S. 141)

In Bezug auf die Hauptstudie wurde der Zugang zur Identifikation von Schüler*innenvorstellungen um eine weitere Methode ergänzt. Durch eine Strukturlegemethode mit Hilfe von Karteikarten (KK) wurde das technische System immer weiter offen gelegt, um gewisse Sollbruchstellen in den Vorstellungen zu überwinden. Damit soll das Verständnis des Grundkonzepts erweitert werden und zu weiterführenden Erklärungen anregen.

Auswahl der Stichprobe

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden insgesamt sieben Interviewgespräche geführt. Die Stichprobe (n=7) setzt sich aus Schüler*innen der 7. Klasse einer Realschule aus der Region Ludwigsburg zusammen. Die Schüler*innen waren im Mittel 12.57 Jahre (SD = .79) alt mit einer Altersspanne von 12 bis 14 Jahren (Tab. 2). Die Auswahl geeigneter Interviewpartner*innen wurde nach den folgenden Kriterien bestimmt:

- Schüler*innen der Klassenstufe 7
- Wahlpflichtfach Technik
- Realschule in Baden-Württemberg

Durchführung und Datenerhebung

Die Durchführung der Leitfrageninterviews erfolgte im Januar 2023. Alle Interviews wurden im anliegenden Vorbereitungsraum der Techniklehrkräfte geführt. Lediglich der Interviewende und die Gesprächspartner*innen befanden sich im Raum. Es wurde darauf geachtet, dass die Durchführung störungsfrei und ohne Unterbrechung ablaufen konnte. Die Dauer der Interviews lag zwischen 11 und 15 Minuten, mit einer durchschnittlichen Dauer von knapp 13 Minuten. Zur Erstellung und Durchführung der qualitativen Interviews wurden in Anlehnung an die Hauptstudie die wesent-

	Schülerinnen	Schüler	Gesamt
Umfang der Stichprobe	n = 1	n = 6	n = 7
Alter	M = 12	M = 12.67	M = 12.57 (SD = .79)

Tabelle 2: Stichprobenszusammensetzung (eigene Darstellung)

lichen Kriterien der Thematik ermittelt und anschließend in einem Leitfaden zusammengefügt (Nepper & Gschwendtner, 2020b). Um mögliche Fehlerquellen zu beseitigen, wurde der Leitfaden vor Beginn der eigentlichen Interviewgespräche einem Pretest unterzogen (Bogner et al., 2014, S. 61). Für eine bessere Einordnung des Forschungsvorhabens werden in Tabelle 3 beispielhafte Textbausteine des Leitfadens aufgeführt:

Element	Textbaustein
(1) Freies Erzählen des Aufbaus	u.a. „Hast Du eine Vorstellung wie ein KKW genau aufgebaut ist?“
(2) Zeichnerische Fundierung des Aufbaus	u.a. „[...] Fertige dazu auch eine Skizze an. Sag bitte laut dabei, was Du gerade zeichnest?“
(3) Erste Annäherung an die Funktionszusammenhänge	u.a. „Ein KKW liefert uns Menschen elektrische Energie, wie wir bspw. im Haushalt nutzen können. Im Kraftwerk selbst finden dazu spezifische Prozesse statt, die uns die elektrische Energie aus anderen Energien bereitstellt. Hast Du eine Vorstellung, welche Prozesse das sind?“
(4) Bildbasiertes Argumentieren zu den Funktionszusammenhängen	u.a. „Wie laufen die Prozesse zur Gewinnung elektrischer Energie im KKW nun genau ab? Du kannst dazu auch dieses Bild eines KKW zur Erklärung nutzen!“
(5) Vertieftes Nachfragen mit Hilfe von Karteikarten	u.a. „Du hast schon ein paar Aspekte [Karteikarten zeigen] zum Aufbau eines KKW genannt. Welche Bauteile könnte es noch geben? Wozu dient die Turbine, etc.?“

Tabelle 3: Auszüge aus dem Interviewleitfaden zum Aufbau und Funktion des Kohlekraftwerks (nach Nepper & Gschwendtner, 2020b, S. 84)

Dieser wurde hierbei um eine neue Dimension (5) zum vertieften Nachfragen mittels einer Strukturlegemethode und vorbereiteter KK ergänzt. Auf den KK werden relevante Bauteile und Fachbegriffe für das Verständnis und die Erklärung der Energiewandlungskette sowie des allgemeinen Funktionsprinzips eines KKW aufgeführt: (1) Brennkammer, (2) Kohle, (3) Kessel/Dampferzeuger, (4) Rauchgasreiniger (Abgase), (4) Schornstein, (5) Wasserdampf (Primärkreislauf), (6) Turbine, (7) Generator, (8) Hochspannungsleitung, (9) Kühlkreislauf, (10) Kühlturm, (11) Kondensator. Nachdem die ersten vier Schritte analog zur Hauptstudie durchgeführt wurden, erfolgte ein vertiefendes Nachfragen hinsichtlich des Aufbaus und der inneren Funktion eines KKW. In diesem Durchgang wurden den Schüler*innen aber nur diejenigen KK ergänzend gezeigt, die an ihre ursprüngliche Skizze und Erklärungen anschlussfähig erschienen. Dies hat den Hintergrund, dass ihnen nicht das vollständige Konstrukt offengelegt wird und es dadurch zu Verzerrungen in den Vorstellungen der Schüler*innen kommt. Diese sollen weiterhin auf den eigenen Überlegungen und Annahmen basieren.

Datenaufbereitung und Datenauswertung

Die Aufbereitung und wörtliche Transkription der Daten erfolgte anhand von vorab festgelegten Regeln gemäß Dresing und Pehl (2015). Nach der vollständigen Verschriftlichung der Interviews wurde zur Auswertung der Daten die von Gläser und Laudel (2010) beschriebene qualitative Inhaltsanalyse gewählt. In diesem Zusammenhang wurde ein in Anlehnung an die Studie von (Nepper & Gschwendtner, 2020b) theoriebasiertes Kategoriensystem konstruiert. In der Hauptstudie wurden die Vorstellungen zum technischen System des KKW auf vier Dimensionen eingegrenzt: (1) Aufbau, (2) Äußeres und inneres Funktionsprinzip, (3) Weitere technische Manifestationen des zugrundeliegenden Funktionsprinzips und (4) Technikfolgenabschätzung (ebd., S. 83). Die folgende Tabelle 4 soll einen Überblick über die Kategorien geben, die für die Auswertung der Interviews herangezogen wurden.

ERGEBNISSE

Nachfolgend werden die Ergebnisse zu den einzelnen Kategorien kurz dargestellt und zusammengefasst. Im Mittelpunkt der Analyse sollen auch exemplarische Aussagen der Befragten stehen, um einen umfassenden Einblick in die Sichtweisen der Schüler*innen zu ermöglichen.

(1) KKW als technischer Vertreter zur Bereitstellung von elektrischer Energie

Auf die Frage, welche Energieform das KKW bereitstellt, können nur 5 der 7 Schüler*innen korrekt antworten. Während ein Schüler noch nie von einem KKW gehört hat: „Was ist Kohle? Das verstehe ich nicht?“ (S1), geht S2 von einer anderen Verwendung aus: „Für den Zug, für alte Züge hat man das glaube ich benötigt. (...) Keine Ahnung“. (S2). Den restlichen Schüler*innen ist die Bereitstellung von elektrischer Energie bzw. Strom bekannt.

(2) Aufbau eines KKW aus technischer Sicht

Den korrekten Aufbau kann keiner der Schüler*innen vollständig skizzieren sowie verbal präzisieren. Das freie Erzählen fällt besonders S1 schwer, der das KKW nicht als Gebäude betrachtet: „Das kommt einfach glaube ich. Du steckst irgendwas ein, da drin ist was in diesem Kabel und beim Strom ist auch irgendwas.“ (S1). Viele der Schüler*innen beziehen den Aufbau des KKW nicht nur auf Bauteile und gehen gleichzeitig auf die innere Funktion ein. Die Nennung von relevanten und fachlich korrekten Bauteilen wird dabei vernachlässigt: „Ich denke, es gibt sowas, wo man Kohle verbrennt. Und dadurch dann durch die Wärme Strom erzeugt.“ (S5). „Es gibt auf jeden Fall Außenwände, damit da nichts rausgehen kann.“ (S4). Auch S3 geht auf Teile der Energiewandlungskette ein, nennt aber zudem wichtige Aspekte zum Aufbau eines KKW: „Es gibt einen Verbrennungsraum und das wird von Wasser gekühlt und ich glaube, (...) Wasserdampf von dem Kühlwasser wird dann genutzt, um eine Turbine anzutreiben. Und die Turbine wird dann genutzt und tut dann Strom erzeugen.“ (S3). Am häufigsten werden Kohle und die dazugehörige Brennkammer genannt. Auch die ei-

(1) Kohlekraftwerk als technischer Vertreter zur Bereitstellung von Energie	
(2) Aufbau eines Kohlekraftwerks aus technischer Sicht	
• Verbalisierung	• Zeichnerische Fundierung
(3) Energieumwandlungsprozesse im Kohlekraftwerk	
• Freies Erzählen • Bildbasiertes Argumentieren	• Argumentieren mittels Karteikarten
(4) Energiewandlungsprozesse in anderen Kraftwerkstypen	
(5) Bewertung des Artefakts	
• Technikfolgen	• Gesellschaftliche Debatte

Tabelle 4: Kategoriensystem der Datenauswertung (nach Nepper & Gschwendtner, 2020b, S. 83)

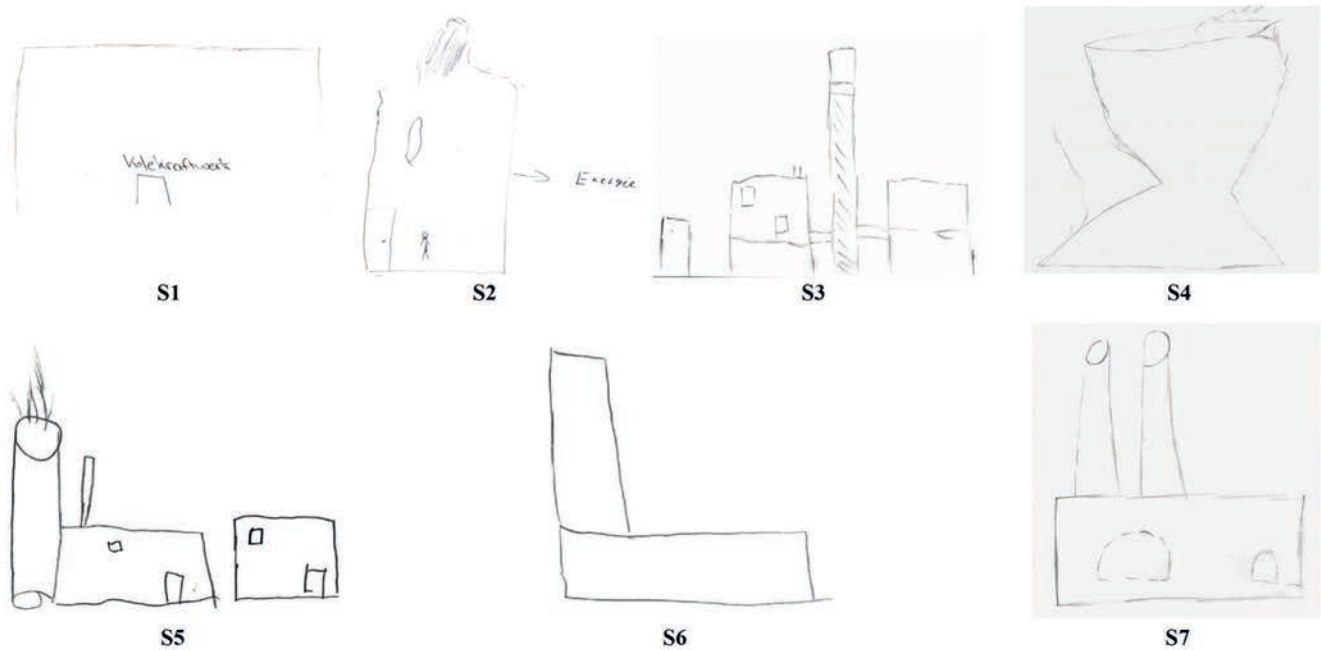


Abbildung 3: Skizze zum Aufbau eines KKW bei den befragten Schüler*innen

gens angefertigten Skizzen führen nur geringfügig zu weiteren Präzisierungen des Aufbaus und der Nennung weiterer Bauteile. S1 fällt das Zeichnen genauso schwer wie das freie Erzählen zum Aufbau eines KKW: „Ja, da ist halt eine Tür und da gehst du rein und da ist halt das Thema drin.“ (S1). S2 legt den Fokus des KKW auf den Schornstein, der den Kern des Gebäudes darstellen soll: „Da kommt Rauch raus und innen drin verbrennt man was.“ (S2). Auch bei S4 wird das KKW als vollständiges Konstrukt von einem Loch abgebildet: „Also hier ist das Loch. Das Loch, das da der Rauch rausgeht.“ (S4). Bei S6 ist die Skizze ebenfalls einfach gehalten und der Schornstein bildet den Mittelpunkt des KKW. Ähnlich wird das KKW auch von S7 als Fabrik angesehen, die mit „so zwei Auspüffen“ ausgestattet ist. Für S3 und S5 ist das KKW ein komplexeres Konstrukt, das aus mehreren Gebäuden und Baugruppen besteht: „Hier zwei Hauptgebäude, wo die Kohle dann verbrannt wird. Und wo auch die Energie draus gewonnen wird. Und hier einfach der Dampf, wo dann in den Schornstein geht und raus dann.“ (S3).

Bei der Betrachtung und Verbalisierung der Skizzen wird deutlich, dass die Brennkammer und der Schornstein eine übergeordnete Rolle bei den Schüler*innen spielen.

(3/4) Energieumwandlungsprozesse im KKW und anderen Kraftwerkstypen

Die Energieumwandlungskette wird von keinem der Schüler*innen vollständig und richtig beschrieben. Auch die jeweiligen Energieumwandlungsprozesse können die Interviewten nur teilweise benennen. Nachfolgend wird betrachtet, inwieweit die einzelnen Methoden: (1) Freies Erzählen, (2) Bildbasiertes Argumentieren, (3) Argumentieren mittels Karteikarten zur Erklärung der Energieumwandlungsprozesse beitragen. S1 und S2 fällt das freie Erzählen schwer. S2 geht davon aus, dass „irgendwas drin verbrennt.“ Bei S1 entsteht die Energie ebenfalls durch Verbrennung, kann dies aber nicht weiter explizieren: „Dann macht es halt irgendwie und dann

bekommst du halt diese Energie. (...) So Feuer oder irgendwas.“ (S1). Für S6 ist die Wärme die Ursache für die Energiebereitstellung und der Primärkreislauf wird angedeutet: „Da wir die Wärme irgendwie weitergeleitet (...), um so einen Motor anzutreiben, dass halt Strom produziert wird.“ (S6). S5 hingegen differenziert innerhalb des KKW: „Ich glaube, dass halt dadurch Wärme erzeugt wird und durch diese Wärme kommt die Energie. (...) Ich glaube, da kommt noch so ein Kraftwerk und dadurch wird Strom gemacht.“ (S5). Zudem nennt er den Wasserdampf und versucht dessen Bedeutung zu erklären: „Der wird umgeleitet, der verdunstet und dadurch wird Energie gemacht.“ (S5). Ferner deutet auch S3 die kinetische Energie der Gase und der Turbine an: „Dass die sich dreht, kommt von der Windenergie. (...) Die wird angetrieben. (...) Also eigentlich Wasserdampf.“ (S3). Bei S4 beginnt der Prozess der Energieumwandlung schon früher, kann diesen aber nicht weiter ausführen: „Ich glaube, als ersten Schritt muss man die Kohle erstmal abbauen, also suchen. Und dann wird die Kohle weiterverarbeitet und dann wird sie verbrannt. (...) Und danach kommt dann die elektrische Energie. Vielleicht fehlt dann noch was.“ (S4). S7 ist der einzige Schüler, der die Energieumwandlungskette in groben Zügen beschreiben kann: „Die Kohle wird in so einen riesigen Ofen oder sowas rein geschmissen und durch diese Wärme vielleicht wird dann irgendwas in Kraft gesetzt.“ (S7). Die Funktion der Turbinen und des Generators beschreibt er im Ansatz: „Diese Wärme bringt dann Ventilatoren so ins Drehen und dann gibt es durch die Ventilatoren Strom.“ (S7). Das bildbasierte Argumentieren führt nur geringfügig zu weiteren Ausführungen des Energieumwandlungsprozesses. Auffällig ist, dass mit dem abgebildeten Rauch sowie den Schornsteinen weitere Prozesse verbunden werden. So kommt es, dass S3, S5 und S7 die Filterung der Abgase erkennen. S4 kann ansatzweise eine Verbindung zwischen den einzelnen Bauteilen und Prozessen herstellen: „Vielleicht ist auch ein Gebäude alleine und da

wird etwas gemacht und von da wird es dann rüber transportiert. (...) Über Tunnel oder Röhren, dass man das dann rüberschiebt.“ (S4). Zudem wird verstärkt die Umwandlung der Energieformen ersichtlich und S5 spricht ansatzweise von einem Generator: „Das wird dann in ein Kraftwerk gemacht und dadurch wird dann Strom erzeugt.“ (S5). Darauf aufbauend erfolgt ein vertiefendes Nachfragen mittels der beschriebenen Strukturlegemethode. Für S7 und S3 ist die neu gezeigte KK Hochspannungsleitung von Bedeutung, die sie mit dem Generator assoziieren: „Ich glaube, der wandelt diese Bewegungskraft in den Strom um. Und der Strom geht dann über die Hochspannungsleitungen zu uns nach Hause.“ (S7). Das gleiche gilt für S3: „Ein Generator. (...) Der tut aus der Bewegungsenergie den Strom erstellen.“ (S3). Zudem nennt er die Kondensation, die im Zusammenhang mit der neu gezeigten KK Kühlkreislauf steht. S2 benennt den Schornstein als neuen Begriff und erkennt zudem eine „Weiterverarbeitung“ der Energie, als ihr die KK Hochspannungsleitung vorgelegt wird. Hinsichtlich des Prozesses der Energieumwandlungen werden keine weiterführenden Erläuterungen gemacht: „Die Wärme. (...) Die muss irgendwie raus. (...) Vielleicht weiterleiten zur Energieform.“ (S2). Die neu gezeigten KK Hochspannungsleitung und Turbine können von S6 anfangs keine Bedeutung zugeschrieben werden. Erst mit dem Begriff Kühlkreislauf werden neue Prozesse anschlussfähig: „Der Wasserdampf irgendwie gekühlt wird und dann wieder zu Wasser wird. (...) Und das dann irgendwie durch eine Turbine geht und dadurch die Turbine angetrieben wird.“ (S6). Mit der KK Generator kann S6 seine Vorstellungen weiter ausführen: „Ich glaube, die Turbine treibt dann auch den Generator an und durch den Generator wird dann Energie produziert.“ (S6). Auch bei S5 wird die Funktion des Generators im Umwandlungsprozess erkannt, sofern die entsprechende KK gezeigt wird: „Der wandelt dann zu Strom um.“ (S5). S4 hingegen kann erst durch die KK Turbine einen weiteren Umwandlungsprozess erahnen: „Die Turbine ist eine Maschine. Die nimmt den Wasserdampf ein und verarbeitet dann von innen.“ (S4). Bei S1 wird der Energiewandlungsprozess bis auf den Kühlkreislauf weitgehend offen gelegt. Aber auch die neuen KK resultieren nicht in weiteren Erklärungen zur inneren Funktion eines KKW: „Da wird halt alles gemacht und danach kommt eine Hochspannungsleitung.“ (S1). Ähnliche Energiewandlungsprozesse wie im KKW sehen die Schüler*innen auch in anderen Kraftwerkstypen. Dabei wird am häufigsten die Windenergie genannt: „Windturbinen, die mit dem Wind. Da wird elektrische Energie hergestellt.“ (S4). Zudem kommt auch die Solarenergie in den Nennungen der Schüler*innen vor (S5, S6) sowie Atomkraftwerke und Wasserkraftwerke (S7). Allerdings werden die ablaufenden Prozesse nur von zwei Schülern (S5, S7) weiter präzisiert und versucht, eine fachlich korrekte Erklärung zu geben: „Durch Solarenergie. Und Windräder. (...) Die Sonne wirft Wärme auf die Solarplatten und dadurch kommt dann Strom. (...) Und beim Windrad durch das, dass es sich immer dreht. Da erzeugt es dann Strom.“ (S5). „Beim Atomkraftwerk ist es so, es ist ja zylinderförmig aufgebaut, wie hier bei dem Bild [gezeigtes Bild eines KKW]. Ich glaube, das ist Uran, was da verbrannt wird.“

Und da gibt es auch diese Heiz- oder Kühlstäbe. Und diese Hitze wird dann genommen und einfach zum Generator geleitet.“ (S7).

(5) Bewertung des Artefakts

Die meisten Schüler*innen beschreiben die Umweltbelastung und Schädigungen des menschlichen Organismus durch Abgase und andere Schadstoffe als Technikfolgen bei der Nutzung von KKW: „Es kann halt die Umwelt zerstören und (...) dadurch Krankheiten passieren für die Menschen. Durch diese Abgase.“ (S5) Darüber hinaus werden weitere Technikfolgen für die Umwelt angesprochen, die sich größtenteils auf das Bereitstellen von Ressourcen und die Veränderung des Ökosystems beziehen: „Das wird auf jeden Fall verschmutzt die Umwelt. Und es sterben auch Tiere ab, weil es Gift ist. Die Bäume auch.“ (S4). „Einfach wirklich Millionen von Erdmassen aufgebaggert werden muss und Wohnräume zerstört werden durch diesen Kohleabbau.“ (S3). „Auch diese Erwärmung tut dann der Umwelt schaden. So schmelzen ja auch die Pole.“ (S7). Fachbegriffe wie z. B. die CO₂-Emissionen werden nicht genannt. Lediglich S6 spricht von „mehr Feinstaub“ durch die KKW. In Bezug auf die gesellschaftliche Debatte über die Energieversorgung positionieren sich nur die wenigsten Schüler*innen eindeutig und auch der Begriff Erneuerbare Energie ist nur S3 bekannt: „Mehr auf erneuerbare Energien setzen. Nicht so auf Kohle, Gas und Erdöl. Sondern vielleicht auch, wenn es echt in der Kritik ist, auf Atomenergie. Oder mehr Solarenergie. Oder Windenergie. Wasserenergie ist in Deutschland bisschen schwierig.“ (S3). Auch S5 sieht „Solarenergie und Windräder“ als besser für die Zukunft an. Während S1 keine Meinung dazu hat: „Ich schaue keine Nachrichten an.“, verweist S7 als einziger auf eine aktuelle politische Positionierung: „In Stuttgart soll das wieder in Kraft betrieben werden, wahrscheinlich, aber die Grünen (...) die wollen das ja nicht. Die wollen, (...) dass Solarenergie und Windräder gebaut werden.“ (S7). Es lässt sich festhalten, dass die Schüler*innen weniger mit aktuellen Problemstellungen zu Energiekonzepten vertraut sind. Zudem fällt es ihnen schwer, ihre eigene Meinung zu äußern.

Zusammenfassung

Die vorherige Analyse hatte das Ziel, Präkonzepte zum KKW als Vertreter des Energiekonzepts zu untersuchen und die Fragenkomplexe der fünf Hauptkategorien (Tab. 5) zu beantworten. Zusammenfassend ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Die Mehrheit der befragten Schüler*innen (71,4%) kennt das KKW zur Ernergiebereitstellung. Allerdings konnten zwei Schüler*innen nicht angeben, wofür ein KKW dient.
- Keine der Erklärungen und Skizzen zum technischen Aufbau waren vollständig. Es wurden auffallend wenige Fachbegriffe genannt. Während Kohle und Brennkammer am häufigsten genannt wurden, ist es bei den anderen Bauteilen nur vereinzelt zu Nennungen ge-

kommen und ein Großteil des Aufbaus wurde auf seine äußeren Strukturen beschränkt.

- Die Befragten haben begrenzte Kenntnisse über die Funktionsweise eines KKW. In Bezug auf ihre Fähigkeiten und Verständnis, den Energieumwandlungsprozess in einem KKW zu beschreiben, sind erhebliche Schwierigkeiten aufgetreten. Keiner konnte alle Prozesse in einem Kraftwerk vollständig erläutern und es fehlte oft an Fachbegriffen. Die Schüler*innen hatten Schwierigkeiten, verschiedene Energiearten zu benennen und zu unterscheiden sowie die chemischen Prozesse, die bei der Umwandlung von Kohle in thermische Energie eine Rolle spielen, zu erklären. Die kinetische Energie der Gase wurde nur vereinzelt erkannt und nicht weiter differenziert. Grundsätzlich konnten die Schüler*innen keine anschlussfähige Erklärung für die Energieumwandlungskette in einem KKW liefern. Auch die Verwendung von Bildern und KK trug nur in geringem Maße und individuell zu einem besseren Verständnis bei.
- Viele der Schüler*innen nennen auch Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraftanlagen und die Solarenergie als ähnliche Kraftwerkstypen für die Bereitstellung von elektrischer Energie, ohne jedoch die Umwandlungsprozesse genauer beschreiben zu können. Abschließend erkennen die befragten Schüler*innen die negativen Auswirkungen der Nutzung von Kohlekraftwerken, insbesondere auf die Umwelt durch die Freisetzung von Abgasen sowie die Endlichkeit der Ressourcen.
- Die meisten Schüler*innen nannten Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraftanlagen und Solarenergie als ähnliche Kraftwerkstypen zur Bereitstellung von elektrischer Energie, konnten jedoch die Umwandlungsprozesse nicht im Detail beschreiben. Demgegenüber waren sie sich der negativen Auswirkungen der KKW bewusst, insbesondere der Umweltauswirkungen durch Abgasemissionen und der Endlichkeit der Ressourcen.
- In der Debatte um die aktuelle Energieversorgung plädieren nur die wenigsten von ihnen für die Nutzung erneuerbarer Energien. Eine Vielzahl nennt zwar alternative Möglichkeiten zur Energiebereitstellung, sie ist sich aber in der Regel nicht der aktuellen gesellschaftlichen Debatte zur Problematik der Energieversorgung bewusst.

Beantwortung der Fragestellungen

Die zusammenfassende Analyse hat gezeigt, dass grundsätzlich davon ausgegangen werden kann, dass das KKW den Schüler*innen bekannt ist. Der Aufbau und das Funktionsprinzip hingegen werden nur lückenhaft und mit einigen wenigen Fachbegriffen beschrieben. Des Weiteren haben

die Ergebnisse individuelle Unterschiede zwischen den einzelnen Vorstellungen der Schüler*innen aufgedeckt. Diese reichen von einem groben Verständnis für das KKW bis hin zu einem unbekanntem Konstrukt/Phänomen von Seiten der Schüler*innen. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stützen die Erkenntnisse aus der vorangegangenen Hauptstudie von Nepper und Gschwendtner (2020b). So zeigt sich, dass die jeweiligen Energiewandlungsprozesse im KKW noch weniger verstanden werden als in der Hauptstudie. Und auch die verbalisierten Beschreibungen und Erklärungen sind sehr alltagsnah und durch deutliche Abweichungen von den entsprechenden Fachtermini gekennzeichnet. Letztendlich konnte bestätigt werden, dass fachwissenschaftlich unvollständige und oftmals falsche Vorstellungen bei den Schüler*innen vorherrschen, diese sich aber individuell unterscheiden können.

DISKUSSION UND AUSBLICK

In dieser Replikationsstudie diente eine ergänzende Strukturlegemethode dazu, einen weiteren Zugang zu Präkonzepten von Schüler*innen zu erhalten. Dabei wurde untersucht, ob ein schrittweises Hinzufügen von Begriffen das Verständnis des Aufbaus und des Funktionsprinzips eines KKW erleichtert. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass diese Methode in Bezug auf das Energiekonzept nicht effektiv ist. Nur gelegentlich konnten Schwierigkeiten beim Erklären des Energiewandlungsprozesses durch die Auswahl geeigneter KK behoben werden. Trotzdem zeigte sich, dass bestimmte Begriffe wie Turbine oder Hochspannungsleitung zu weiteren Erklärungen der Schüler*innen führten. Zukünftige Studien sollten die Verwendung und Anpassung der verwendeten Begriffe überdenken. Außerdem könnte eine Veränderung in der Verwendung von Bildmaterial in Erwägung gezogen werden, da das in dieser Studie verwendete KKW-Bild als unpassend empfunden wurde. So haben sich die Schüler*innen zu stark auf den Rauch und die Schornsteine konzentriert. Wie bereits in der Studie von Nepper und Gschwendtner (2020b) festgestellt, sind auch in dieser Untersuchung die Probleme und Herausforderungen im Verständnis physikalisch-technischer Grundlagen relevant. Es ist daher notwendig, weitere Forschungen zu unternehmen, um die Präkonzepte besser zu verstehen und in den Unterricht sinnvoll integrieren zu können. Dies kann durch die Bereitstellung zusätzlicher Lernmöglichkeiten in der Lehrkräfteausbildung und im TU sowie die Anwendung verschiedener Lehrmethoden erreicht werden. Es bleibt jedoch unklar, wie die Umsetzung in der pädagogischen und fachdidaktischen Praxis am besten erfolgen kann. Eine mögliche Lösung könnte darin bestehen, didaktische Ansätze wie den Conceptual Change, die didaktische Rekonstruktion und die Phänomenographie mit technikspezifischen Methoden zu verknüpfen. Weitere Methoden zur Diagnose und Weiterentwicklung der Schüler*innenvorstellungen sind der Concept Cartoon (Feige & Lembens, 2020) und der Einsatz von Unterrichtsvignetten (Wolf & Nepper, 2021). Das Forschungsinteresse besteht also darin, Erhebungen im realen Unterricht durchzuführen, um zu untersuchen, ob Lehrkräf-

te technische Artefakte und Prozesse besser verstehen, wenn sie sich auf ihren Unterricht vorbereitet haben. Es sollen auch Fragen zur Kontextualisierung und Unterrichtsgestaltung, zur Manifestation von Schüler*innenvorstellungen im Unterricht, zur Reaktion der Lehrkräfte auf Präkonzepte und zur Unterstützung der Lernprozesse der Schüler*innen beantwortet werden. Dafür bietet dieser Beitrag trotz der begrenzten Stichprobe eine Grundlage für zukünftige Forschungsarbeiten.

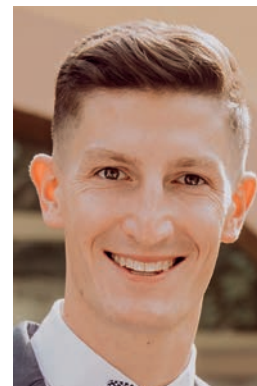
Autoreninformation

Nils Heyden, M.Ed.

studierte zunächst Sportwissenschaften (B.A.) an der Universität Stuttgart. Er befindet sich aktuell im Vorbereitungsdienst der Sekundarstufe 1 mit abgeschlossenem Masterstudium mit den Fächern Technik und Sport an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg.

E-Mail:

nilsheyden@googlemail.com



Literaturverzeichnis

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Block, D., Ernst, A., Faller, S., Karger, A.-C., Machon, W., Meckbach, M., Moussaoui, M., Renner, S., Ritter, R., & Rothenhäusler, A. (2017). *PRISMA Technik 7 – 10*. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- Bogner, A., Littig, B., & Menz, W. (2014). *Interviews mit Experten. Eine Praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Burger, J. (2001). *Schülervorstellungen zu "Energie im biologischen Kontext": Ermittlung, Analysen und Schlussfolgerungen*. Bielefeld: Bielefeld Universität.
- Ditton, H. (2002). Unterrichtsqualität. Konzeptionen, methodische Überlegungen und Perspektiven. *Unterrichtswissenschaft*, 30(3), 197-212. Abruf unter <https://doi.org/10.25656/01:7685>
- Dresing, T., & Pehl, T. (2015). *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende (6. Aufl.)*. Eigenverlag.
- Duit, R. (2002). Alltagsvorstellungen und Physiklernen. In E. Kircher & W. Schneider (Hrsg.), *Physikdidaktik in der Praxis* (S. 1-26). Berlin: Springer.
- Duit, R. (2006). Schülervorstellungen und Lernen von Physik. Forschungsergebnisse und die Realität in der Unterrichtspraxis. In R. Girwidz, C. von Rhöneck (Hrsg.), *Lernen im Physikunterricht. Festschrift für Prof. Dr. Christoph von Rhöneck (Didaktik in Forschung und Praxis, 29, S. 13-22)*. Hamburg: Kovac.
- Duit, R. (2009). Bibliography - Students' Alternative Frameworks and Science Education (STCSE). *Students' and Teachers' Conceptions and Science Education*. Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften: Universität Kiel. Abruf unter <https://archiv.ipn.uni-kiel.de/stcse/>
- Feige, E.-A. & Lembens, A. (2020). Concept Cartoons im naturwissenschaftlichen Unterricht. *MNU-Journal*, 73(5), 370-376. Abruf unter <https://www.researchgate.net/publication/344351250>
- Gläser, J., & Laudel, G. (2010). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse (4. Aufl.)*. Wiesbaden: Springer VS.
- Greulich, W., & Kilian, U. (1999). *Lexikon der Physik in sechs Bänden. (De bis Gy, Band 2)*. Heidelberg: Spektrum.
- Grünwald, R. (2008). *Treibhausgas – ab in die Versenkung? Möglichkeiten und Risiken der Abscheidung von Lagerung von CO₂*. Berlin: edition Sigma. Abruf unter <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000102271/119782232>
- Heuck, K., Dettmann, K.-D., & Schulz, D. (2013). *Elektrische Energieversorgung (9., aktualisierte und korrigierte Aufl.)*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Hewitt, P. G. (2015). *Conceptual physics (12. Aufl.)*. Boston; München: Pearson.
- KM [Ministerium für Kultus, Jugend und Sport] (2016) (Hrsg.). *Bildungsplan 2016. Technik Wahlpflichtfach*. Stuttgart: KM.
- Nepper, H. H., Eisenhardt, M., Gschwendtner, T. & Schaal, S. (2017). *Kumulatives Lernen physikalischer Grundkonzepte: Klärung fachdidaktische relevanter Inhalte mittels einer mehrstufiger Delphi-Studie*. 5. Tagung der Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung. Heidelberg. Abruf unter <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.19664.30728>

- Nepper, H. H., & Gschwendtner, T. (2020a). „Vom Treten der Pedale zur Bewegung der Räder“ – Pilotstudie zur Identifizierung von Schüler- und Lehrervorstellungen zum Aufbau und zur Funktionsweise eines Fahrradgetriebes. In Geißel, B. & Gschwendtner, T. (Hrsg.), *Einblicke in aktuelle Forschungsarbeiten der Technikdidaktik* (Beiträge zur Technikdidaktik, Bd. 6, 91-107). Berlin: Logos.
- Nepper, H. H., & Gschwendtner, T. (2020b). Schüler- und Lehrervorstellungen zu ausgewählten technischen Grundlagen der Mechanik und Energieversorgung. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 8(1), 76-98. Abruf unter <https://doi.org/10.48513/joted.v8i1.176>
- Schlagenhauf, W., & Wiesmüller, C. (2018). *Anliegen und Grundzüge Allgemeiner Technischer Bildung. Grundsatzpapier Nr. 1*. Berlin: DGTB.
- Volkmer, M. (November, 2013). Kernenergie Basiswissen. Kernenergie im Dialog. Abruf unter https://www.kernfachleute.ch/images/stories/sgk_fakten/018basiswissen.pdf
- Wiesner, H., Schecker, H., & Hopf, M. (2013). *Physikdidaktik kompakt*. Hallbergmoos: Aulis.
- Wolf, F., & Nepper, H. H. (2021). Wie hält man ein Haus im Winter warm und im Sommer kühl? Explorative Erfassung vorunterrichtlicher Vorstellungen zum Themenbereich Bauen und Wohnen. *heiEDUCATION Journal*, 7, 121-142. Abruf unter <https://doi.org/10.17885/heiup.heied.2021.7.24442>
- Zinn, B. (2013). Überzeugungen zu Wissen und Wissenserwerb von Auszubildenden. Empirische Untersuchungen zu den epistemologischen Überzeugungen Lernender (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Bd. 86). Münster: Waxmann.

Das KI-Meta-Modell

Handlungsleitende Strukturen für den Umgang mit künstlicher Intelligenz im Bildungsbereich

Daniel Autenrieth und Stefanie Nickel

SCHLAGWORTE

KI
Interdisziplinär
Gesellschaft

ABSTRACT

Während ihres gesamten Lebenszyklus, von der initialen Datensammlung über die Phasen der Modellierung bis hin zu ihrer weitreichenden Implementierung im täglichen Leben, ist künstliche Intelligenz (KI) fest in einem soziotechnologischen Kontext verankert. Dieser Kontext stellt sich nicht bloß als passiver Akteur dar, der sich bedingungslos den Anforderungen der KI unterwirft. Stattdessen prägen Data Scientists, Bürger*innen, Wirtschaftsunternehmen, Bildungseinrichtungen, staatliche Institutionen sowie NGOs durch ihre spezifischen Rollen und Kompetenzen die Modalitäten, wie und in welchem Maße KI realisiert und angewendet wird. Die Evolution künstlicher Intelligenz findet dabei nicht außerhalb eines rechtlichen Rahmens statt. Gesetzliche, ökonomische und soziale Konstrukte definieren einen normativen gesellschaftlichen Rahmen, innerhalb dessen KI operiert. Die Ausformung dieses Rahmens und die resultierenden Implikationen für die technologische Fortentwicklung sind handlungsleitend für diesen Beitrag.

THEORETISCHE AUSGANGSLAGE: DOING KI UND INTERDISZIPLINARITÄT

Ausgangspunkt für das später noch genauer zu beschreibende Projekt Doing KI waren Beobachtungen aus einem Seminar an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd. Studierende haben sich im Dezember 2022 gefilmt, während sie erstmals ChatGPT verwendet haben. Das Ergebnis ist interessant u.a. bezogen auf die Aussagen von Studierenden, die im Rahmen ihrer Ausführungen zu und über ChatGPT die dahinterliegende Technik personalisieren und auf diese Weise anthropomorphisieren. Dies greift ein gesellschaftlich thematisiertes Narrativ auf, welches sich in diversen Filmen zu und über Künstliche Intelligenz zeigt (z.B. AI, Her, Der 200 Jahre Mann, Terminator, ...). Eine Vermenschlichung von Technik geht allerdings auch einher mit Fragen nach dem Sein, Bewusstsein, der Subjektzuschreibung (Rath et al., 2019) sowie den vielfältigen Definitionen von Leben und Intelligenz¹. In diesem Kontext können die philosophischen Grundfragen nach Kant (1968) berücksichtigt und weiterentwickelt werden:

1. Was kann ich wissen?
Möglichkeiten des Wissens (von Mensch und Maschine) und dessen, was tatsächlich erfahrbar und erkennbar ist
2. Was soll ich tun?
Grundlagen moralischer Urteile

3. Was darf ich hoffen?
Möglichkeiten und Grenzen des Wunsches eines Subjekts, was es von sich selbst und der Welt erwarten kann.
4. Was ist der Mensch?
Ein Brennglas der anderen Fragen

Auf die Zukunft gerichtet sind dies gesellschaftlich relevante Fragen, denn es geht darum, wie wir leben wollen. Mit Blick auf Hannah Arendt (2018) lässt sich sagen, dass der Mensch jene Bedingungen selbst gestaltet, in denen er oder sie lebt.

“The tale of our own future with AI: How would you like it to play out? Leaving aside speculations about superhuman AI, how would you like our tale to begin? How do you want AI to impact jobs, laws and weapons in the coming decade? Looking further ahead, how would you write the ending? This tale is one of truly cosmic proportions, for it involves nothing short of the ultimate future of life in our Universe. And it’s a tale for us to write” (Tegmark, 2017, S. 21).

Wir stimmen mit Mark Tegmark überein und unterstreichen die Bedeutung für den Bildungskontext, sich jetzt u.a. mit Blick auf die benannten philosophischen Grundfragen damit auseinanderzusetzen und zu überlegen, wie sich das Leben mit künstlicher Intelligenz abspielen könnte und sollte. Insofern bezieht sich das Konzept Doing KI unserer Ansicht nach darauf, dass Menschen durch ihre Handlungen und Interaktionen aktiv zur Gestaltung künstlicher Intelligenz beitragen.

PROBLEMSTELLUNG POTENZIALE VON KÜNSTLICHER INTELLIGENZ FÜR BILDUNGSPROZESSE

Dem sozialen Konstruktivismus zufolge finden soziale Prozesse durch Zusammenarbeit statt, indem Menschen unter-

¹ Die KI-Forscher Bubeck et al. (2023) gehen in ihrem Beitrag „Sparks of AGI“ der Frage nach, inwieweit aktuelle Sprachmodelle als Vorboten einer Artificial General Intelligence (AGI) angesehen werden können. Sie argumentieren, dass insbesondere GPT-4, mit seinen Fähigkeiten in einer Vielzahl von Domänen, einen bedeutenden Schritt in Richtung AGI darstellt und reflektieren über die gesellschaftlichen Auswirkungen und zukünftige Forschungsrichtungen dieser Entwicklungen.

einander ihr gemeinsam geteiltes Wissen über einen Sachgegenstand ko-konstruieren (intersubjektive Erkenntnis). Das heißt, Ideen, Visionen und Konzepte zur Erklärung von Welt und Gestaltung einer humanen, demokratischen Gesellschaft werden ausgetauscht, diskutiert und verändert (Berger & Luckmann, 1999). Mit anderen Worten: Der Mut zur Veränderung, zur Innovation und Kreativität basiert darauf, Neues zu wagen, indem das Bezeichnete (→ hier: KI) aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet wird. Interdisziplinarität ermöglicht diese Form des divergenten Denkens (Robinson, 2017) und somit auch die Betrachtung aus verschiedenen Blickwinkeln. So wird aus der Summe der Teile ein Ganzes, indem Denkweisen, Begriffe, Methoden und Ansätze zum gemeinsam geteilten Wissen werden. Innehalten und stehen bleiben ist somit nicht gleich Stillstand, sondern vielmehr das Eintauchen in das, was ist und sein kann. Auf diese Weise entstehen Handlungs- und Möglichkeitsräume und damit auch neue Zukunftsvisionen, Utopien zu der vor uns liegenden Zeit. Mit anderen Worten: Es geht darum, die Potentiale von künstlicher Intelligenz für Bildungsprozesse zu nutzen und gleichermaßen Menschen dazu zu befähigen, ihre Lebensumstände selbstbestimmt zu verbessern und die eigene wie auch die gesellschaftliche Zukunft mitzugestalten (→ Partizipation).

Das Aneignen von Wissen, d.h. der Lehr- und Lernprozess mit, über und durch KI geht über das Übertragen

von Wissen hinaus. Das heißt, es geht um das bewusste Hinterfragen und Reflektieren von gesellschaftlichen Bedingungen mit dem Ziel des eigenständigen Gestaltens von Lehr- und Lernprozessen sowie einem dementsprechenden Menschenbild. So lässt sich sagen: Es geht um das Überwinden von Abhängigkeiten und das Freisetzen von nicht-manipuliertem, mündigem Handeln. Mit Fokus auf eine Kultur der Digitalität, die als Kultur der Partizipation (Stalder, 2019; Autenrieth & Nickel, 2022) verstanden und mitgestaltet werden kann und sollte, geht es also im sozial-konstruktivistischen Sinne (Reich, 2006) darum, Möglichkeitsräume zur Partizipation und zukunftsfähigen Veränderung zu schaffen. Eine an prozess- und differenzierungsorientierter (Medien-)Bildung sowie Lehre zielt auf Kreativität, divergentes Denken, Kollaboration und Kommunikation ab. Auf diese Weise können soziale, personale und fachliche Kompetenzen gestärkt werden. Der ganzheitliche Blick auf Gegenstände des digitalen Wandels mit Fokus auf das Zusammenspiel von Mitgestaltung, Mitsprache und Mitbestimmung (→ Partizipation) trägt unserer Ansicht nach zu einer domänenspezifischen Erforschung einer kulturellen Transformationsdynamik der Digitalisierung und ihre Bedeutung für die Befähigung von Bildungssubjekten zur Gestaltung von Bildungsangeboten mit Künstlicher Intelligenz bei. Wir gehen in den nächsten Abschnitten darauf ein, wie dies aussehen könnte und stellen ein Handlungsmodell vor.

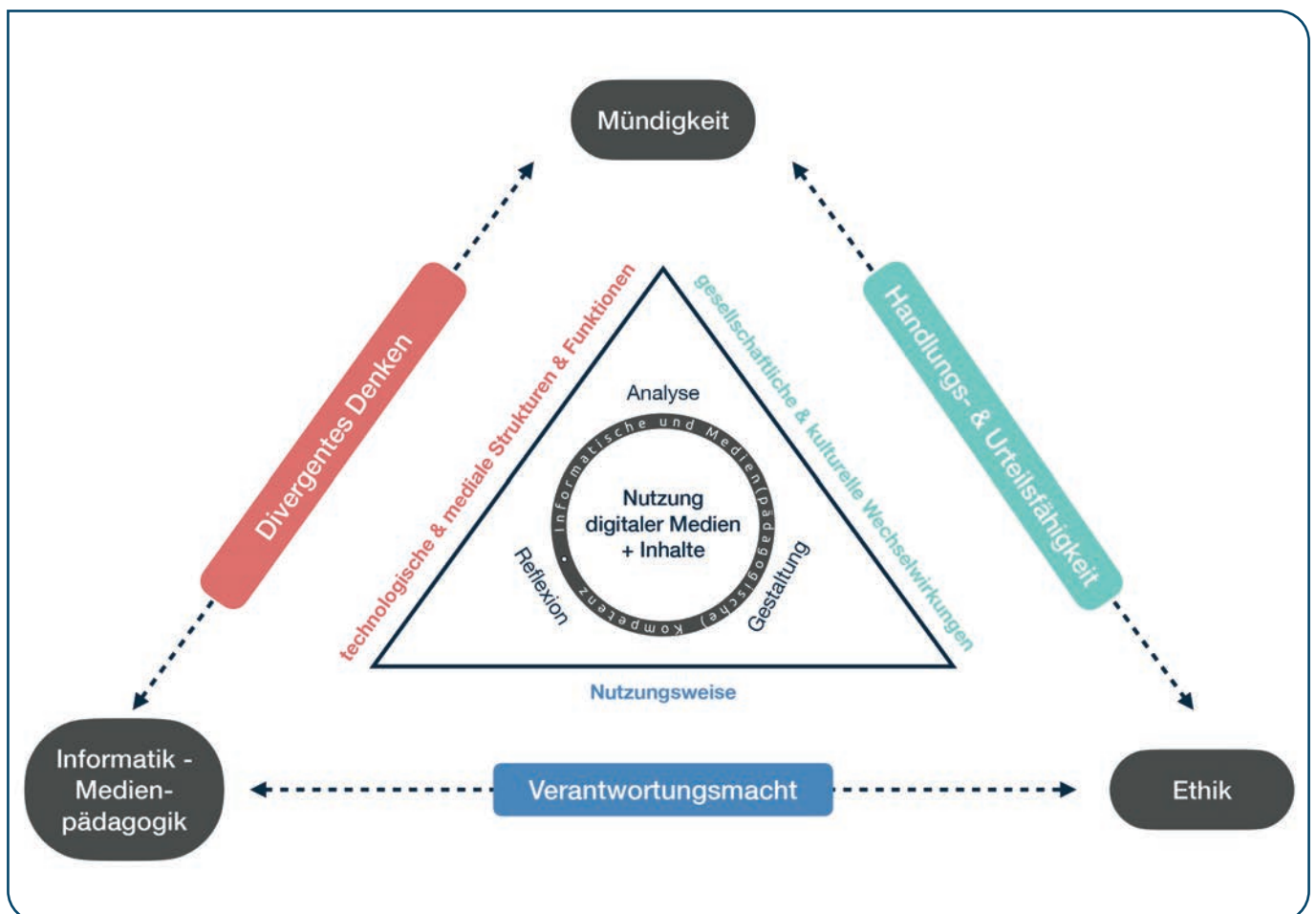


Abbildung 1: Das KI-Meta-Modell (eigene Darstellung)

DAS KI-META-MODELL ALS HANDLUNGSLEITENDE STRUKTUR IM UMGANG MIT KI

Eine Analyse, durchgeführt von und mit Daten zweier führender Webanalyse-Toolentwickler (Datos & SparkToro) betrachtet u.a. die Verteilung von Anfragen an ChatGPT von September 2022 bis Juli 2023 (Fishkin, 2023). Auf Basis von anonymisierten Daten von 20 Millionen Geräten aus über 200 Ländern konnte gezeigt werden, dass ca. 25% aller Anfragen an ChatGPT einen Bildungszusammenhang aufweisen (ebd.). "But not just primary or secondary education. Personal knowledge or interest pursuits and professional knowledge for work purposes are both included here as well." (ebd.) Nur beim Thema Programmierung gibt es noch mehr Anfragen, der Anteil liegt bei ca. 30%. Vor dem Hintergrund der dargelegten Daten, insbesondere der signifikanten Zahl, die einen Bildungszusammenhang mit ChatGPT aufzeigt, ergibt sich die Notwendigkeit, künstliche Intelligenz multiperspektivisch zu betrachten und strukturierte Handlungsansätze für den Bildungsbereich zu erarbeiten. Es handelt sich hierbei um eine interdisziplinäre Herausforderung, die sowohl technische als auch ethische, gesellschaftliche und kulturelle Dimensionen umfasst.

Ausgehend von dem bereits mit dem Frankfurt-Dreieck (Brinda et al., 2019) kommunizierten Verständnis einer multiperspektivischen Betrachtung von Phänomenen der digital-vernetzten Welt sollte auch künstliche Intelligenz zum einen aus analytischen, reflexiven sowie gestaltungsorientierten Perspektiven betrachtet werden, um die Potenziale sowie Risiken der Nutzung abzuwägen. Gleichzeitig gilt es, den Blick sowohl auf die Fragen der Nutzungsweisen, der technischen Funktionsweisen sowie der Implikationen für gesellschaftliche sowie kulturelle Auswirkungen durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz zu richten. Um die Grundgedanken des Frankfurt-Dreiecks zu erweitern, soll auf einer Metaebene künstliche Intelligenz sowie die Prozesse maschinellen Lernens insbesondere unter den Gesichtspunkten ethischer Fragestellungen im Zusammenhang mit der Nutzung sowie der Entwicklung von Software in den Fokus gerückt werden. Hier besteht eine Verantwortungsmacht, die z.B. mit der Auswahl grundlegender Verhaltensprinzipien einhergeht, aber auch mit der Entwicklung eines Bewusstseins für die Reduktion von Biases im Kontext der Sammlung und Verwendung von Datensets. Es besteht ebenfalls eine zu untersuchende Wechselwirkung zwischen ethischen Implikationen und der eigenen kritisch-reflexiven Handlungs- und Urteilsfähigkeit, die mit der Nutzung von KI-Systemen einhergeht, egal ob dabei Inhalte (z.B. Bilder und Videos) erstellt werden, Antworten in Form von Texten gegeben oder Fahrentscheidungen (autonomes Fahren) vorgenommen werden. Dies schließt die Entwicklung und den Anspruch an erklärbare KI (Holzinger, 2018) sowie ethischen, rechtlichen und sozialen Fragestellungen der z.B. bereits in der Bioethik, Genetik und Nanotechnologie gebräuchlichen ELSA-Kriterien (Ethical, Legal and Social Aspects) mit ein.

Abschließend besteht aber auch eine Wechselwirkung zwischen dem informatischen Denken und der kritisch-reflexiven Auseinandersetzung damit. Obwohl die Ausdruckssprache der Informatik in der Regel mathematisch oder

abstrakt codiert ist, sind zentrale Fähigkeiten in diesem Zusammenhang die Fähigkeit, Probleme zu zerlegen und abstrakt zu denken. Erst am Ende steht in diesem Kontext ein Prozess der Algorithmisierung. Durch die Verwendung von Large Language Models (LLM) wie GPT, die die sprachlichen Codierungshürden der Informatik überwinden, können die Potenziale für divergentes und kreatives Denken zur Lösung von Problemen durch Methoden der Informatik (Computational Thinking; Wing, 2006) stärker betont werden.

PRAXISBEISPIEL: ANWENDUNG DES MODELLS IM PROJEKT DOING KI - ZUKUNFT GEMEINSAM GESTALTEN

Aufbauend auf Erfahrungen aus dem weiter oben benannten Masterseminar im Wintersemester 2022/23, in welchem Studierende des Grundschullehramts erstmals Kontakt zu einem LLM hatten, gingen wir zum Sommersemester 2023 im Rahmen einer Vorstudie des Projekts Doing-KI der Frage nach, wie die Zukunft der Bildung, auch mit Blick auf ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit, gestaltet sein soll, wenn sie von künstlicher Intelligenz geprägt sein wird. Die Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, das Verständnis und die Kompetenzen im Bereich KI im Bildungskontext weiterzuentwickeln. Dabei versuchen wir folgende Forschungsfragen zu beantworten:

- Blick auf Strukturen: Wie kann KI effektiv als Coach im Bildungsbereich eingesetzt werden? Und wie sind entsprechende (digitale) Lernumgebungen mit KI gestaltbar?
- Blick auf Subjekte: Welche Kompetenzen und Fähigkeiten sind erforderlich, um KI-basierte Lernumgebungen zu gestalten und mit diesen umzugehen?
- Blick auf Herausforderungen und Möglichkeiten: Wie können innovative Ideen und Visionen bezüglich KI im Bildungsbereich gefördert werden?

METHODIK, VORGEHENSWEISE UND ERSTE FORSCHUNGSEINBLICKE

Das Vorhaben wird in drei Phasen unterteilt, in denen verschiedene Aspekte der Forschungsfragen untersucht werden. Die Phasen umfassen die Exploration, Entwicklung vielfältiger Zukunftsbilder und Formulierung von Strategien zur Entwicklung und dem Umgang mit KI im Bildungsbereich:

1. Exploration

- Auseinandersetzung mit Präkonzepten zu KI z.B. anhand von Science-Fiction-Narrativen.
- Multiperspektivische Auseinandersetzung mit KI mit Blick auf Nutzungsweisen, gesellschaftlichen und kulturellen Wechselwirkungen, insbesondere ethisch-normativen Fragestellungen sowie mit technologisch-medialen Strukturen.
- Untersuchung der Einstellungen und Meinungen von Lehramtsstudierenden bezüglich KI.

- Erste Kontakte mit Large Language Models und anderen generativen sowie analytischen Modellen.

Studierende haben sich mit verschiedenen KI-Narrativen auseinandergesetzt, anhand eines Online-Kurses² technische und anwendungsbezogene Konzepte von Large Language Models bearbeitet und sich mit ethischen Fragestellungen zum Umgang mit künstlicher Intelligenz beschäftigt. Dieser Prozess wurde in Forschungstagebüchern der Studierenden festgehalten. Das folgende Beispiel steht stellvertretend für die Reflexion, die entlang dieser Explorationsphase stattfand:

“KI ist für mich bisweilen ein etwas besorgniserregendes Thema. Die Vorstellung aus Scifi-Filmen, dass künstliche Intelligenz sich verselbstständigen könnte und für die Menschen unkontrollierbar wird, halte ich nicht für komplett abwegig, auch wenn man vielleicht vor wenigen Jahrzehnten noch dachte, so etwas sei realitätsfern und nur in Filmen möglich. Ich habe mich nicht gründlich genug mit KI auseinandergesetzt, um beurteilen zu können, inwiefern Menschen, die sich mit KI beschäftigen, bereits daran arbeiten – aber für mich stellt es schon eine Gefahr dar, dass Maschinen über ein unendliches Lernpotenzial verfügen, jedoch keine innewohnende Moral besitzen. Ich bin gespannt, mich mehr damit auseinanderzusetzen, da es schon ein zentrales Thema unserer heutigen Zeit ist und immer mehr wird.

Nach weiterer Beschäftigung finde ich es interessant,

- 2 Kostenloser Onlinekurs zum Thema KI und Schule am Beispiel von ChatGPT: <https://fluxwerkstatt.de/kurse/ki-kurs>

wie Menschen mit KI zusammenarbeiten können und KI ihnen Arbeit abnehmen kann. Das kann dazu führen, dass die Arbeit von Menschen insgesamt effizienter wird, da ein großer Teil mühevoller Arbeit von der KI erledigt werden kann und diese Mühe dann in darüber hinausgehende Aufgaben investiert werden kann. Interessant finde ich auch, wie KI, insbesondere ChatGPT, mit Wahrscheinlichkeiten arbeitet und dabei Ergebnisse erbringt, die es so aussehen lassen, als hätte die KI eine gewisse Empathiefähigkeit, obwohl es dieser der Maschine natürlich mangelt. Von besonderer Relevanz für meinen weiteren beruflichen Weg ist KI auch für die Unterrichtsplanung. Der Aspekt begegnete mir neu und ich bin gespannt, wie praktisch sich KI in dem Zusammenhang erweisen wird. Mir wurde bei der weiteren Auseinandersetzung auch bewusst, dass die Debatte über die Moral von KI, zu welcher ich mir eingangs Gedanken gemacht hatte, bereits von Wissenschaftlern (wahrscheinlich weitreichend) diskutiert wird.” (Studierende des Projekts-seminars)

2. Entwicklung von Zukunftsbildern und deren Visualisierung in Form von Kurzfilmen

“Despair is the state we fall into when our imagination fails. When we have no stories that describe the present and guide the future, hope evaporates. Political failure is, in essence, a failure of imagination” (Monbiot, 2017)

Dieses Zitat macht die Bedeutung eines Nachdenkens über

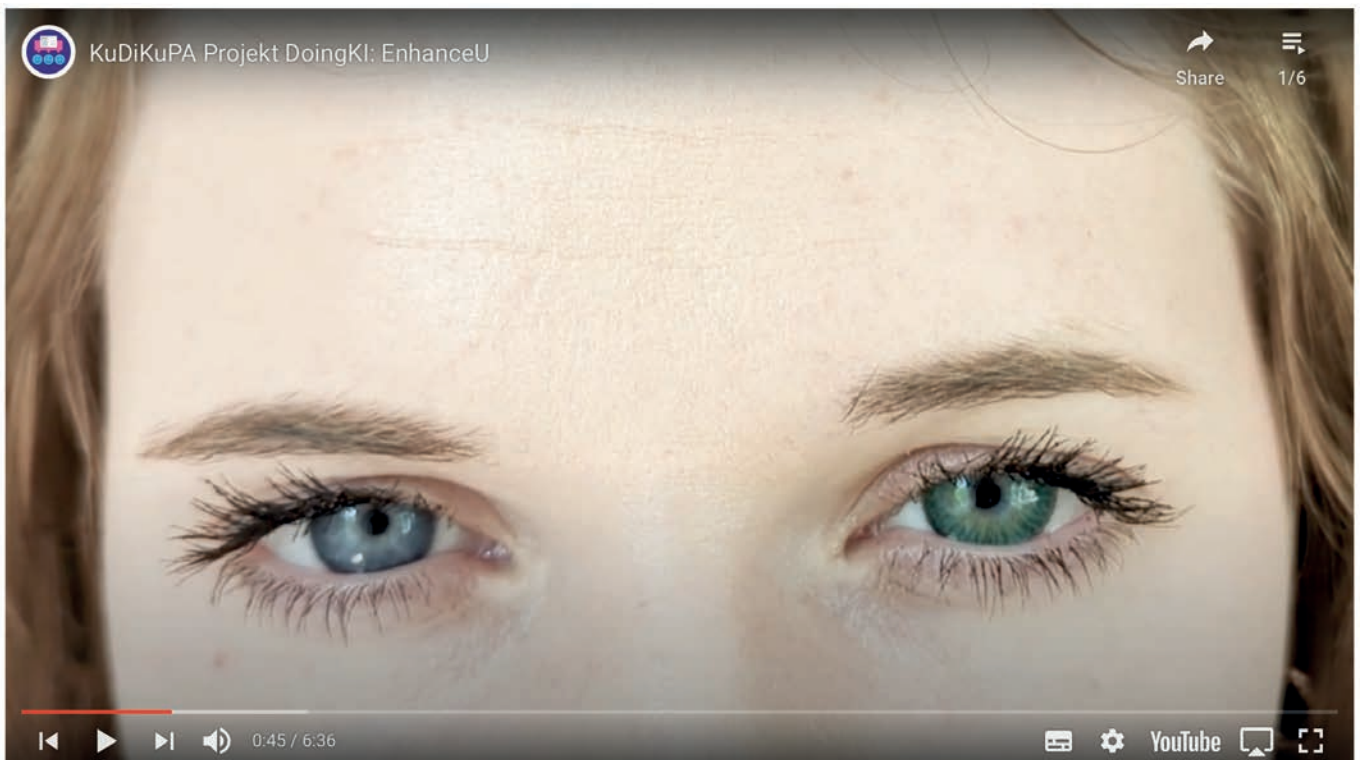


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Kurzfilm EnhanceU einer Studierendengruppe

die Zukunft deutlich. Als Menschen bewegen wir uns linear durch die Zeit. Wir können zurückblicken auf eine bestimmte Vergangenheit, wir können unsere Handlungen reflektieren, aus Vergangenen lernen und unser Tun entsprechend anpassen. Auf dieser Basis treffen wir Annahmen und machen Pläne für "die Zukunft". Betrachten wir die Zukunft allerdings als die eine, bestimmte Zukunft, so wie wir auch auf die Vergangenheit als die eine, bestimmte, bereits geschehene Vergangenheit blicken, dann würde "die Zukunft" im Singular nur eine mögliche, ebenfalls singuläre Gestalt haben. Diese Vorstellung einer Zukunft im Singular greift allerdings zu kurz. Welche Zukünfte sind denkbar? Was bringen diese Zukünfte mit sich? Wie können diese Zukünfte verstehbar und erlebbar gemacht werden? Dies sind erste wichtige Fragen zur Entwicklung von Zukunftsbildern. Im pädagogischen Kontext halten wir vor allem zwei Gestaltungsabsichten für zentral:

- Wie können wir durch Spekulation und „what-if“-Fragen mögliche und wünschenswerte Zukünfte aufzeigen und diskutierbar machen?
- Formulierung von Kritik in Form einer normativen Auseinandersetzung mit Themen mit dem Ziel der Entwicklung dystopischer Szenarien und Narrativen. Dabei geht es um das Durchdenken und Ausgestalten möglicher negativer Zukünfte und um abstrakte Konzepte für Individuen, aber auch im politischen Kontext diskutierbar zu machen.

In diesem Sinn haben die Studierenden des Projektseminars Kurzfilme produziert, die sich mit verschiedenen Zukunftsbildern im Kontext von KI auseinandersetzen.

Alle entstandenen Filme wurden im Juli 2023 im Rahmen des Symposiums "Doing KI: Visionen und Strategien für eine KI-geprägte Zukunft" vorgestellt und mit ca. 80 Interessierten aus Deutschland, Österreich, der Schweiz und Italien diskutiert. Das Symposium bot viele Impulse und Gelegenheiten zum Austausch zwischen Gästen aus Wissenschaft und Praxis. Alle Kurzfilme, Impulsebeiträge sowie eine Podiumsdiskussion können unter <https://kudikupa.de/symposium-doingki/> abgerufen werden.

3. FORMULIERUNG VON STRATEGIEN (FOLGT IM WEITEREN PROJEKTVERLAUF)

Im nächsten Schritt wird es nun um die Entwicklung von Konzepten z.B. für den Einsatz von KI als Coach im Bildungskontext gehen. Wir wollen betrachten, inwiefern durch die Nutzung von KI ein Digital Skills Gap bzw. Second Level digital Divide abgebaut werden kann, sowie daraus konkrete Handlungsempfehlungen für Schule und Unterricht abzuleiten und diese in der Praxis zu evaluieren.

FAZIT UND AUSBLICK

Entsprechend eines Handlungsmodells zur Zukunftsgestaltung (Autenrieth & Nickel, 2023) haben wir die Phasen der Exploration, die Entwicklung vielfältiger Zukunftsbilder sowie die Formulierung von Strategien zur Entwicklung und dem Umgang von und mit künstlicher Intelligenz im Bildungsbereich betrachtet. Dies kann mit Blick auf die

gesellschaftlichen Zusammenhänge zwischen Analyse, Gestaltung und Reflexion im Bildungskontext sowie Ethik, Informatik und Mündigkeit auf einer Meta-Ebene nur in einem interdisziplinären Kontext erfolgen, sodass diese sowohl in den Phasen der Exploration und der Entwicklung von strategischen (what-if) als auch kritisch-dystopischen Zukunftsbildern einbezogen werden. Auf Basis der eingangs gestellten Frage wurden entsprechende Zukunftsszenarien und Utopien/Dystopien entwickelt.

Erste Einblicke in das Forschungsmaterial deuten jedoch auf ein sehr basales Verständnis von künstlicher Intelligenz unter Lehramtsstudierenden hin. Die Vorerfahrungen zeigen eine weniger durch Theorie fundierte, sondern vielmehr narrativ geprägte Perspektive. Trotz einer theoretischen Auseinandersetzung verbleiben die Zukunftsbilder (dargestellt durch das Filmmaterial) stark an gegenwartsbezogenen technischen Gegebenheiten der Nutzung von KI, z.B. in der Verwendung von Gesundheitstrackern (z.B. Erkennung von Arrhythmien siehe dazu z.B. Friedrich et al., 2021) oder der Muster- und Bilderkennung zur Anwendung eines Sozialpunktesystems (z.B. in China siehe dazu z.B. <https://total-trust.org/>). Gleiches gilt für die ethische und handlungsorientierte Auseinandersetzung mit Blick auf den Einsatz von KI im Bildungswesen. Hier sehen wir Potenzial für eine tiefere Auseinandersetzung mit Blick auf den Bildungskontext. Künstliche Intelligenz bietet die Chance für einen Lehr- und Lernkulturwandel - um mehr Zeit für Beziehungsarbeit, für Potenzialentfaltung und die Interessen der Schüler*innen zu haben.

Denn LLMs wie GPT machen innovative Lehr- und Lernkonzepte wie Flipped Classroom (Weidlich & Spannagel, 2014) deutlich einfacher. Schüler*innen, die nicht weiterkommen, Unterstützung benötigen oder einfach nur Gedanken mit einem Experten austauschen wollen, haben mit KI einen universellen Ansprechpartner. Voraussetzung für einen solchen Austausch ist, dass KI in schulischen Lehr-Lern-Prozessen verwendet und reflektiert wird und Schüler*innen lernen, die KI-generierten Informationen kritisch-reflexiv zu bewerten. Durch die Anbahnung entsprechender informatischer Kompetenzen und Medienkompetenzen, z.B. über Projekte, können sich Kinder und Jugendliche mit dieser Form der selbstständigen Arbeitsweise vertraut machen. So kann die Lehrkraft als Coach oder Mentor*in fungieren, welche die Schüler*innen individuell unterstützt und gezielt auf deren Bedürfnisse eingeht. Das Erstellen von Konzepten für dementsprechende (digitale) Lernumgebungen ist das Ziel des hier vorgestellten Projekts, inklusive der daran anschließenden Forschung.

*Autoreninformation***Daniel Autenrieth**

Daniel Autenrieth ist Informatiker und Medienpädagoge mit den Schwerpunkten politisch-kulturelle Medienbildung sowie Gamebased Learning. Mit seinem Unternehmen Autenrieth & Partner berät er Firmen und öffentliche Einrichtungen bei Vorhaben an den Schnittstellen von Bildung und Digitalisierung. Als Geschäftsführer von PulseDataInsight leitet er ein interdisziplinäres Team zur Erforschung und Entwicklung von künstlicher Intelligenz in der Medizin.

*Autorinneninformation***Dr. Stefanie Nickel**

Stefanie Nickel war bis Oktober 2023 Vertretungsprofessorin für Erziehungswissenschaft/Grundschulpädagogik an der PH Schwäbisch Gmünd. Ihr Schwerpunkt ist die Theorie-Praxis-Verknüpfung im Lehramtsstudium auf Basis von entdeckendem Lernen in offen gestalteten Lehr- und Lernsettings unter besonderer Berücksichtigung von Medien-, Demokratie- und Kultureller Bildung.

**Literatur**

- Arendt, H. (2018). *Vita activa oder Vom tätigen Leben*. Ungekürzte Taschenbuchausgabe, 19. Auflage. München, Berlin, Zürich: Piper.
- Autenrieth, D. & Nickel, S. (2022). „KuDiKuPa – Kultur der Digitalität = Kultur der Partizipation?!: Verschränkung von Theorie und Praxis in partizipativ angelegter Hochschullehre durch Gaming und Game Design – ein Praxisbeispiel. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 18 (Ästhetik – Digitalität – Macht), 237-265. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb18/2022.02.26.X>.
- Autenrieth, D. & Nickel, S. (2023). Zukunft lässt sich gestalten. Interdisziplinäre Zugänge zwischen Medienbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung. *Medienimpulse*, 61(2), 1-23. <https://doi.org/10.21243/MI-02-23-16>.
- Berger, P. L. & Luckmann, T. (1999). *Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit: eine Theorie der Wissenssoziologie*. Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch.
- Brinda, T., Brüggem, N., Dietheim, I., Knaus, T., Kommer, S., Kopf, C., Missomelius, P., Leschke, R., Tielmann, F. & Weich, A. (2019). *Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt. Ein interdisziplinäres Modell*. <https://www.keine-bildung-ohne-medien.de/wp-content/uploads/2019/07/Frankfurt-Dreieck-zur-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf>.
- Bubeck, S., Chandrasekaran, V., Eldan, R., Gehrke, J., Horvitz, E., Kamar, E., Lee, P. et al. (2023). Sparks of Artificial General Intelligence: Early experiments with GPT-4. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2303.12712>.
- Fishkin, R. (2023). We Analyzed Millions of ChatGPT User Sessions: Visits Are Down 29% since May, Programming Assistance Is 30% of Use. SparkToro (blog). <https://sparktoro.com/blog/we-analyzed-millions-of-chatgpt-user-sessions-visits-are-down-29-since-may-programming-assistance-is-30-of-use/>
- Friedrich, S., Groß, S., König, I. R., Engelhardt, S., Bahls, M., Heinz, J., Huber, C. et al. (2021). Applications of Artificial Intelligence/Machine Learning Approaches in Cardiovascular Medicine: A Systematic Review with Recommendations. *European Heart Journal - Digital Health* 2(3), 424-436. <https://doi.org/10.1093/ehjdh/ztob054>.
- Kant, I. (1968). *Kants Werke*. Faks.-Ausg. Berlin: W. de Gruyter.
- Monbiot, G. (2017). *Out of the wreckage: a new politics for an age of crisis*. London, New York: Verso.
- Rath, M., Krotz, F. & Karmasin, M. (2019). *Maschinenethik: Normative Grenzen autonomer Systeme. Ethik in mediatisierten Welten*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-21083-0>.
- Reich, K. (2006). *Konstruktivistische Didaktik auf dem Weg, die Didaktik neu zu erfinden*. In R. Voß (Hrsg.), *LernLust und EigenSinn: Systemisch-konstruktivistische Lernwelten*. 2. Aufl (Systematische Pädagogik., S. 179-190). Heidelberg: Carl-Auer.
- Robinson, K. (2017). *Out of our minds: the power of being creative*. Third edition. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons.
- Stalder, F. (2019). *Kultur der Digitalität*. Edition Suhrkamp. Berlin: Suhrkamp.
- Tegmark, M. (2017). *Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence*. London: Allen Lane.

Weidlich, J. & Spannagel, C. (2014). Die Vorbereitungsphase im Flipped Classroom. Vorlesungsvideos versus Aufgaben. In K. Rummler (Hrsg.), Lernräume gestalten – Bildungskontexte vielfältig denken (Medien in der Wissenschaft, 67, S. 363-367). Münster: Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:10105>.

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking“. Communications of the ACM, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.



<https://fluxwerkstatt.de/kurse/ki-kurs>



<https://kudikupa.de/symposium-doingki/>

Leistungsbewertung im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Grundschule

Eine Untersuchung der Leistungsbewertung technischer Artefakte deutschstämmiger und immigrierter Schülerinnen und Schüler

Sarah Schüssler-Hanenberg

SCHLAGWORTE

*Diskriminierung
Leistungsbewertung
Sachunterricht
Migrationshintergrund*

ABSTRACT

Stereotype führen zu verzerrter Wahrnehmung von Menschengruppen. In der Schule kann es so zu Verzerrungen bei der Beurteilung von Schülerleistungen kommen. In dieser Studie wurde der Einfluss eines Migrationshintergrunds auf die Vergabe von Schulnoten durch angehende Lehrkräfte (N = 44) untersucht. Die Probanden bewerteten dieselbe Leistung eines Lernenden mit Migrationshintergrund im Durchschnitt etwas schlechter als die eines Lernenden ohne Migrationshintergrund. Der Unterschied war bei den schlechteren Arbeiten ausgeprägter. Interessanterweise ergaben sich Unterschiede in der Bewertung einzelner Schülernamen, wobei der Name ‚Murat‘ am stärksten benachteiligt wurde. Außerdem wurden Defizite in der Lehrerausbildung aufgezeigt, insbesondere in Bezug auf die Bewertung von technischen Artefakten und die einheitliche Anwendung von Bewertungskriterien. Die Ergebnisse stützen die Annahme, dass angehende Lehrkräfte bei der Benotung von Schülern mit Migrationshintergrund voreingenommen sind und dass sich dies negativ auf die Beurteilung von Schülern mit Migrationshintergrund auswirkt.

Einleitung

Unterschiede in der Benotung von Lernenden mit und ohne Migrationshintergrund werden auf verschiedene Ursachen zurückgeführt. Es wurde nachgewiesen, dass immigrierte Lernende Schwierigkeiten in der Leistungsfähigkeit aufgrund von bspw. Sprachschwierigkeiten oder ungünstigen häuslichen Förderungsbedingungen aufweisen und dementsprechend tatsächlich schlechtere Leistungen erbringen können als Lernende ohne Migrationshintergrund. Zusätzlich haben sie Nachteile, die durch das Bildungssystem oder die Lehrperson verursacht werden. Eine gegenüber Lernenden mit Migrationshintergrund voreingenommene Lehrkraft neigt eher dazu diese schlechter zu bewerten und weniger von ihnen zu erwarten als von Lernenden ohne Migrationshintergrund. In der vorliegenden Querschnittstudie wurde sich für den Vergleich zwischen deutschen und türkischen Lernenden entschieden, da türkische Migranten die größte Migrantengruppe in Deutschland und Baden-Württemberg bilden. Außerdem haben frühere Studien gezeigt, dass diese Gruppe mit den meisten Stereotypen verbunden wird (u.a. Kahraman & Knoblich 2000). Ebenso stellen sie in Bezug auf Benachteiligung in der Schule die wichtigste Gruppe dar.

Da Schulnoten ein wichtiger Faktor für den Bildungserfolg darstellen, die Bewertung von Arbeiten durch Lehrkräfte aber nicht fehlerfrei ist, wurde im Rahmen dieser Studie untersucht, ob es Bewertungsunterschiede zwischen Arbeiten von deutschen und türkischen Lernenden gibt. Es sollte

untersucht werden, ob bei der Bewertung von Lernenden mit Migrationshintergrund bewusste oder unbewusste Stereotype eine Rolle spielen.

Um dies zu klären, wurden Studierende des Grundschullehramts, die den Schwerpunkt Sachunterricht haben, interviewt: ihnen wurden vier Werkstücke (Untersetzer) in zwei verschiedenen Qualitäten gezeigt, welche von ihnen benotet werden sollten. Die Qualität der Lernenden wurde dabei zwischendurch variiert: die Hälfte der Probanden benotete eine gute Leistung eines Schülers, der entweder deutscher oder türkischer Herkunft zu sein schien, die andere Hälfte der Probanden bewertete eine durchschnittliche Leistung, die von einem Schüler, der entweder deutscher oder türkischer Herkunft schien, erbracht worden war. Dies geschah, um die durchschnittliche Leistung eines Artefaktes als Kontrollvariable festzustellen und um daraus Schlüsse auf die Leistungsbewertung einzelner Schüler ziehen zu können. Die Werkstücke wurden im Vorfeld zwei deutschen und zwei türkischen Schülern zugeordnet und ihre Namen mit Alter und Klassenstufe auf den Werkstücken angebracht. Im Anschluss an die Benotung der Werkstücke sollten die Probanden ihre gegebenen Noten anhand der eventuell zur Hilfe genommen Kriterien begründen. Daraus können Schlüsse auf ihr Vorgehen bei der Notenfindung und auf ihre Haltung den Schülern gegenüber gezogen werden. Da nicht direkt nach Vorurteilen oder bekannten Stereotypen gefragt wurde, konnte nur aus dem Gesagten und dem Kontext auf

eventuelle Berücksichtigung dieser bei der Benotung geschlossen werden. Hierbei spielten besonders die Aussagen aus Frage 3 eine Rolle, bei denen die Probanden hypothetische Beispiele aus dem vermeintlichen Fertigungsprozess nannten (z. B. „Wenn jetzt natürlich klar ist, dass, ähm, keine Ahnung, ähm, Murat letztlich überall Hilfe gebraucht hat...“; vgl. Interview 1). Die Untersuchung von Kahraman und Knoblich (2000) und die Beobachtungen von Nickerson (1998) lassen darauf schließen, dass Lehrkräfte ein auf Stereotypen basiertes Bild von türkischstämmigen Lernenden haben und dieses in ihre Bewertung von Arbeiten dieser mit einfließen lassen könnten.

Die Probanden gaben den einzelnen Artefakten Schulnoten (1,00 bis 6,00) und beschrieben anhand der Artefakte die guten bzw. weniger guten Leistungen, die sie ausmachen konnten. Dies sind beides subjektive Herangehensweisen, da die Probanden keinen Kriterienkatalog zur Berücksichtigung hatten und deshalb ihre eigenen Kriterien festlegen konnten. Dadurch sollte herausgefunden werden, ob die Probanden ihre herangezogenen Kriterien für alle Schüler gleich hielten oder ob sich die Kriterien oder ihre Gewichtung für Schüler mit bzw. ohne Migrationshintergrund unterschieden.

BISHERIGE FORSCHUNG

Bisherige Studien haben gezeigt, dass die Lehrkraft eine entscheidende Rolle in der Gestaltung der Bildungsverläufe von Lernenden hat. Neben ihren Entscheidungen über Noten und Förderung und ihren Empfehlungen – die nicht bindend sind – in Bezug auf den Besuch einer weiterführenden Schule, hat die Interaktion mit den Lernenden im Unterricht Auswirkungen auf die Leistung dieser. Jussim und Harber (2005) konnten herausfinden, dass Lehrkräfte unterschwerlich die Lernenden beeinflussen und so selbsterfüllende Prognosen auslösen können. Besonders sind Lernende aus stigmatisierten sozialen Gruppen davon betroffen: die (herabgesetzten) Erwartungen der Lehrkraft an Leistung und Verhalten der Lernenden führen dazu, dass diese die Rolle einnehmen, die die Lehrkraft ihnen zuweist. Lehrkräfte tragen also direkt und indirekt zu Unterschieden zwischen einzelnen Lernenden bei. Außerdem bestätigten Walton und Spencer (2009) in ihrer Studie über das Abschneiden von Lernenden in Tests, dass diejenigen, die durch die Lehrkraft stigmatisiert werden, in Tests besser abschneiden, wenn die Lehrperson nicht die Person ist, die den Test im Nachhinein bewertet.

Lehrkräfte berücksichtigen nicht alle Informationen über einen Lernenden bei der Bewertung, werden aber durchaus durch bekannte Stereotype und Vorurteile, also weitgehend gemeinsame Annahmen in einer Gesellschaft über Merkmale von Mitgliedern einer Gruppe, beeinflusst. Stereotype können bedingen, dass die Lehrkräfte geringere Erwartungen an die Arbeiten der Lernenden mit Migrationshintergrund haben. Dies variiert von Lehrkraft zu Lehrkraft, je nach ihren persönlichen Einstellungen. Kahraman und Knoblich (2000) haben in einer Untersuchung zu kulturellen Stereotypen in Deutschland nachgewiesen, dass Türken im Vergleich zu

Deutschen ohne Migrationshintergrund weniger mit Leistung und Erfolg in Verbindung gebracht werden. Außerdem konnten sie feststellen, dass die Probanden gleich viele Stereotype zu Deutschen und Türken nennen, die Stereotype über Türken aber viel seltener positiv ausfallen. 2015 veröffentlichten Glock et al. ihre Studie, bei der der Einfluss von Stereotypen auf Lehrkräfte untersucht wurde. Wurden den Lehrkräften Informationen über einen immigrierten Lernenden genannt, die gängige Stereotype zu seiner Nationalität, z. B. zum sozioökonomischen Status, bedienten, so ließen sie sich davon bei ihrer Beurteilung dieses Lernenden mehr beeinflussen als Lehrkräfte, denen keine Informationen gegeben wurden. Außerdem konnte aufgezeigt werden, dass dieselben Leistungen in Abhängigkeit verschiedener Merkmale, wie z.B. dem sozioökonomischen Status eines Lernenden, unterschiedliche Bewertungen erhalten können: so wurde in einer Studie von Darley und Gross (1983) nachgewiesen, dass wenn Befragte Informationen über den sozialen Status eines Lernenden hatten, sie die Arbeiten von Kindern mit höheren sozialen Status besser bewerteten, als Befragte, die Arbeiten von Kindern mit vermeintlich geringerem sozialen Status bewerteten (Nickerson 1998, S. 182).

Nickerson (1998) spricht davon, dass Personen sich von ihren Erwartungen beeinflussen lassen: Menschen tendieren dazu, ihre eigenen Erwartungen selbst zu bestätigen. So können Lehrpersonen unbewusst eine Leistung eines stigmatisierten Lernenden schlechter beurteilen und Lernende dahingehend beeinflussen, dass sie dem vorurteilsbehafteten Bild der Lehrkraft entsprechen.

In den Studien von Bonefeld et al. 2017 bzw. 2018 wurde zum einen im Fach Deutsch die Benotung von Diktaten vermeintlich türkischer und deutscher Drittklässler untersucht. Sie konnten nachweisen, dass Lehrkräfte in Ausbildung die Leistungen immigrierter Schüler*innen signifikant schlechter benoteten als dieselbe Leistung eines deutschen Lernenden (Bonefeld & Dickhäuser 2018, S. 7f). Im Fach Mathematik an deutschen Gymnasien beobachteten Bonefeld et al. (2017), dass Lernende mit Migrationshintergrund signifikant schlechtere Klassenarbeits- und Zeugnisnoten erhielten, auch wenn standardisierte Tests als Kontrolle durchgeführt wurden. Sie untersuchten dafür die Leistungsbeurteilungen von Lernenden von Beginn der fünften bis zum Ende der sechsten Klasse, wodurch aufgezeigt werden konnte, dass dieser Effekt im Laufe der Zeit stabil blieb (Bonefeld et al. 2017, S. 16ff).

METHODE

Im Folgenden werden die Methoden vorgestellt.

Entwicklung und Vorprüfung des Materials

Um zu testen, ob die Leistungsbewertung der Probanden dem tatsächlichen Leistungsniveau der angeblichen Schüler entspricht, wurden vier Untersetzer aus Holz von der Versuchsleitung gebaut, die zwei unterschiedliche Leistungsniveaus aufweisen. Es sollte untersucht werden, ob es durch die Probanden zu Unterschieden in der Bewertung von Artefakten zwischen Schülern mit und ohne Migra-

tionshintergrund kommt. Deshalb wurden für alle Schüler dieselbe Klassenstufe und dasselbe Alter gewählt. Um geschlechtsspezifische Unterschiede auszuschließen, wurden ausschließlich männliche Namen verwendet.

Artefakte zur Operationalisierung des Leistungsniveaus

Um die Hypothesen zu testen, wurden vier Topfuntersetzer (Artefakte A bis D) aus Holz gefertigt. Sie bestanden aus vier Holzlatten, sechs Holzzyllindern und einem Aluminiumdraht. Für die Studie wurden zwei Artefakte gewählt, die ein objektiv gutes Leistungsniveau aufweisen und zwei Artefakte, die ein objektiv durchschnittliches Leistungsniveau darstellen: zwei Artefakte (A und B) wiesen nur geringe Mängel auf und die anderen zwei Artefakte (C und D) hatten jeweils neben kleineren Mängeln einen groben Fehler. Sie wurden zunächst von Studierenden des Sekundarlehramts mit Schwerpunkt Technik (N = 4) ohne Informationen über die vermeintlichen Schüler, außer dass sie in der 3. Klasse waren, in Leistungsgruppen eingeteilt, um zu validieren, dass die Artefakte zwei verschiedene Leistungsniveaus aufweisen. Das Ergebnis dieser Validierung war eindeutig: es gab zwei Leistungsniveaus, die durch die groben Fehler unterschieden wurden. Die Befragten waren sich einig, dass die Arbeiten zu ordentlich waren, um von Schülern der 3. Klasse hergestellt worden zu sein. Daraufhin wurden die Untersetzer noch etwas grober abgefeilt und der Draht wurde verdreht. So sollte der Eindruck erweckt werden, dass die Artefakte von Drittklässlern hergestellt wurden.

Anschließend wurden die Untersetzer von mir mithilfe eines Kriterienkatalogs bewertet. Die einzelnen Kriterien wurden bewertet und es wurden jeweils die erreichten Prozentwerte eingetragen. Die Prozentwerte wurden addiert und der Mittelwert errechnet. So ergab sich für jedes Artefakt eine Note. Auch hier wurden zwei verschiedene Leistungsniveaus festgestellt. Die Notenfindung erfolgte auf Basis eines selbst erstellten Notenschlüssels (s. Tab. 1), der sich an verschiedenen Notenschlüsseln für die Grundschule orientierte. Da es für Baden-Württemberg keinen einheitlichen Notenschlüssel für die Grundschule gibt, sondern dieser von Schule zu Schule und von Fach zu Fach unterschiedlich ausfallen kann, wurde sich für einen linearen Notenschlüssel entschieden, bei dem mit ca. 50% der Leistungserwartung eine glatte 4 erreicht wird. Die ganzen Noten in der Tabelle beinhalten auch die Viertelnoten. Um diese zu bestimmen, werden die Prozentpunkte gleichmäßig aufgeteilt. Bei der Bewertung mithilfe des Kriterienkatalogs wurde sich für eine Punktevergabe in Prozent entschieden, damit das Ergebnis so genau wie möglich ist und nicht durch Entscheidungen beim Runden von Punkten verfälscht wird.

Auch die vorherige Bewertung mit Hilfe des Kriterienkatalogs stellte zwei verschiedenen Leistungsniveaus fest: Artefakte A und B wurden beide mit einer 1,75, Artefakt C mit einer 3,25 und Artefakt D mit einer 3,00 benotet.

Bei der Fertigungsaufgabe liegt der Fokus auf der Herstellung eines Artefaktes, inklusive der Bedienung der Werkzeuge, dem Verwenden von Fachbegriffen, der Sachkompetenz, der Einhaltung der Sicherheitsvorschriften durch die Lernenden und auf dem Endprodukt selbst. Anhand der gewählten Artefakte kann beobachtet werden, ob die Lernenden Anweisungen befolgen können, ob sie gegebene Längen und Abstände messen können und ob sie mit den benötigten Werkzeugen umgehen können. Ebenso kann beobachtet werden, inwieweit die Lernenden auf Ästhetik achten und wie sauber sie arbeiten. Die Probanden hatten also eine große Auswahl an Faktoren, anhand derer sie ihre Benotung durchführen konnten.

Namen zur Operationalisierung des Migrationshintergrunds

In einer Untersuchung zu Namen und ihrer vermeintlichen Herkunft innerhalb einer Studie zur Bewertung von Schüler*innenarbeiten im Fach Deutsch haben Bonefeld und Dickhäuser (2018) festhalten können, dass der Name Murat laut 98,1 % der 52 Probanden eindeutig türkischer Herkunft ist und der Name Max eindeutig als deutscher Name (98,1 %) identifiziert wird. Außerdem konnten sie feststellen, dass alle türkische Namen von den Probanden generell mit einer geringeren Intelligenz verknüpft wurden als die als deutschstämmig empfundenen Namen. Die Namen Max und Murat unterscheiden sich in ihrer Bewertung bezüglich Intelligenz und Attraktivität am wenigsten, weshalb sich hier – wie Bonefeld und Dickhäuser – für diese beiden Namen entschieden wurde. In einer Befragung von N = 12 (50% weiblich; M = 34.83 Jahre alt, SD = 1.88) Probanden, bei der sich an dem Vorgehen von Bonefeld und Dickhäuser orientiert wurde, sollten die Namen Eymen, Yüksel, Ömer, Simon, Jonas und Justus nach Herkunft (Türkisch; Deutsch; keine Angabe), Intelligenz (gar nicht intelligent = 1; sehr intelligent = 5) und sozialem Status (sehr niedrig = 1; sehr hoch = 5) bewertet werden. Alle Namen wurden mit 100% als eindeutig türkische bzw. deutsche Namen bewertet. Den geringsten Unterschied bezüglich der Intelligenz hatten Ömer (M = 3.25, SD = 0.7) und Simon (M = 3.42, SD = 0.49). Beide wurden ebenfalls ähnlich in Bezug auf ihren sozialen Status eingeordnet (Ömer, M = 2.58, SD = 0.86; Simon, M = 2.75, SD = 0.83). Anhand dieser Untersuchung wurde der Name Ömer für den türkischen Jungen und der Name Simon für den deutschen Jungen festgelegt.

Note	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Prozent (%)	100-92	91-87	86-77	76-72	71-62	61-57	46-47

Tabella 1: Angewendeter Notenschlüssel, orientiert an Notenschlüssel für die Grundschule Baden-Württemberg

HYPOTHESEN

Mit Hilfe der Untersuchung sollte überprüft werden, ob (1) die Leistungsbewertung von Lehramtsstudierenden in Abhängigkeit des Migrationshintergrundes variiert und ob (2) die gleiche Leistung bei hergestellten Topfuntersetzern von Schülern mit angeblichem türkischem Hintergrund schlechter benotet wird, als bei Schülern mit vermeintlich deutschem Hintergrund. Abhängige Variable war der türkische Migrationshintergrund der Schüler. Unabhängige Variablen waren zum einen die experimentelle Bedingung (gute vs. durchschnittliche Leistung), zum anderen die Noten, die in Baden-Württemberg zur Leistungsbewertung zur Verfügung stehen. Die empirischen Hypothesen lauten daher:

- H1: Es wird erwartet, dass statistisch signifikante Abweichungen zwischen den Bewertungen der Arbeiten deutscher und türkischer Schüler, unabhängig vom tatsächlichen Leistungsniveau, auftreten.
- H2: Die Arbeiten der türkischen Schüler werden im Schnitt schlechter benotet, als dieselben Arbeiten der deutschen Schüler.

Um eine möglichst hohe Teststärke zu erhalten, sollten so viele Studierende wie möglich befragt werden. Die Bedingungen, von welchen die Stichprobengröße abhing, war zum einen die begrenzte Zeit und zum anderen die begrenzte Bereitschaft der Studierenden, an der Studie teilzunehmen. Somit lagen gegen Ende der Durchführungsphase Daten von $N = 44$ Lehramtsstudenten (100% weiblich) im Alter zwischen 19 und 42 Jahren ($M = 22.61$ Jahre, $SD = 3.58$) vor, die an der Pädagogischen Hochschule in Schwäbisch Gmünd studierten. Sie waren zum Zeitpunkt der Interviews im Bachelor- oder Masterstudiengang für das Grundschullehramt eingeschrieben ($M = 4.82$ Semester, $SD = 1.79$;) und studierten als zweites Fach den Schwerpunkt Sachunterricht. Die Teilnehmer wurden nach ihrem Studiengang ausgewählt, entweder durch direkte Ansprache oder über ihre Dozenten.

STUDIENAUFBAU

Die Studie hatte ein 2×2 faktorielles experimentelles Design. Den Teilnehmerinnen wurden vier verschiedene Unter-setzer aus Holz präsentiert, von denen zwei jeweils eine gute bzw. eine durchschnittliche Leistung darstellten (Faktor: Leistungsniveau). Durch Zuhilfenahme eines selbsterstellten Kriterienkatalogs wurden die guten Leistungen (Artefakte A und B) und die durchschnittlichen Leistungen (Artefakte C und D) im Vorfeld benotet. Die Unter-setzer wurden vermeintlich von männlichen, achtjährigen Schülern einer dritten Klasse erstellt, von denen zwei offensichtlich einen Migrationshintergrund hatten und zwei offensichtlich keinen (Faktor: Migrationshintergrund). In den ersten Interviews wurden die guten Leistungen den beiden immigrierten Schülern zugeschrieben und die durchschnittlichen Arbeiten den nicht-immigrierten. In den späteren Interviews wurden die Leistungen jeweils den anderen Schülern zugeschrieben. Das Leistungsniveau wurde in den letzten Interviews noch

einmal vertauscht, um eine gleiche Anzahl an Bewertungen beider Leistungsniveaus zu erhalten. Die Teilnehmerinnen wurden einzeln befragt. Sie saßen an einem Tisch, auf dem die vier Artefakte der Schüler lagen. Sie wurden darüber informiert, dass sie an einer Studie zur Benotung technischer Artefakte im Sachunterricht teilnahmen. Zunächst machten sie Angaben zu ihrem Alter, ihrem Geschlecht, ihrem Studiengang und zu dem Semester, in welchem sie sich befanden. Danach wurden ihnen die Arbeiten der Schüler präsentiert, wobei auch die Namen, das Alter und die Klassenstufe der einzelnen Schüler genannt wurden. Dann wurden ihnen die einzelnen Durchführungsschritte bei der Herstellung genannt. Daraufhin sollten sie die Artefakte unter Anwendung des baden-württembergischen Notensystems (Viertelnoten im Bereich von 1,00 bis 6,00 mit 1,00 als beste und 6,00 als schlechteste mögliche Leistung) benoten und ihre Wahl begründen. Nach Nennung einer Note für ein Artefakt, wurden sie gebeten den Namen des eben bewerteten Schülers zu nennen, wodurch ihre Angaben validiert werden sollten. Anschließend sollten sie Kriterien nennen, die sie bei ihrer Notenfindung nicht beachtet haben oder nicht beachtet haben konnten, die man außerdem zur Benotung von Artefakten aus dem technischen Sachunterricht heranziehen könnte. Diese letzte Frage wurde in die Befragung mit aufgenommen, um aus ihren Antworten auf mögliche Bewertungsverfahren für technische Artefakte in der Grundschule zu schließen. Falls sich keine Unterschiede in der Benotung technischer Artefakte von Lernenden mit und ohne Migrationshintergrund zeigen sollten, kann aus der Studie zumindest ein Kriterienkatalog erstellt werden, den man den Studierenden an die Hand geben kann. So hätten sie für ihre Tätigkeit als Lehrkraft einen Rahmen, nach dem sie Artefakte ihrer zukünftigen Lernenden bewerten können.

Nach Abschluss des Interviews konnten sie Informationen darüber erhalten, wie Studierende mit Schwerpunkt Technik die Artefakte bewertet hätten und wie sie dabei vorgegangen wären. Häufig folgte darauf noch ein kurzes Gespräch über Nachteile des Studiums des Faches Sachunterricht, da dieses Fach im Studium in einzelne Fächer unterteilt ist. Die häufigste Befürchtung der Studierenden ist das quasi fachfremde Unterrichten des Sachunterrichts im Lehrberuf, da in der sachunterrichtlichen Ausbildung ein Großteil der zu unterrichtenden Themen nicht gelehrt wird. Neben dem Hinterfragen dieses Ausbildungsaspektes wurde als weiterer Aspekt bemängelt, dass keine Übungen zur Notengebung angeboten werden; ein weiterer großer Teil des angestrebten Lehrberufs.

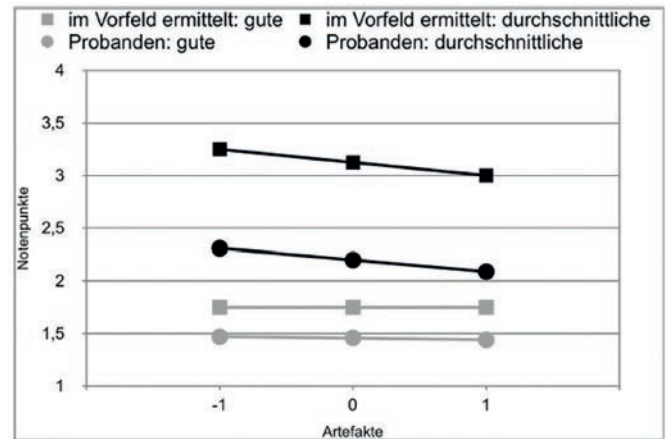
Die Teilnehmerinnen hatten keine Informationen zum sozioökonomischen Status der Schüler. Dieser konnte nur durch die gewählten Namen der vermeintlichen Schüler hergeleitet werden. Aus diesem Grund wurden die Namen so gewählt, dass sie einer eindeutigen nationalen Herkunft zugeordnet werden konnten (vgl. Bonefeld & Dickhäuser 2018, S. 5).

ERGEBNISSE

Vorbereitung der Daten

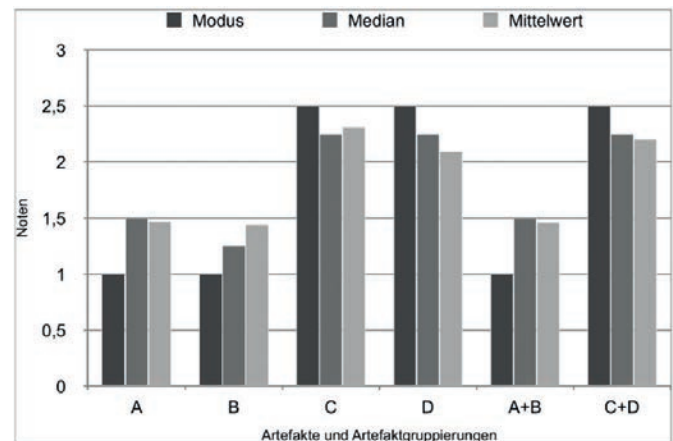
Die durchgeführten Interviews wurden im Nachhinein transkribiert. Die von den Probandinnen $N = 44$ vergebenen Noten wurden notiert und es wurden verschiedene Durchschnittsnoten ermittelt. Außerdem wurden die vergebenen Noten in eine Rangfolge gebracht, da die Noten objektiv sind und es große Spannen zwischen den Noten verschiedener Probandinnen gab. Auf diese Weise konnte so die von den Probanden herangezogene soziale Bezugsnorm abgebildet werden. Die beste Note, die von einer Probandin vergeben wurde, belegte in der Rangfolge also Platz 1 und die schlechteste Note derselben Probandin belegte Platz 4. Wurden gleiche Noten vergeben, so wurden die theoretischen Ränge aufgeteilt und beide Artefakte bekamen denselben halben Rang. Belegten zwei Artefakte also den zweiten Platz, wurde beiden Artefakten der Rang 2,5 zugeteilt. So konnten trotz der Unterschiede in der Notenvergabe und trotz einigen Ausreißern, also gültigen Werten, die stark vom mittleren 50%-Bereich abweichen, alle Bewertungen in die Auswertung aufgenommen werden. Zunächst wurden die Durchschnittsnoten für die einzelnen Artefakte ($M_A - M_D$), für die guten Artefakte insgesamt (M_{A+B}) und für die durchschnittlichen Artefakte insgesamt (M_{C+D}) unabhängig von den vermeintlichen Schülern ermittelt, so dass daran die Abweichung der Durchschnittsnote für den deutschen bzw. türkischen Lernenden für die einzelnen Artefakte bzw. Artefaktgruppierungen (gut, durchschnittlich) abgeleitet werden kann. Danach wurden die Durchschnittsnoten der einzelnen Schüler (Murat: M_{TM} , Ömer: $M_{TÖ}$, Max: M_{DM} , Simon: M_{DS}) berechnet und diese mit den durchschnittlichen Bewertungen für die Artefakte verglichen. Ebenso wurde die Leistung der türkischen (M_T) und deutschen (M_D) Schüler insgesamt berechnet, um diese miteinander zu vergleichen. Die Standardabweichung (S_p) wurde für die Mittelwerte berechnet, um die Streuung feststellen zu können. Um die Effektstärke (d) zu messen, wurde auf die Effektstärke nach Cohen zurückgegriffen. Da der Mittelwert von Ausreißern beeinflusst wird, wurden außerdem bei den Noten und den Platzierungen der Modalwert (\bar{x}_d) und Median (\bar{x}) berechnet. Der Modalwert wird auch Modus genannt und nennt den Wert, der am häufigsten genannt wurde. Der Median teilt eine geordnete Reihe der Beobachtungsdaten in zwei Hälften, wodurch Ausreißer keinen Einfluss auf ihn haben.

In Abbildung 1 kann gesehen werden, dass die guten Artefakte (Artefakte A und B) von den Probandinnen insgesamt als die besseren Artefakte bestimmt und auch dementsprechend benotet wurden: Artefakt A hat eine Durchschnittsnote von $M_A = 1.47$, $SD = 0.5$ erreicht, Artefakt B von $M_B = 1.44$, $SD = 0.4$. Diese Artefakte wurden im Vorfeld mithilfe des Kriterienkatalogs mit jeweils der Note 1,75 bewertet. Damit weichen die Bewertungen der Probandinnen um ca. eine Viertelnote in positiver Richtung ab. Die guten Artefakte insgesamt erhielten somit eine Durchschnittsbewertung von $M_{A+B} = 1.46$, $SD = 0.45$. Im Vorfeld wurden sie mit der Note 1,75 im Durchschnitt ermittelt. Außerdem kann in Abbildung 1 abgelesen werden, dass die durchschnittlichen Artefakte (Artefakte C und D) insgesamt von den Probanden als die schlechteren Artefakte erkannt wurden: sie erhielten



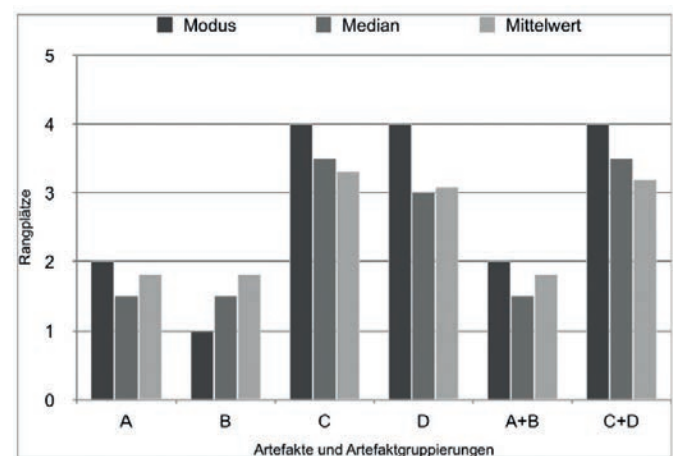
grau: $-1 = M_A$, $0 = M_{A+B}$, $1 = M_B$; schwarz: $-1 = M_C$, $0 = M_{C+D}$, $1 = M_D$

Abbildung 1: Durchschnittliche Notenvergabe für die guten und durchschnittlichen Artefakte im Vorfeld und von den Probandinnen



Artefakte A+B = gute Leistungen, Artefakte C+D = durchschnittliche Leistungen

Abbildung 2: Modus, Median und Mittelwert der von den Probandinnen indirekt vergebenen Platzierungen für die einzelnen Artefakte und Artefaktgruppierungen



Artefakte A+B = gute Leistungen, Artefakte C+D = durchschnittliche Leistungen

Abbildung 3: Modus, Median und Mittelwert der von den Probandinnen indirekt vergebenen Platzierungen für die einzelnen Artefakte und Artefaktgruppierungen

Durchschnittsnoten von $M_C = 2.31$, $SD = 0.5$ bzw. $M_D = 2.09$, $SD = 0.56$. Im Vorfeld wurde Artefakt C mit der Note 3,25 und Artefakt D mit der Note 3,00 bewertet. Auch hier bewerteten die Probandinnen beide Artefakte besser als die im Vorfeld festgelegte Bewertung: jeweils um ca. 1,00 Noten. Die durchschnittlichen Artefakte insgesamt wurden also von den Probanden mit $M_{C+D} = 2.20$, $SD = 0.53$ und im Vorfeld mit einem Durchschnitt von 3,125 bewertet.

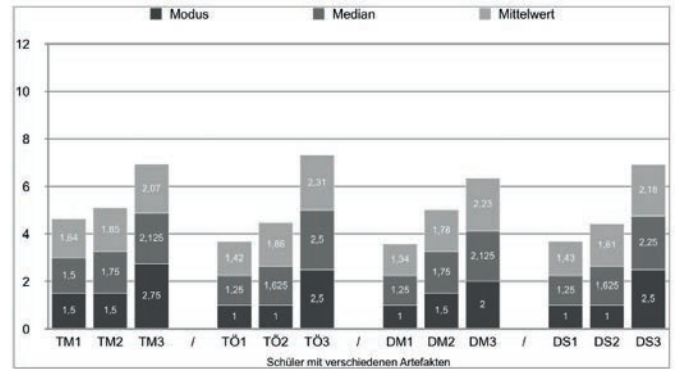
Abbildung 2 zeigt, dass bei den Artefakten A und B am häufigsten (jeweils 15-mal) die Note 1,00 vergeben wurde ($\bar{x}_{dA} = 1.00$; $\bar{x}_{dB} = 1.00$). Der Median von Artefakt A liegt bei $\tilde{x}_A = 1.50$ und von Artefakt B bei $\tilde{x}_B = 1.25$. Insgesamt wurde Artefakt B also mit den besten Noten bewertet. Dies spiegelt sich auch in der Rangfolge (M_R) wider (Abb. 3): Artefakt B liegt 13-mal, und somit am häufigsten von allen Artefakten, auf Platz 1 ($\bar{x}_{dRB} = 1.0$) und hat einen Median von $\tilde{x}_{RB} = 1.50$. Durchschnittlich liegt es in der Rangfolge auf Platz $M_{RB} = 1.81$, $SD = 0.74$. Artefakt A hat einen Modus von $\bar{x}_{dRA} = 2.00$ (14 Nennungen). Der Median liegt bei $\tilde{x}_{RA} = 1.50$. Durchschnittlich liegt Artefakt A wie Artefakt B auf Platz $M_{RA} = 1.81$, hat aber eine größere Streuung ($SD = 0.79$).

An Artefakt C wurden die Noten 2,00 und 2,50 am häufigsten (jeweils 9-mal) vergeben ($\bar{x}_{dC} = 2.00, 2.50$). Der Median in der Notenvergabe liegt bei $\tilde{x}_C = 2.25$. Somit nimmt Artefakt C am häufigsten (18-mal) Platz 4 ($\bar{x}_{dRC} = 4.00$) in der Rangfolge ein und hat hier einen Median von $\tilde{x}_{RC} = 3.50$. Im Durchschnitt belegt Artefakt C den Rang $M_{RC} = 3.31$, $SD = 0.62$ und ist somit das von den Probandinnen am schlechtesten bewertete Artefakt. Dies deckt sich mit der im Vorfeld vorgenommenen Bewertung der Artefakte. Artefakt D bekam eine Durchschnittsnote von $M_D = 2.09$, $SD = 0.56$. Der Modus ist $\bar{x}_{dD} = 2.50$ mit acht Nennungen und der Median liegt wie bei Artefakt C bei $\tilde{x}_D = 2.25$. In der Rangfolge unterscheidet sich Artefakt D allerdings leicht von Artefakt C: es hat auch den Modus $\bar{x}_{dRD} = 4.00$, allerdings mit nur 14 Nennungen. Der Median ist hier $\tilde{x}_{RD} = 3.00$ und die durchschnittliche Platzierung ist $M_{RD} = 3.08$, $SD = 0.87$.

Werden die guten Artefakte (A+B) zusammengenommen, wurden sie 30-mal mit der Note 1,00 benotet ($\bar{x}_{dA+B} = 1.00$). Sie haben einen Median von $\tilde{x}_{A+B} = 1.50$. Wird die Rangfolge betrachtet, nehmen sie im Mittel Platz $M_{RA+B} = 1.81$, $SD = 0.76$ ein. Hier haben sie den Modus $\bar{x}_{dRA+B} = 2.00$ (25 Nennungen) und einen Median von $\tilde{x}_{RA+B} = 1.5$. Für die durchschnittlichen Artefakte (C+D) zusammengenommen, wurde ein Modus von $\bar{x}_{dC+D} = 2.50$ mit 17 Nennungen berechnet. Der Median liegt bei $\tilde{x}_{C+D} = 2.25$. Am häufigsten belegen die durchschnittlichen Artefakte Platz $M_{RC+D} = 3.19$, $SD = 0.83$. Hier haben sie einen Modus von $\bar{x}_{dRC+D} = 4.00$ (32 Nennungen) und einen Median von $\tilde{x}_{RC+D} = 3.5$.

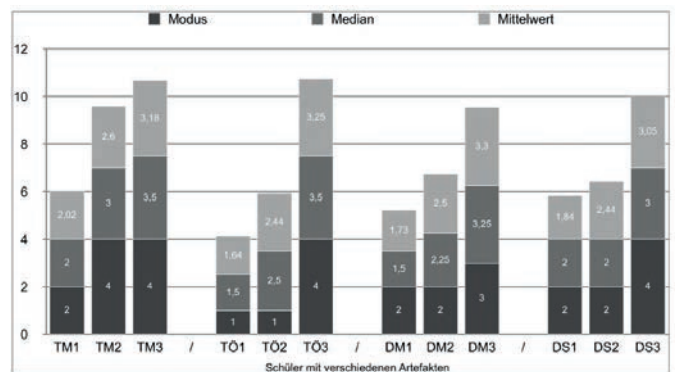
SCHÜLER

Der Name Murat hat von den Probanden eine Durchschnittsnote von $M_{TM} = 1.85$, $SD = 0.67$ bekommen (für Notenverteilung s. Abb. 4). Der Median liegt bei $\tilde{x}_{TM} = 1.75$ und der Modus ist $\bar{x}_d = 1.50$ mit 11 Nennungen. Im Durchschnitt wurde Murat auf Rang $M_{RTM} = 2,60$, $SD = 1.07$ platziert (für Rangverteilung s. Abb. 5). Hier liegt der Median bei $\tilde{x}_{RTM} = 3.00$ und



TM: türkisch Murat; TÖ: türkisch Ömer; DM: deutsch Max; DS: deutsch Simon; 1 = gute Artefakte; 2 = alle Artefakte; 3 = durchschnittliche Artefakte

Abbildung 4: Modus, Median und Mittelwert der von den Probandinnen vergebenen Noten für die Artefakte nach einzelnen Schülern



TM: türkisch Murat; TÖ: türkisch Ömer; DM: deutsch Max; DS: deutsch Simon; 1 = gute Artefakte; 2 = alle Artefakte; 3 = durchschnittliche Artefakte

Abbildung 5: Modus, Median und Mittelwert der von den Probandinnen indirekt vergebenen Platzierungen für die einzelnen Artefakte und Artefaktgruppierungen

der Modus bei $\bar{x}_d = 4.00$ mit 10 Nennungen. Ömer hat eine Durchschnittsnote von $M_{TÖ} = 1.86$, $SD = 0.76$ bekommen. Der Median liegt hier bei $\tilde{x}_{TÖ} = 1,625$ und der Modus ist $\bar{x}_d = 1.00$ mit 10 Nennungen. Ömer wurde somit indirekt durchschnittlich auf Rang $M_{RTÖ} = 2,44$, $SD = 1.17$ gesehen. Der Median ist $\tilde{x}_{RTÖ} = 2.50$ und der Modus ist $\bar{x}_d = 1.00$ mit 11 Nennungen. Somit haben die türkischen Schüler eine Durchschnittsnote von $M_T = 1,86$, $SD = 0.69$ bekommen. Der Median ist $\tilde{x}_T = 1.75$ und der Modus ist $\bar{x}_d = 1.50$ mit 19 Nennungen. In der Rangfolge liegen sie durchschnittlich auf Platz $M_{RT} = 2,52$, $SD = 1.11$. Der Median liegt bei $\tilde{x}_{RT} = 1.75$ und der Modus ist $\bar{x}_d = 4$ mit 18 Nennungen.

Der Name Max bekam die Durchschnittsnote $M_{DM} = 1,78$, $SD = 0.62$; der Median ist $\tilde{x}_{DM} = 1.75$ und der Modus ist $\bar{x}_d = 1.00, 2.00$ mit jeweils 9 Nennungen. Seine Noten konnten im Durchschnitt Platz $M_{RDM} = 2,50$, $SD = 1.01$ erreichen, mit einem Median von $\tilde{x}_{RDM} = 2.25$ und einem Modus von $\bar{x}_d = 2.00$ mit 10 Nennungen. Der Name Simon hat die Durchschnittsnote $M_{DS} = 1,81$, $SD = 0.78$ erhalten. Hier liegt der Median bei $\tilde{x}_{DS} = 1.625$ und der Modus bei $\bar{x}_d = 1.00$ mit 12 Nennungen. Seine Artefakte lagen im Schnitt auf Platz $M_{RDS} = 2,44$, $SD = 1.02$. Der Median liegt bei $\tilde{x}_{RDS} = 2.00$, ebenso wie

der Modus $\bar{x}_D = 2.00$ mit 11 Nennungen. Somit erhielten die deutschen Schüler im Durchschnitt eine Note von $M_D = 1,79$, $SD = 0.70$. Der Median ist $\tilde{x}_D = 1.75$ und der Modus liegt bei $\bar{x}_D = 1.00$ mit 21 Nennungen. Der Durchschnittliche Rang beträgt $M_{RD} = 2,47$, $SD = 1.01$. Der Median liegt bei $\tilde{x}_{RD} = 2.00$, ebenso wie der Modus $\bar{x}_{RD} = 2.00$ mit 21 Nennungen.

Die Notengebung für die guten Artefakte ist relativ gleich, allerdings sind die Noten für Murat mit einem Abstand am schlechtesten. In der Rangfolge schneidet Ömer am besten ab: er belegte am häufigsten Platz 1, während die anderen Schüler sich den zweiten Platz nach Nennungen teilen. Bei den schlechten Artefakten schneiden die türkischen Schüler in der Notenverteilung insgesamt schlechter ab, als die deutschen Schüler. Das spiegelt sich auch in der Rangfolge wider. Hier belegt Max insgesamt die besten Plätze. Besonders deutlich wird hier, dass Ömer den größten Unterschied in der Notenvergabe und der Rangbelegung zwischen den guten und den schlechten Artefakten hat. Allerdings gab es bei der Rangfolge auch Unterschiede zu verzeichnen: 45,5 % der Probanden haben türkische Schüler bei der Bewertung der guten Artefakte nicht auf die Plätze 1 oder 2 gesetzt, sondern auf einen schlechteren Platz. Bei den deutschen Schülern taten dies 22,7 % der Probanden. Ebenso wurden die türkischen Schüler bei der Bewertung der durchschnittlichen Artefakte von 36,4 % der Probanden die Leistung besser platziert, als auf die Plätze 3 oder 4. Als den deutschen Schülern die durchschnittlichen Artefakte zugeteilt waren, haben 45,5 % der Probanden ihre Leistung besser bewertet als die gute Leistung der türkischen Schüler.

Hypothesentests

Um Hypothese (1) zu testen, wurden die durchschnittlichen Artefaktbewertungen mit den durchschnittlichen Bewertungen der türkischen bzw. deutschen Schüler verglichen. Ebenso wurden die zugeteilten Ränge verglichen und auf Auffälligkeiten hin untersucht. Insgesamt erhielten die türkischen Schüler eine Durchschnittsnote von $M_T = 1,86$ und die deutschen Schüler von $M_D = 1,80$. Hier kann nur ein sehr geringer Effekt ($d = 0.09$) in Bezug auf den Migrationshintergrund festgestellt werden. Ähnlich verhält es sich bei den Noten für die besseren Artefakte ($d = 0.05$). Lediglich bei den schlechteren Artefakten hat der Migrationshintergrund Auswirkungen auf die Note. Bei einem $d = 0.33$ kann ein geringer Effekt festgestellt werden: die türkischen Schüler werden

bei den durchschnittlichen Artefakten noch schlechter bewertet als die deutschen Schüler.

Um Hypothese (2) zu testen, wurden die Leistungen der türkischen Schüler für jedes Artefakt mit den Leistungen der deutschen Schüler verglichen. Abbildung 6 zeigt die festgestellten Notendurchschnitte der Artefakte, als sie türkischen Schülern zugeteilt waren im Vergleich zu den Notendurchschnitten der deutschen Schüler. Es wird ersichtlich, dass es einen geringen Effekt ($d = 0.33$) gibt, wenn türkische und deutsche Schüler nach den guten Artefakten beurteilt werden. Bei den durchschnittlichen Artefakten gibt es allerdings keinen Effekt ($d = -0.03$) des Migrationshintergrundes auf die Leistungsbewertung. Durch die unregelmäßig verteilten Rangfolgen der Artefakte kann in der Vergabe der Ränge kein Effekt ($d = 0.06$) festgestellt werden.

Neben den zuvor festgelegten Hypothesen konnte festgestellt werden, dass der Name Murat insgesamt am schlechtesten bewertet wurde und dies mit deutlichem Abstand. War ihm ein gutes Artefakt zugeteilt, belegte er trotzdem von den Probanden indirekt zugeteilt zweimal den 4. Rang in der Rangfolge; er wurde also trotz seines guten Artefaktes zweimal von allen Schülern am schlechtesten beurteilt. Hier wurden ihm die Noten 2,25 und 2,5 gegeben, was ja zunächst nicht schlecht erscheint. Da aber alle Probanden die soziale Bezugsnorm zur Notenfindung herangezogen haben, zeigt dies deutlich, dass hier der Migrationshintergrund eine Rolle spielte.

Als weitere Feststellung kann festgehalten werden, dass die Probanden Probleme hatten, Noten festzulegen und sich über die Ausbildung diesbezüglich beschwerten.

DISKUSSION

Es wurde untersucht, ob es einen Einfluss des Migrationshintergrundes eines Lernenden auf die Vergabe von Noten gibt. Dazu bewerteten die Probandinnen vier Topfunter-setzer aus Holz, die zwei verschiedenen Leistungsniveaus aufwiesen. Es wurde davon ausgegangen, dass Schüler mit Migrationshintergrund von den Probandinnen benachteiligt werden würden. Da hier die Probandinnen nicht auf ein regelbasiertes Urteil zurückgreifen konnten, sondern sie sich die Kriterien, nach denen sie benoten, selbst überlegten, kann von der Notenvergabe auf eventuelle Vorurteile den migrierten Schülern gegenüber geschlossen werden. In zu-

Leistungsniveau	Note			Rang		
	M (SD)		Cohen's d	M (SD)		Cohen's d
	türkische Schüler	deutsche Schüler		türkische Schüler	deutsche Schüler	
gut	1.53 (0.46)	1.39 (0.40)	0.33	1.83 (0.86)	1.78 (0.65)	0.06
durchschnittlich	2.19 (0.56)	2.21 (0.50)	-0.03	3.22 (0.88)	3.17 (0.62)	0.06
Cohen's d	-1.09	-1.43		-1.60	-2.17	
insgesamt	1.86 (0.69)	1.79 (0.70)	0.09	2.52 (1.11)	2.47 (1.01)	0.04

Abbildung 6: Durchschnittliche Werte und Standardabweichung (in Klammern) der Noten und Rangplätze getrennt nach Leistungsniveau und Migrationshintergrund

künftigen Studien könnte untersucht werden, ob es einen Unterschied macht, wenn ein regelbasiertes Verfahren die Grundlage der Notenfindung bildet. So könnten eventuell größere Effekte aufgedeckt werden, ähnlich wie es in den Studien von Bonefeld et. al. (2017; 2018) der Fall war. Dennoch konnte beobachtet werden, dass es einen geringen Effekt auf die Notengebung hat, wenn der Schüler einen Migrationshintergrund hat. Im Gesamten kann gesagt werden, dass Schüler mit Migrationshintergrund bei gleicher Leistung schlechter benotet werden als deutsche Schüler. Dies wurde besonders bei dem Namen Murat deutlich. Er wurde bei den guten und den durchschnittlichen Artefakten am schlechtesten beurteilt. Auch wenn der Name Ömer im Vorfeld im Rahmen einer kleinen Untersuchung als eindeutig türkischer Name identifiziert worden ist, kann es sein, dass die Studierenden mit dem Namen nichts verbinden konnten, weshalb die Notengebung bei ihm ganz anders ausfiel als bei Murat. In zukünftigen Untersuchungen kann überprüft werden, ob es mit einem anderen türkischen Namen zu anderen Ergebnissen kommt.

Es konnte außerdem beobachtet werden, dass alle Probandinnen die soziale Bezugsnorm zur Notenfindung zu Rate zogen. Dies macht eventuell Sinn, da es sich nur um vier Artefakte handelte, wodurch es sich anbot, sie miteinander zu vergleichen. Ebenso konnte beobachtet werden, dass die Probandinnen Probleme bei der Notenfindung hatten. Sie konnten keine einheitlichen Kriterien nennen, auf die sie ihre Notenfindung stützen. Viele Probandinnen entschieden nach der Optik. Der technische Aspekt wurde nur selten und dann auch nicht im Ganzen, sondern nur einzelne Teilgebiete genannt. Dies deckt sich mit den Aussagen der Probanden, dass sie mit der Ausbildung zur Lehrkraft für den Sach-

unterricht diesbezüglich unzufrieden sind. Sie bemängeln, dass sie nicht allumfassend für diesen ausgebildet werden, sondern nur einen Teilbereich als Schwerpunkt studieren. Ebenso bemängelten sie, dass sie nicht lernen, wie Noten vergeben werden. Gerade in Bezug auf technische Artefakte und ihre Bewertung äußerten sie große Bedenken.

Autorinneninformation

Sarah Schüssler-Hanenberg
B.ed.



studiert an der PH Schwäbisch Gmünd Grundschul-lehramt mit den Fächern Deutsch und Technik. Sie bedankt sich bei allen Studentinnen, die an der Studie teilgenommen und sie unterstützt haben. Sie appelliert an alle Studierenden, im Fall einer zukünftigen Befragung durch Kommilitonen an dieser teilzunehmen.

Literatur

- Bonefeld, M., Dickhäuser, O., Janke, S., Praetorius, A.-K. & Dresel, M. (2017). Migrationsbedingte Disparitäten in der Notenvergabe nach dem Übergang auf das Gymnasium. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 49 (1), 11-23
- Bonefeld, M. & Dickhäuser, O. (2018). (Biased) Grading of Students' Performance: Students' Names, Performance Level, and Implicit Attitudes. *Frontiers in Psychology*, 9:481
- Darley, J. M. & Gross, P. H. (1983). A hypothesis-conforming bias in labeling effects. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44, 590-598
- Glock, S., Krolak-Schwerdt, S. & Pit-ten Cate, I.M. (2015). Are school placement recommendations accurate? The effect of students' ethnicity on teachers' judgments and recognition memory. *Eur J Psychol Educ* 30, 169-188
- Jussim, L. & Harber, K. D. (2005). Teacher expectations and self-fulfilling prophecies: knowns and unknowns, resolved and unresolved controversies. *Pers. Soc. Psychol.* 9 (2), 131-155
- Kahraman, B. & Knoblich, G. (2000). Stechen statt Sprechen. Valenz und Aktivierbarkeit von Stereotypen über Türken. *Zeitschrift für Sozialpsychologie* 31, 31-43
- Nickerson, R. S. (1998). Confirmation Bias. A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises. *Review of General Psychology* 2, 175-220
- Walton, G. M. & Spencer, S. J. (2009). Latent ability: grades and test scores systematically underestimate the intellectual ability of negatively stereotyped students. *Psychological Science*, 20 (9), 1132-1139
- Weidlich, J. & Spannagel, C. (2014). Die Vorbereitungsphase im Flipped Classroom. Vorlesungsvideos versus Aufgaben. In K. Rummel (Hrsg.), *Lernräume gestalten – Bildungskontexte vielfältig denken* (Medien in der Wissenschaft, 67, S. 363-367). Münster: Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:10105>.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking“. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.

Fertigung von Ringen im Technikunterricht

Voraussetzungen, Arbeitsablauf und Umsetzungsideen

Yannik Haußmann

SCHLAGWORTE

Unterrichtspraxis
Metallbearbeitung
Fertigung

ABSTRACT

Das Bearbeiten von Metallen nimmt einen wichtigen Platz im Technikunterricht ein. Mit spannenden Werkstücken kann das Interesse der Schüler*innen geweckt werden. Fingerringe eignen sich dabei besonders gut, da bei ihrer Fertigung viele relevante Metallbearbeitungsverfahren durchlaufen werden. Zusätzlich stellen Ringe ein sehr persönliches und praktisches Werkstück dar, das die Schüler*innen mit nach Hause nehmen dürfen und verschenken oder selbst tragen können.

Einleitung

Einfache Fingerringe stellen einen guten Einstieg in die Metallbearbeitung in der Sekundarstufe 1 dar, da hier verschiedene Fertigkeiten wie das Sägen, Feilen, Hartlöten und die Oberflächengestaltung ineinandergreifen. Bei den Ringformen und Gestaltungsmöglichkeiten sind der Fantasie der Schüler*innen keine Grenzen gesetzt.

Auswahl des Werkstoffs

Zunächst sollen einige der wichtigsten Werkstoffe vorgestellt werden, die in der Schule eingesetzt werden können.

Silber

Silber eignet sich hervorragend für die Ringfertigung und lässt sich auch von Anfängern gut verwenden (Becker, 2011, S. 19). Silber kann sowohl für große als auch für kleine und feine Werkstücke eingesetzt werden (ebd.). Die Schmelztemperatur von Silber liegt bei 961°C, die Siedetemperatur bei 2212°C (ebd.). Durch das Beimischen von Kupfer kann das Silber härter und widerstandsfähiger gemacht werden (Codina, 2000, S. 17). Die Legierung „925er-Silber“ ist beispielsweise sehr verbreitet und besteht aus 925 Tausendteilen Silber und 75 Tausendteilen Kupfer (ebd.).

Gold

Gold ist im Vergleich zu Silber härter und kann daher in dünneren Stärken verwendet werden (Young, 2011, S. 70). Gold wird oft als Kontrast oder Akzent auf Silberstücken verwendet. Je nach Reinheitsgrad und Karat variiert Farbe, Formbarkeit und Schmelzpunkt des Goldes (ebd.).

Kupfer

Kupfer wird in der Schmuckherstellung seltener eingesetzt, da es grüne Flecken auf der Haut hinterlassen kann (Arnold & Withers, 2015, S. 59). Als erstes Probematerial oder als Verzierung auf anderen Metallen eignet es sich jedoch durch seine auffällig rotbraune Farbe sehr gut (ebd.). Auch Kupferlegierungen wie Messing und Bronze eignen sich für Verzierungen oder als günstiges Übungsmaterial.

Neusilber

Neusilber besteht in den meisten Fällen aus 50% - 70% Kupfer und je 15% - 25% Nickel und Zink und ist auch unter den Namen Argentan oder Alpaka bekannt (Walter & Schmidt, 2004, S. 164). Neusilber besitzt eine hell-silberne Farbe und eignet sich daher gut als Ersatz für das teurere Silber (ebd.). Neusilber hinterlässt jedoch, ähnlich wie Kupfer, grüne Flecken auf der Haut (ebd.).

Titan

Titan wird erst seit kurzer Zeit in der Schmuckherstellung eingesetzt (Young, 2011, S. 61). Titan ist nur schwer zu bearbeiten, da es einen Schmelzpunkt von 1668°C besitzt (ebd.). Außerdem lässt sich Titan nicht löten (ebd.). Daher können lediglich offene Ringformen gefertigt werden. Titan kann jedoch durch Feuerpatinieren oder Eloxieren verschiedenste Farben annehmen (Arnold & Withers, 2015, S. 61).

Werkzeuge und Voraussetzungen für die Fertigung von Ringen

Im Folgenden werden die Werkzeuge und Voraussetzungen für die Fertigung von Ringen vorgestellt und bezüglich der Fragestellung erläutert.

Der Arbeitsplatz

Der Arbeitsplatz wird für alle Arbeitsschritte verwendet, bei denen nicht mit Hitze gearbeitet wird. Zum Arbeiten an Metallringen eignet sich ein stabiler Holztisch, an dem im Stehen gearbeitet werden kann (Young, 2011, S. 29f.). Alle benötigten Werkzeuge sollten einfach erreichbar oder in direkter Reichweite sein, außerdem sollte ein Schraubstock und ausreichend Licht vorhanden sein (Brepohl, 1995, S. 200).

Der Lötisch

Für alle Lötarbeiten ist ein eigener Arbeitsbereich notwendig. Hier ist mindestens eine feuerfeste Unterlage notwendig (Young, 2011, S. 30). Besser geeignet ist ein spezieller Lötisch. Um schädlichen Rauch und Gase schnell abzusaugen, sollte ein Abzug vorhanden sein (ebd.).

Feilen

Für die Ringfertigung können verschiedenste Feilen benutzt werden (Young, 2011, S. 33). Einfache Handfeilen eignen sich für gröbere Arbeiten (ebd.). Nadelfeilen werden für präzisere Arbeiten, Echappement- oder Uhrmacherfeilen für Engstellen benutzt (ebd.).

Mess- und Markierwerkzeuge

Messwerkzeuge wie Stahllineal und Messschieber sind bei der Ringherstellung unerlässlich (Young, 2011, S. 34f). Auch Reißnadel, Körner, Anschlagswinkel und Federzirkel gehören zur Grundausrüstung bei der Bearbeitung von Metall.

Sägen

Unterschiedlichste Sägen können für verschiedene Metallarbeiten verwendet werden. Perfekt geeignet ist eine Uhrmachersäge, sie wird bei fast allen Sägearbeiten der Schmuckherstellung genutzt (Young, 2011, S. 32). Durch den hohen Bogen dieser Säge kann tief in Werkstücke gesägt werden (McGrath, 2004, S. 100).

Hämmer

Für die Bearbeitung von Metall eignen sich viele verschiedene Hämmer (Young, 2011, S. 36). Als einer der Wichtigsten kann der Polierhammer genannt werden (ebd.). Dieser kann mit seinen zwei verschiedenen Seiten zum Treiben von Punzen, aber auch für feinere Muster verwendet werden. Der feinere Ziselierhammer kommt bei Feinarbeiten zum Einsatz (ebd., S. 37). Mit einem Kunststoffhammer kann Metall bearbeitet werden, ohne Spuren zu hinterlassen (ebd.).

Zangen

Flachzangen werden zum Biegen oder Halten von Material verwendet (Hartmann, 1995, S. 16). Die Rundspitzzange hat sich verjüngende, runde Backenbreiten. Mit ihr können einfach Rundungen in Drähte oder dünnere Bleche gebogen werden (ebd.).

Brenner

Für das Hartlöten und Aufglühen wird ein Brenner benötigt. Für mobile Werkstätten oder kleinere Lötarbeiten kann eine handgeführte Lötlampe verwendet werden. Für größere Arbeiten kann ein Propangasbrenner sinnvoll sein (Arnold & Withers, 2015, S. 67). Propangasbrenner werden mit Gas aus größeren Propangasflaschen betrieben (ebd.).

Ringriegel

Der Ringriegel ist ein konisch zulaufender Metallstab (Young, 2011, S. 35). Mit Hilfe des Ringriegels können Ringe rundgeklopft werden. Der Ring wird dazu über den Riegel geschoben und mit dem Holzhammer bearbeitet (ebd.).

Ringspiel

Das sogenannte Ringspiel besteht aus vielen verschiedenen Musterringen in unterschiedlichen Größen (McGrath, 2004, S. 9). Mit dem Ringspiel lässt sich die passende Ringgröße für jeden Finger ermitteln (ebd.).

Pinzetten

Beim Hartlöten werden vor allem sogenannte Lötkeuz- oder auch Selbsthaltepinzetten benutzt (ebd.). Durch Druck auf die Griffe öffnen sich diese Pinzetten und bleiben geschlossen.

Punzen

Punzen gibt es in vielen verschiedenen Formen. Mit Ziselierpunzen wird die Oberfläche von Metallen strukturiert (Young, 2011, S. 40). Mit Musterpunzen lassen sich Motive, Buchstaben oder Zahlen in Metall schlagen (McGrath, 2004, S. 42).

Poliermotor und Hängebohrmaschine

Beim Polieren werden Unebenheiten im Werkstück geglättet (McGrath, 2004, S. 104). Der Poliermotor ist dabei eine stationäre Lösung, der Hängemotor dagegen kann mobil eingesetzt werden (ebd.). Der Boden unter dem Poliermotor sollte mit einer großen Kunststoffplatte abgedeckt werden.

Poliermittel

Poliermittel werden meist mit Feststoffen gebunden und können in Blöcken erworben werden (Brepohl, 1995, S. 376). Bekannte Poliermittel sind beispielsweise Tripel oder Polierrot (McGrath, 2004, S. 104).

Flussmittel

Flussmittel werden beim Löten verwendet, damit Oxidation während des Lötens verhindert wird. Durch diesen Vorgang kann das Lot schneller fließen (Arnold & Withers, 2015, S. 68). Flussmittel werden immer sowohl auf die Lötnaht als auch auf das Lot selber aufgetragen (McGrath, 2004, S. 113ff.). Die bekanntesten Flussmittel sind Borax, Fluoron, Fluoronpulver und Auflux (ebd.).

Lot

Das Lot wird in festem Zustand verwendet, wird beim Erhitzen flüssig und fließt durch die Kapillarwirkung in den Spalt (McGrath, 2004, S. 112). Je nach verwendetem Metall, muss ein passendes Lot gewählt werden. Am häufigsten verwendet wird das Silberlot. Daneben gibt es Goldlote und Platinalote (ebd.).

Schutzausrüstung

Beim händischen Bearbeiten von Metallen muss keine Schutzausrüstung getragen werden. Lediglich bei scharfen Kanten oder spitzen Metallspänen muss vorsichtig gearbeitet werden.

Beim Hartlöten ist eine Schutzbrille nötig, für den Fall, dass heißes Metall oder Flussmittel in Richtung des Gesichts fliegt (Young, 2011, S. 65). Während des Polierens sollte eine Schutzbrille getragen werden. Durch die Reibung beim Polieren entsteht sehr viel Hitze. Hier können lederne Fingerringe getragen werden (Young, 2011, S. 114). Handschuhe sind ungeeignet, da sich diese verfangen können (ebd.).

ARBEITSSCHRITTE

Hier sollen Schritt für Schritt die einzelnen Arbeitsschritte der Ringherstellung in der Schule beschrieben werden. Die Schritte variieren je nach Ringform, gewähltem Design und dem eigenen Anspruch.

Ideenfindung

Als erstes sollte Inspiration für den eigenen Ring gefunden werden. Ideen für eigene Ringe können auf vielen Wegen gefunden werden.

So gibt es unzählige Bücher über die Schmuckfertigung. Der Vorteil von Büchern liegt in der ausführlichen Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte. Als Inspiration für anschauliche und ausführliche Bücher kann die Literaturliste dieses Artikels dienen. Auch im Internet können schnell Tausende von Ideen gefunden werden. Der Nachteil der Internet-Recherche besteht darin, dass oft nur das endgültige Produkt gezeigt wird oder die Herstellung extrem gerafft dargestellt wird.

Als Lehrkraft lohnt es sich, einige Bücher über die Schmuckfertigung mit in den Unterricht zu bringen. Die Schüler*innen können dann selbstständig online oder in den Büchern nach Designs suchen und ihrer Fantasie freien Lauf lassen.

Entwerfen und Gestalten

In diesem Arbeitsschritt muss entschieden werden, ob ein offener oder geschlossener Ring gefertigt werden soll. Wurde ein passendes Design gefunden, sollte die ungefähre Form in einer Skizze festgehalten werden (ebd.).

Offene Ringe umschließen den Finger nicht ganz, ein Spalt zwischen den Enden des Metallstücks wird freigelassen. Durch die offene Form entfällt der Arbeitsschritt des Hartlötens (Arnold & Withers, 2015, S. 131). Daher können offene Ringe als Einstieg in die Ringfertigung oder für niedrigere Klassenstufen genutzt werden.

Geschlossene Ringformen erfordern dagegen so gut wie immer das Hartlöten. Geschlossene Ringe müssen auf ein vorher festgelegtes Maß gearbeitet werden und können im Nachhinein nur schwer in der Größe verändert werden (ebd., S. 130).

Größenbestimmung

Als Nächstes muss mit dem Ringspiel die Ringgröße bestimmt werden. Am gewählten Finger wird ausprobiert, welcher der vielen Proberinge am besten passt (Walter & Schmidt, 2004, S. 48). Auch die Länge des Materials kann mit Hilfe des Ringspiels berechnet werden. Dabei gilt (ebd.):

$$(\text{Innendurchmesser } [d] + \text{Materialdicke } [D]) \times \pi = \text{Länge des Materials}$$

Alternativ kann ein Papierstreifen um den Finger gewickelt werden und mit einem Stift markiert werden (Withers, 2012, S. 130). So kann auch ohne Hilfsmittel die Ringgröße von anderen Personen ermittelt werden.

Sägen und Biegen

Nun kann das Material mit der Uhrmachersäge zugesägt und anschließend in eine runde Form gebogen werden. Dies kann mit Zangen oder aber mit einem Ringriegel und einem Holz- oder Kunststoffhammer bewerkstelligt werden (ebd., S. 132).

Die beiden Enden müssen nun mit Feilen bearbeitet werden, sodass sie parallel zueinander verlaufen und kein Spalt mehr zu sehen ist (Walter & Schmidt, 2004, S. 49ff.). Dazu kann der Ring „überspannt“ werden (ebd.). Die Enden werden dabei so lange zueinander gebogen, bis sie sich überlappen. Danach können die Enden wieder zurückgebogen werden, sodass sie jetzt nahtlos aneinanderverschließen (ebd.).

Hartlöten

Das Hartlöten braucht viel Vorbereitung. Lötlampe, Lötzinn, Flussmittel, Pinsel, Pinzetten, Schutzbrille und kaltes Wasser müssen bereitgestellt werden (Walter & Schmidt, 2004, S. 160f.).

Der Ring wird mit selbstschließenden Pinzetten auf den Löttisch bereitgelegt und die Lötstelle mit Flussmittel bestrichen (McGrath, 2004, S. 114). Anschließend wird das Lötzinn auf der Lötstelle platziert. Die Lötlampe wird entzündet und gezielt auf die Lötstelle gerichtet (ebd.). Die Lötstelle wird so lange mit der Lötlampe bearbeitet, bis das Metall anfängt zu glühen und sich das Lötzinn verflüssigt und in den Lötspalt fließt (McGrath, 2004, S. 114). Die Lötlampe wird vom Werkstück weggerichtet und gelöscht (ebd.). Der Ring kann nun mit einer Pinzette gegriffen und in ein Bad aus kaltem Wasser gelegt werden.

Ist der Ring nach dem Löten zu klein, wird er mit Hilfe des Ringriegels und gezielten Hammerschlägen erweitert (ebd., S. 63). Ist der Ring zu groß, muss er wieder aufgetrennt, die Größe korrigiert und erneut gelötet werden.

Feilen und Schleifen

Nun wird die Lötstelle von Lotresten befreit (Young, 2011, S. 94). Dazu werden verschiedene Feilen benutzt (ebd.). Die erste Bearbeitung kann mit sehr groben Feilen geschehen (ebd., S. 48). Nach und nach können feinere Feilen benutzt werden.

Nach dem Feilen können trockene oder nasse Schleifpapiere oder Nassschleifblöcke benutzt werden, um die Oberfläche des Rings noch feiner zu bearbeiten (Young, 2011, S. 110). Nassschleifblöcke und -schleifpapiere müssen vor dem Arbeiten leicht angefeuchtet werden. Durch die Nässe werden Staubpartikel gebunden und stellen keine Gefahr für die Atemwege dar (ebd.).

Verzierungen hinzufügen

Nun können eventuelle Verzierungen hinzugefügt werden. Die Möglichkeiten, einen Ring auch nach dem Hartlöten noch zu verzieren, sind annähernd unendlich. Nuten, verzierende Bohrungen, Hammerschläge oder unterschiedliche Metalle können eine interessante Optik schaffen.

Polieren

Der letzte Schritt ist das Polieren per Hand oder Poliermotor. Oberflächen mit filigranen Mustern sollten nicht zu lange oder zu stark poliert werden, da so Details verloren gehen könnten. Nach dem Polieren und Säubern ist der Ring fertig und kann getragen werden.

MÖGLICHE PROJEKTE

Im Rahmen dieser Arbeit sind viele eigene Ringe entstanden. Verschiedene Techniken und Ringformen wurden ausprobiert und auf ihre Durchführbarkeit in der Schule geprüft.

Einfacher Ring aus Runddraht

Dieser Ring ist ein einfacher Ring aus Neusilber-Draht (Abbildung 1). Alle Schritte entsprechen hierbei der prototypischen Vorgehensweise. Die Farbe des Rings erinnert an Gold, diese ist durch die Hitze beim Hartlöten entstanden.

Durch den einfachen Ablauf ist dieser Ring der perfekte Anfänger-Ring und könnte in der Schule als eines der ersten Werkstücke gefertigt werden.



Abbildung 1: Einfacher Ring aus Runddraht



Abbildung 2: Einfacher Ring aus Blech mit Hammerschlagoptik

Einfacher Ring aus Blech mit Hammerschlagoptik

Dieser Ring besteht ebenfalls aus Neusilber (Abbildung 2). Genutzt wurde ein vorgefertigter Blechstreifen.

Zunächst wird die Länge des Materials ermittelt. Anschließend wird das Material auf die entsprechende Länge zugesägt und auf dem Ringriegel gerundet. Nun folgen die Schritte Löten, Feilen und Polieren.

Verziert wurde dieser Ring mit Hammerschlägen. Genutzt wurde ein Polierhammer und ein feinerer Ziselierhammer. Es entsteht ein rustikales, raues Aussehen.

Die Hammerschlagtechnik eignet sich auch für Anfänger sehr gut. Alle Schritte sind einfach und leicht zu reproduzieren. Durch die Hammerschläge entsteht ein ansprechendes, individuelles Design. Auch kleinere Fehler beim Löten können durch das Hämmern versteckt werden.

Ring mit V-förmiger Spitze

Dieser filigrane Ring besteht aus zwei Einzelringen, die zusammengelötet wurden (Abbildung 3). Beim ersten Ring handelt es sich um einen einfachen Ring aus Neusilber-Draht. Der zweite Ring wird auf dieselbe Größe gefertigt wie der erste Ring. Dabei ist zu beachten, dass dieser Draht länger sein muss als der Erste. Der Draht wird so gebogen, dass eine runde Form entsteht. Die Enden des Drahtes werden jedoch nach oben weggebogen, um eine Spitze zu bilden. Anschließend wird auch dieser Ring überspannt und die Enden des Drahtes aufeinander abgestimmt. Gelötet wird genau an der Stelle, die später die Spitze bildet.

Die beiden Ringe werden jetzt noch einmal auf dem Ringriegel aufeinander angepasst. Sind die Ringe gleich groß, können sie miteinander verlötet werden. Dazu wird zwischen die Ringe Flussmittel gepinselt und auf der ganzen Rundung Lot verteilt. Nach dem Löten wird wieder mit der Feile nachgearbeitet und anschließend poliert.

Ringe, die mit dieser Technik gefertigt sind, wirken filigran und komplex. Trotzdem sind sie für Anfänger geeignet. Die Ringe können nach der üblichen Vorgehensweise gefertigt werden. Die einzige Schwierigkeit besteht im Zusammenlöten der beiden Ringe.



Abbildung 3: Ring mit V-förmiger Spitze

Reliefiring

Nach einem Beispiel aus „Schmuck gestalten“ (Walter & Schmidt, 2004) ist ein Reliefiring aus Messing entstanden (Abbildung 4). Dazu wurde ein Blechstreifen in einer Wellenlinie der Länge nach aufgetrennt. Die so entstandenen zwei Teile werden auf einen weiteren Blechstreifen aufgelötet. Dieser zweite Blechstreifen muss breiter sein als der Erste.

Je größer der Unterschied der beiden Bleche ausfällt, desto größer wird später die Nut in der Mitte. Die beiden Teile des ersten Bleches werden mit Flussmittel bestrichen und passend auf den zweiten Blechstreifen gelegt. Nun wird der Länge nach Lot verteilt. Erhitzt wird, bis alles Lot zwischen die beiden Bleche eingezogen ist.

Das so entstandene Blech wird auf dem Ringriegel gebogen und die beiden Enden aufeinander angepasst. Der Ring wird anschließend verlötet. Dabei kann ein Lot mit einem niedrigeren Schmelzpunkt gewählt werden als im vorherigen Lötdurchgang, damit die erste Lötverbindung sich nicht wieder auflöst.

Diese Technik verlangt einiges an Fingerspitzengefühl. Besonders zu beachten ist die Dicke der Bleche. Da der obere Blechstreifen auf dem unteren aufsitzt, muss dieser obere Streifen länger ausfallen. Daher ist diese Technik eher für geübtere Schüler*innen geeignet.



Abbildung 4: Reliefiring



Abbildung 5: Zweigeteilter Ring aus verschiedenen Metallen

Zweigeteilter Ring aus verschiedenen Metallen

Dieser Ring besteht aus zwei verschiedenen Metallen (Abbildung 5). Genutzt wurden je ein Blechstreifen Neusilber und Kupfer.

Die beiden Bleche werden zur einfacheren Bearbeitung mit Klebeband aufeinander geklebt und mit einer Uhrmachersäge der Länge nach aufgetrennt.

So entstehen vier Teile, von jedem gewählten Material je zwei unterschiedlich geformte Teile. Zwei der zueinanderpassenden Metallstreifen werden jetzt zusammengelötet. Dabei wird der Spalt mit Flussmittel bestrichen und Lot auf der ganzen Länge verteilt.

Nun folgen die üblichen Schritte. Das entstandene Blech wird rund gebogen und die Enden aneinander angepasst. Beim zweiten Lötdurchgang kann ein Lot mit niedrigerem Schmelzpunkt gewählt werden. Anschließend wird der Ring von Lötresten befreit und poliert.

Auch dieser Ring ist eher für fortgeschrittene Schüler*innen geeignet. Die Herausforderung bei diesem Design liegt in den unterschiedlichen Metallen. Schmelzpunkt, Härte und Bearbeitbarkeit können sich stark unterscheiden.

Filigraner Silberring

Der Ring in Abbildung 6 besteht aus vier Ringen, die einzeln gearbeitet wurden.

Als Erstes wird ein einfacher Ring aus Silber-Blech als Basis gearbeitet. Genutzt wurde 235 Sterling Silber. Alle Schritte entsprechen der bereits vorgestellten Vorgehensweise.

Anschließend wird aus vier einzelnen Neusilber-Drähten ein Muster geflochten. Dazu werden die Enden der Drähte in einen Schraubstock eingespannt. Unter Zug werden die Drähte dann verflochten. Ist die Flechtarbeit abgeschlossen, wird auch dieses Geflecht zu einem Ring gebogen. Anschließend wird die Größe so angepasst, dass dieser zweite Ring auf den Ersten passt. Der geflochtene Ring wird ebenfalls gelötet.



Abbildung 6: Filigraner Silberring

Als Nächstes werden zwei einfache Ringe aus Silber-Draht gefertigt. Sie dienen später als obere und untere Abgrenzung für den geflochtenen Innenteil und sollten ebenfalls auf den ersten Ring passen. Anschließend folgt das

Zusammensetzen der einzelnen Ringe. Die Ringe werden nach und nach auf den ersten Ring gelötet. Zum Schluss werden die überstehenden Kanten und alle Lotreste weggefeilt. Als letztes wird der Ring poliert.

Dieser Ring ist trotz seines einfachen Aufbaus aus vier einzelnen Ringen sehr komplex und für Einsteiger eher ungeeignet. Die Planung, wie welcher Ring herzustellen ist und wie er im letzten Schritt zusammengesetzt werden muss, verlangt viel Zeit und kann für Anfänger überfordernd sein.



Abbildung 7: Gravierter Ring

Gravierter Ring

Dieser Ring ist mit Hilfe eines Lasercutters entstanden (Abbildung 7). Dazu wurde die benötigte Länge des Materials ermittelt, ein Neusilber-Blech auf die richtige Länge zugesägt und noch im flachen Zustand mit einem Lasercutter bearbeitet.

Lasercutter gravieren und schneiden mit einem Hochleistungslaser, der das Material abträgt. Trifft dieser Laser auf spiegelnde Oberflächen, kann der Laser zurückgeworfen werden. Daher muss die Oberfläche des Neusilber-Blechs mit einem Mattierungsspray abgedeckt werden. Anschließend wird das gewünschte Muster auf die Oberfläche gelasert.

Nach dem Prozess des Gravierens wird aus dem flachen Stahl ein Ring geformt, die Enden werden aneinander angepasst und der Ring gelötet, nachgearbeitet und poliert.

Durch diese Technik kann, falls ein Lasercutter zur Verfügung steht, auf kreative Weise die Metallbearbeitung von Hand und die Möglichkeiten maschineller Metallbearbeitung verbunden werden. Durch das Gravieren können Ringe noch individueller gestaltet werden.

FAZIT

Gezeigt werden konnte, wie vielfältig die Möglichkeiten sind, Ringe in der Schule zu fertigen. Verschieden Materialien, Techniken und Ideen können kombiniert werden. Inspiration kann aus der langen Geschichte der Schmuckherstellung, Büchern, Internetseiten und dem alltäglichen Leben gezogen werden.

Als Lehrkraft lohnt es sich, selbst an eigenen Ringen zu arbeiten, bevor mit den Schüler*innen die Ringfertigung behandelt wird. So kann die Faszination für diese Arbeiten selbst erlebt und an die Schüler*innen weitergegeben werden.

Literaturverzeichnis

- Arnold, X. & Withers, S. (2020). 350 Tipps, Tricks und Techniken - Schmuckherstellung. Das unentbehrliche Nachschlagewerk mit Antworten auf alle Fragen. 3. Auflage. Stuttgart: frechverlag GmbH.
- Becker, H. (2011). Schmuck aus Holz und Silber. Techniken und Projekte. Bern, Stuttgart & Wien: Verlag Paul Haupt.
- Brepohl, E. (1995). Theorie und Praxis des Goldschmieds. Mit 623 Bildern, 52 Tabellen und einem Farbteil. 11. Auflage. Leipzig & Köln: Fachbuchverlag.
- Codina, C. (2000). Schmuck-Werkstatt. Materialien - Techniken - Gestaltungsideen. Bern, Stuttgart & Wien: Verlag Paul Haupt.
- Hartmann, H. (1995). Schmuckexperimente. Gestalten und Herstellen von Schmuck aus ungewöhnlichen Materialien. Bern, Stuttgart & Wien: Verlag Paul Haupt.
- McGrath, J. (2004). Techniken der Schmuckherstellung. Ein illustriertes Handbuch traditioneller und moderner Techniken. 3. Auflage. Bern, Stuttgart & Wien: Verlag Paul Haupt.
- Walter, R. & Schmidt, M. (2004). Schmuck gestalten. Zürich: Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.
- Withers, S. (2012). Die Enzyklopädie der Drahtschmucktechniken. Ein Kompendium aus Schritt-für-Schritt-Anleitungen für Schmuck aus Draht. Bergheim: Creanon Verlag.
- Young, A. (2011). Handbuch Schmuck. Die Techniken der Schmuckgestaltung. Bern, Stuttgart & Wien: Verlag Paul Haupt.

Autoreninformation

Yannik Haußmann B.Ed. studiert Lehramt für die Sekundarstufe 1 (M.Ed.) an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. In seiner Bachelorarbeit beschäftigte er sich mit den Möglichkeiten der Ringfertigung in der Schule und fertigte selbst viele Ringe.



Schachbrett für Menschen mit einer Sehbehinderung

Fertigung im Technikunterricht und Anwendung

Niclas Günther

SCHLAGWORTE

Unterrichtspraxis
Fertigungsanleitung
Additive Fertigung
3D-Drucker

ABSTRACT

Schach bietet jungen Menschen in der Entwicklung eine Vielfalt an kognitiven Vorteilen, die es ratsam machen, diese Sportart in Schulen anzubieten oder sich zumindest im schulischen Kontext damit auseinanderzusetzen. Im Fach Technik können durch die Fertigung eines Schachbrettes (bspw. wie hier für Blinde, aber auch als Reiseschachbrett zum Stecken) zum einen die Kompetenzen des Schachspiels als auch die der Holzverarbeitung widergespiegelt und überprüft werden. Mit der Hinführung zum Thema, dem Erschließen eines Arbeitsplanes und allen anderen folgenden Schritten, kann man einen Aufwand von etwa einem Schulhalbjahr kalkulieren, der im Voraus schon fertig geplant werden kann.

Einleitung

Das Schachspiel findet in seiner uns heute bekannten Form und Spielweise zwiespaltene Begeisterung in aller Welt, und besonders im Sport. Einerseits ist Schach ein Spiel wie jedes andere Brettspiel, das jeder erlernen kann, andererseits hat Glück durch die hohe Komplexität eines Spielverlaufes keinen Platz, wie es bei anderen Spielen der Fall wäre. Im Schach ist es tendenziell nicht möglich, dass Anfänger*innen Großmeister*innen besiegen können. Möglich sei dies jedoch bei anderen Geschicklichkeits- und Geduldsspielen wie Dame. Anders als andere Sportarten ist Schach eine derer, die jeder Mensch betreiben kann. Personen mit Einschränkungen müssen in einer laufenden Partie lediglich ihren Zug dem Kontrahenten oder der Kontrahentin kommunizieren können, wobei es eine Menge an Möglichkeiten gibt.

Seine Ursprünge hat das Schach (pers. šah = König, etymologischer Ursprung vermutlich bei Xerxes' ursprünglicher Aussprache) im alten Persien des etwa 5. oder 6. Jahrhunderts. Diesbezüglich sind sich Forscher nach aktuellem Stand nicht einig, denn die Spielregeln haben sich in den folgenden 900 Jahren nicht wenig verändert. Beispielweise war die uns heute bekannte Dame keine Figur, die es auf dem Brett gab. Dennoch dient das Spiel seit jeher einem wichtigen Zweck bei Adel zu Hofe: Strategische Kriegssimulation. Bei genauem Betrachten der Figuren kann man feststellen, dass sie eine große Ähnlichkeit zu einem Heer des frühen Mittelalters beziehungsweise deren religiösen Vertretern haben.

Schach, wie wir es heute kennen, findet beinahe seine Vollendung im 15. Jahrhundert. Nachträglich wurde in Europa noch der ein oder andere Sonderzug beigefügt, doch das Spielkonzept stand zu jenen Zeitpunkten bereits. Im Jahr 1924 hatte das Schachspiel sein bis dahin vorerst einmaliges Debüt bei den Olympischen Spielen in Frankreich als Demonstration, wie auch eine eigene Schach-Olympiade in München im Jahr 1936. Mit dem Schachwettbewerb 1924 gründete sich auch zeitgleich die FIDE in Paris. (Europe Échecs, 2015) Mitunter zum 100-jährigen Jubiläum der FIDE bemühte sich Frankreich mit Erfolg, die Olympischen Sommerspiele 2024

ausrichten zu dürfen. (Samson, 2017) Ob Schach nun wirklich eine Sportart ist, blieb offen und umstritten.

Seit 1999 gehört Schach zu den offiziell vom Internationalen Olympischen Komitee anerkannten Sportarten. (Federation, International Chess, 2023).

MENSCHEN MIT SEHBEHINDERUNG IM SCHACH

Als Mensch mit Sehbehinderung ist es kein leichtes Unterfangen, sich seinen nächsten Zug gut zu überlegen. Um dies zu bewerkstelligen, müssen Spieler*innen das Spielfeld sehen können und dürfen diese während ihrer Überlegungen auch nicht berühren, denn es gilt: Wer eine Figur berührt, muss sie ziehen. Für Menschen mit Sehbehinderung musste also das Schachfeld und seine Figuren „sichtbar“ gemacht werden. Der Deutscher Blinden- und Sehbehinderten-Schachbund e.V. (DBSB) bietet Schachspieler*innen und Schachinteressierten ein breites Angebot sowie hervorragende Hilfen. Neben eigenen Turnieren in ihren vier Bezirken deutschlandweit bietet der DBSB entsprechende Schachbretter und -uhren, wie auch Tipps zur Notation während des Spieles und weitere Hilfen rund um das Thema Schach für Menschen mit Sehbehinderung an (DBSB, 1989). Darüber hinaus ist der DBSB Mitglied des Deutschen Schachbundes und trägt dort den Status eines eigenen Landesverbandes. Des weiteren nehmen die „stärksten Spieler des DBSB an Welt- und Europameisterschaften der International Braille Chess Association (IBCA), an Länderkämpfen und regionalen Schachturnieren sowie an den Deutschen Einzelmeisterschaften und Pokalturnieren des DSB teil“ (DBSB, 2001).

Aufbau des Brettes

Menschen mit Sehbehinderung haben neben dem Hauptspielfeld ihr eigenes, kleineres Spielfeld, auf welchem sie die Figuren erfühlen können, wobei Schwarz sich von Weiß durch einen Nagelkopf auf der Spitze der Figur unterscheidet. Die Felder werden ebenfalls durch einen Höhenunterschied bestimmt: Die schwarzen Felder sind bei solchen Brettern angehoben – zumeist durch ein dunkles Plättchen

aus Holz. Über dieses Brett können die Finger gleiten und somit bestimmen, auf über welchen Bereich des Feldes sie gerade nachdenken, ob dort eine akute Gefahr besteht oder ob man hier die eigene Position stärken oder die der Kontrahent*in verschlechtern kann. Damit die Spielfiguren beim Nachdenken nicht vom Brett fallen, ist in jedes Feld ein gefasstes Loch gebohrt, in dem jeweils eine Figur stecken kann. Die Größe der Bretter kann variieren, da es davon abhängig ist, welche Größe die Finger der Blinden haben und wie viel sie noch sehen können. Einige Spieler*innen verfügen noch über genug Sehkraft, sodass sie Formen wahrnehmen können, weshalb es sich dabei lohnt, ein größeres Brett zu organisieren, sodass die Figuren noch eher erahnt werden können und die Finger nur zu einer Art Gegenkontrolle beim Denken benötigt werden.

Figuren

Eine Figur für Menschen mit Sehbehinderung unterscheidet sich nicht vollständig zu regulären Spielfiguren. Sie werden in ihrer Form zumeist schlicht gehalten und bieten so den Spieler*innen eine leichte ertastbarkeit. Damit nun eine schwarze Figur von einer weißen unterschieden werden kann, sind die schwarzen Figuren an ihrer Spitze mit einem Nagelkopf versehen. Somit erkennt man sehr leicht, um wessen Figur es sich dabei handelt. An der Unterseite der Figur ist ein Stab aus Metall befestigt, der es der Person mit Sehbehinderung erlaubt, die Figur in das Loch auf dem gewünschten Feld zu stecken.

Spielweise

Das Spiel beginnt und die größte Angst, die manche Spieler*innen verspüren ist die, gegen jemanden zu spielen, der/die eine Sehbehinderung hat. In vielen Schachvereinen oder auch im privaten Haushalt ist man das Spiel gegen beeinträchtigte Personen nicht gewohnt und weiß daher nicht mit einer solchen neuen Situation umzugehen. Menschen mit Sehbehinderung spielen nicht auf dem großen Turnierbrett. Sie denken, fühlen und spielen auf dem ihren und geben die Züge, die sie ziehen verbal an. Als Kontrahent*in zieht man dann den Zug auf dem großen Feld, denkt wiederum über den eigenen Zug nach und kündigt diesen dann beim Ziehen selbst an. So kommt es vor, dass man während des Turniers aus einer Ecke des Saales Sätze wie „Springer nach h3, Schach!“ – „Dame schlägt h3.“ – „Läufer nach c5, Schach!“ hört (Silman, 2001). Die Steckbrettvariante (Abbildung 1) wurde erstmals 1849 an einer Blindenschule in London, England entwickelt.

SCHACHPÄDAGOGIK

Die Schachpädagogik für Kinder und Jugendliche lässt sich in zwei zentrale Aspekte unterteilen. Das Ziel ist nicht, das reine Schachspiel beizubringen, da Regeln und Bücher auswendig gelernt werden können, sondern sich mit den Langzeitergebnissen zu beschäftigen, die Kinder und Jugendliche auf lange Sicht durch diesen Sport und seine Förderung erfahren können.

Kognitive Zielsetzung

Durch lange Partien von etwa zwei bis vier Stunden fördert das Schachspielen besonders die Konzentrationsfähigkeit. Dabei wird eine geistige Leistung besonders im Denken und auch die Selbstbeherrschung gefordert. Durch verbesserte Konzentration folgt die Fähigkeit, gezielt logischer zu denken. Folglich denkt die spielende Person nicht nur über den nächsten Zug nach, sondern über die nächsten folgenden Züge. Dadurch ergibt sich eine Art Baumdiagramm, deren Analyse an Schachcomputern ein tieferes Verständnis in die Denkprozesse einer spielenden Person bringt.

Ein weiterer Punkt ist die Kompetenz der Problemlösefähigkeit. Während des Schachspieles trifft eine spielende Person auf eine Vielzahl an Problemen, die sich auf dem Brett oder im direkten Umfeld befinden. Dabei soll der Ursprung eines Problems entdeckt werden und eine darauf passende Lösungsstrategie gefunden und entwickelt werden. Dies erfordert neben der sich bildenden Kompetenz eine Strategie, von denen es im Spiel eine Vielzahl gibt. Es handelt sich um Strategien, eine Eröffnung zu spielen, das Mittelspiel zu dominieren oder ein hochkompliziertes Endspiel zu gewinnen.

Ebenfalls fördert Schach die Kreativität. Es steht der spielenden Person offen, ein schnelles Ergebnis zu erzielen oder eben ein ästhetisch ansprechendes Schachmatt zu geben. Diese Kreativität kommt in der Regel mit der Erfahrung im Spiel und bündelt das logische Denken, die Problemlösekompetenz und die erhöhte Konzentration. Es ist nicht das Ergebnis der Partie, das Schachspieler*innen begeistert, sondern der Weg dahin. Aus ihm lernt man für weitere Spiele und für die Zukunft. Durch diesen Weg erst entsteht ein Lerneffekt.



Abbildung 1: Steckbrettschach

Diese Lerneffekte wirken sich auch auf das Leben außerhalb des Schachs aus. Das Schachspiel dient dabei lediglich als Kanal für Kompetenzen, die sich in die Außenwelt ausweiten.

Bei Kindern kann Schach als Therapie angewandt werden. Studien zufolge konnte eine Steigerung der Konzentration, eine Senkung der Ablenkbarkeit, eine verbesserte Planungs- und Problemlösefähigkeit festgestellt werden. Folgende Studien bei Erwachsenen belegen, Schachspieler*innen seien Nicht-Schachspieler*innen in diesen Belangen überlegen (Vollstädt-Klein, 2019).

Emotionale und soziale Zielsetzung

Schach fördert Teamfähigkeit und das faire Spiel. Es ist durch die klare Regelstruktur beinahe unmöglich, während einer Partie zu betrügen. Selten gibt es Fälle, bei denen im Verborgenen ein Schachcomputer mitwirkt (siehe bspw. Carlsen-Niemann-Kontroverse; Chessbase, 2023), wobei diese in der Regel schnell bemerkt werden und ihre Konsequenzen nach sich ziehen.

Im Bereich der Selbstregulation lernen Kinder und Jugendliche, bei Problemen besonnen vorzugehen und sich nicht in eine Thematik hineinzustürzen, deren Lösung eine ausreichende Vorarbeit braucht. Sie lernen, sich selbst zurückzuhalten und eine Situation zu analysieren, bevor sie selbst in Aktion treten.

Gemeinsam mit den kognitiv entwickelten Kompetenzen, kann sich das Selbstbewusstsein junger Menschen positiv entwickeln, da sie sich schon durch ihre Selbstregulation ihrer Stärken und Schwächen bewusstwerden. Zudem bietet Schach auf einer Wettbewerbsebene eine Alternative, sich direkt mit anderen Kindern und Jugendlichen zu messen und zu vergleichen.

„Schach kann ein wertvoller Bestandteil des Schulunterrichts sein. Es kann dazu beitragen, die kognitiven und sozialen Fähigkeiten der Kinder und Jugendlichen zu fördern“ (Brunthaler, 2009, S.1).

EINBINDUNG IN DEN SCHULISCHEN KONTEXT IM FACH TECHNIK

Auf den ersten Blick mag das Schachspiel wenig, wenn nicht sogar gar nichts mit dem Fach Technik zu tun haben. Bei genauerer Betrachtung fällt allerdings auf: „Der Mensch gestaltet sein Leben durch den Einsatz technischer Objekte. Bei der Herstellung und Nutzung technischer Objekte wird die Umwelt vielfältig beeinflusst“ (Bildungsplan BW Technik, 2016). So auch das Schachspiel, das unter Hilfestellung der Schachpädagogik mit ihrer Kompetenzförderung einen interessanten und positiv ergänzenden Aspekt des Technikunterrichts bilden und diesen zielführend ergänzen kann. Eine Schlussfolgerung, die man in Bezugnahme auf das logische Denken leicht treffen könnte, ist daher, dass Schachspieler*innen gute Mathematiker*innen sind. Dazu gibt es seit einigen Jahren Studien (verw. Trier-Studie, 2003-2006), die untersuchen, wie das Schachspiel den Matheunterricht bereichern kann. Leider widersprechen sich diese Studien oft. Ein gemeinsamer Konsens allerdings besteht darin, dass

Schach „ein probates Mittel zur Förderung von leistungsschwachen Schülern oder Schülerinnen mit Einschränkungen sein kann“ (Zlabinger, 2021, S.18) Im Folgenden vergleichsweise grundlegende Aspekte aus der Technikdidaktik (in Anlehnung auf den Bildungsplan Technik, 2016), in denen das Spiel und die Beschäftigung mit dem Thema widergespiegelt werden können.

Leitperspektiven

In der Technik soll die Toleranz und Akzeptanz von Vielfalt eine wichtige Rolle übernehmen. Schüler*innen sollen sich technisch geprägter Lebenssituationen bewusstwerden und diese durch technische Hilfsmittel bereichern können. Zudem erfordert das Fach eine Problemlösekompetenz, die ebenfalls gefördert werden soll (vgl. Tüchel'scher Regelkreis). Auf ein Problem oder Bedürfnis wird eine Lösung gesucht, die dann ausgearbeitet und gegebenenfalls nachkorrigiert oder verbessert werden soll. Durch das Konstruieren, Planen und Herstellen technischer Artefakte im Unterricht, sind Schüler*innen dazu angehalten, Regelungen, Vorgaben, Sicherheiten, etc. einzuhalten und diese umzusetzen. Dadurch erlangen sie ein tieferes Verständnis im Bereich der Gesundheit und Prävention.

Zudem findet sich in der Arbeit mit Holz auch die berufliche Orientierung wieder. Schüler*innen erhalten tiefere Einblicke in die Arbeit eines Schreiners. Mitunter sind sie dazu angehalten, ein Schachbrett mit einem hohen Maß an Präzision zu fertigen. Dadurch erlernen sie auch Arbeitsprozesse und entwickeln gegebenenfalls Hilfen, die eine hohe Wiederholgenauigkeit ermöglichen (Bildungsplan BW Technik, 2016).

Kompetenzerwerb in Verbindung zur Schachpädagogik

Die angeführten Leitperspektiven im Fach Technik finden sich ebenfalls in der Schachpädagogik vertreten. In beiden Fällen sticht die Problemlösekompetenz heraus. Dadurch, dass das Schach die Konzentration, die Selbstregulation und die Kreativität fördert, kann eine Lehrkraft davon ausgehen, dass Schachspieler*innen, die sich ebenfalls ein wenig in der Technik auskennen und dort bereits Grundkenntnisse erworben haben, schneller und effektiver problemlösende Strategien entwickeln, um ein technisches Problem lösen zu können. Ebenfalls findet sich der analytische Ansatz einer Situation gewinnbringend für den Technikunterricht wieder, da Mängel in einer technischen Umsetzung schnell erkannt werden können. Dabei gehen Spieler*innen in den nächsten Schritt über und entwickeln umgehend neue Lösungsstrategien.

Themenschwerpunkt Holz

Da Holz in vielen Gebieten Anwendung findet, so auch bei Brettspielen, lohnt es sich, Schüler*innen ein eigenes Schachbrett fertigen zu lassen. Die Voraussetzung für das Anfertigen eines Schachbretts im Unterricht sollten nicht die Vorerfahrungen mit dem Spiel der Schüler*innen sein, sondern vielmehr das Entdecken neuer Interessen. Durch die zahlreichen positiven Aspekte der Schachpädagogik können die Schüler*innen einen neuen Sport für sich entdecken und

sich selbst weiterentwickeln. Ein Schachbrett deckt im Bereich der Holzverarbeitung im Bildungsplan alle zu erwerbenden Kompetenzen ab. Beginnt man mit der Planung und den ersten Überlegungen, kann man direkt zur Konstruktion übergehen. Im Folgenden finden sich die Bereiche der Arbeit mit dem wohl gewählten Werkstoff (Sägen, Bohren, Fasen, etc.) wieder. Fortschreitend kann man ein Holzschachbrett auch in CAD-Programmen erstellen und gegebenenfalls fräsen lassen. Nachgehend folgt die fachgerechte Behandlung des Holzes, die Auswahl von passenden Hilfsmitteln wie Dübeln, Scharnieren, Leimen etc.

Passend fällt die Produktion eines Blinden-Schachbrettes auch in die Bereiche der Produktionstechnik (3.2.3.1.), der Versorgung und Entsorgung (3.2.3.2.) und wenigstens teilweise aber nicht unerheblich in den Bereich der Bautechnik (3.2.3.3.) (Bildungsplan BW Technik, 2016).

MÖGLICHKEITEN DER DIFFERENZIERUNG UND BEWERTUNG

Das Schach bereichert nicht nur durch seine regelmäßige Übung den Technikunterricht, sondern auch durch die Herstellung eines eigenen Schachbrettes. Die einschlägigen Ähnlichkeiten der Leitperspektiven im Fach Technik und die Ziele der Schachpädagogik bieten dem Technikunterricht im Verbund genug Vorteile, um in Betracht zu ziehen, leichte taktische Aufgaben aus der Schachwelt in den Unterricht zu integrieren, sodass man die Aufmerksamkeit der Schüler*innen schnell erlangt. Alternativ und sofern nicht vorhanden kann eine Schach-AG gegründet werden, die von einer schachspielenden Lehrkraft geleitet wird, die die Schüler*innen in Punkten der Schachpädagogik fördert. Diese AG kann für andere Schulen zugänglich gemacht werden, um in Kontakt mit blinden Kindern zu kommen.

Differenzierung

Es gibt viele Wege, ein Schachbrett zu fertigen, die in ihrer Form ein jeweils anderes Maß der Kreativität erfordern können. Die Schüler*innen haben die Wahl der Schwierigkeit ihres Projektes, was schon zu Beginn ein sehr differenziertes Feld in der Bearbeitungsweise zulässt. Die Lehrkraft kann leistungsschwachen Schüler*innen auch geeignete Hilfestellungen durch hinführendes Fragen geben. Im Falle, dass die Gesamtheit Schwierigkeiten mit der Umsetzung hat, kann die Lehrkraft auch im Plenum geeignete Hinweise geben, die den Denk-, Lern- und Arbeitsprozess anspornen und fördern.

Bewertung

Da der kreative Prozess und die Problemlösung an einer der ersten Stellen stehen, kann man damit beginnen, eben diese zu bewerten. Die Schüler*innen haben zu Beginn des Projektes eigene Ideen geäußert und zeichnerisch oder schriftlich festgehalten. Diese Ideenfindung kann als erste Grundlage der Bewertung dienen. Folgend kann der Umgang mit Werkzeug und Maschinen in Betracht gezogen werden. Bei einer maximalen Größe von 16 Personen in einem Technikraum in der Schule hat die Lehrkraft genug Zeit, sich mit den Schüler*innen individuell auseinanderzusetzen und ihre

Arbeitsweise zu bewerten. Dabei wären mögliche Kriterien die Arbeitssicherheit, die Handhabung der Werkzeuge, der sinngemäße Gebrauch und die Behandlung des Werkstoffes wie auch dessen Verarbeitung.

Das fertige Werkstück kann anschließend nach der Präzision, (Ästhetik), Kreativität und Benutzbarkeit bewertet werden. Da das Schachbrett einen längeren Arbeitsaufwand erfordert und es beachtet werden muss, dass Schüler*innen in diesem Themenfeld neu sind, muss die Bewertung entsprechend angepasst werden.

METHODISCH-DIDAKTISCHE REFLEXION

Als Herangehensweise kann, wie es Schüler*innen im Projekt „Soziales Engagement“ erleben, ein Handicap simuliert werden. Das Projekt „Soziales Engagement“ des Landes Baden-Württemberg bringt Schüler*innen der siebten Klasse die Problematiken näher, die ein Mensch mit Behinderung täglich erleben muss. Das Projekt zielt auf soziales Handeln und Erfahrungen ab, die Realschüler*innen im persönlichen Bereich und im Miteinander mit Anderen erleben. Im Gesamten wird dies praxisnah umgesetzt, um in kurzer Zeit ein wirkungsvolles Ergebnis zu erzielen. Dabei erhalten Kinder und Jugendliche auch einen Einblick in die soziale Arbeitswelt. Es ist möglich, den Lernenden die Augen zu verbinden und ein reguläres Schachbrett zu erfühlen. Da dieser Versuch scheitern wird, suchen die Schüler*innen nach Lösungen, wie man blind ein Schachbrett bedienen kann. Dabei muss das Thema Schach noch nicht einmal im Vordergrund stehen (Böhm, et al., 2004).

Eine weitere Herangehensweise ist die direkte Konfrontation mit Schach. Dabei darf gerne im Unterricht eine Partie Schach gespielt werden. Dazu benötigt es allerdings mindestens eine*n Schachspieler*in in der Klasse, sofern die Lehrkraft selbst Schach spielt, ansonsten sind mindestens zwei Spieler*innen erforderlich.

Nach zwei Partien kann man einen der Spielenden auffordern, sich die Augen zur nächsten Partie verbinden. In diesem Moment dürfte die Aufmerksamkeit der Schachunbegeisterten beim aktuellen Geschehen liegen. Die nun blinde Person wird versuchen, zu ziehen und Figuren umwerfen und die Partie wird eine wesentlich intensivere Kopfsache, da die Visualisierung fehlt.

In beiden Fällen wird die Problemstellung eindeutig. Die einzige Voraussetzung, die es dazu braucht, ist ein gewisses Maß an Empathie, sodass alle Schüler*innen eine Lösung finden. Im weiteren Vorgehen wird die Kreativität eines jeden gefordert, da die skizzierten Lösungsvorschläge sehr individuell sein können. Die einzige Vorgabe, die eine Lehrkraft geben muss, ist das Material und unter Umständen (je nach finanziellen Mitteln) der maximale Kostenpunkt pro Person. In jedem Fall werden die Schüler*innen auf Lösungsvorschläge kommen, die aus Holz umsetzbar sein sollten. (Vorschläge in der Anlage) Schüler*innen setzen sich damit aktiv und selbstständig mit einer konkret erschlossenen Problemstellung auseinander.

Durch die unterschiedlichen Vorschläge werden sich entsprechend unterschiedlich schnell zu lösende Schach-

bretter ergeben. Es kann also absehbar sein, dass die Lernenden in ähnlichem Tempo fertig werden.

Wichtig ist nur, noch vor Arbeitsbeginn, mit den Schüler*innen einen Arbeitsplan zu strukturieren, der die Nutzung der Werkzeuge und Maschinen auf denselben oder ähnlichen Zeitpunkt setzt. Die Lehrkraft hat dadurch während des Arbeitsprozesses die Möglichkeit, den Schüler*innen gemeinsame wie auch individuelle Hilfsmittel an die Hand zu geben und sie in die Arbeitsweisen mit beispielsweise dem Stechbeitel einzuweisen.

VERLAUFSPLANUNG

Folgend befindet sich eine mögliche Verlaufsplanung zur Fertigung eines Schachbrettes. Dieser Vorgang beschreibt die Fertigung durch geschulte Personen, wie sie in der Regel verwendet wird. Die Maße variieren bei Schachspieler*innen mit eingeschränkter Sicht. Tischkreissägen und andere große Maschinen dürfen nicht von SchülerInnen genutzt werden, weshalb im Falle der Benutzung eine schulgerechte Alternative darunter angeführt wird.

Schritt	Beschreibung	Werkzeuge	Gefahrenbewertung
Anzeichnen	Grundplatte anzeichnen (zwei Hälften)	Bleistift, Messgerät	Extrem gering
Ablängen	Ablängen der Grundplatte	Tischkreissäge	Nur Lehrkraft
		Japansäge	Extrem gering
Anzeichnen	Anzeichnen der Bohrlöcher auf der Grundplatte (64x)	Bleistift, Messgerät	Extrem gering
Bohren	Bohren durch Mitte Mahagoni; Bohren der Grundplatte	Ständerbohrmaschine	Gering
Ablängen	Ablängen der Feldplatte aus Mahagoni (32x)	Tischkreissäge	Nur Lehrkraft
		Japansäge	Extrem gering
Rahmen fertigen	Ablängen des Rahmens und an den oberen Kanten fassen	Bandsäge, Schleifpapier	Mittel
Bohren	Anzeichnen und Bohren der Position der Einbohrscharniere	Ständerbohrmaschine	Gering
Verleimen	Alle Einzelteile an der jeweiligen Position verleimen	Holzleim	Extrem gering
Senken	Senken der Bohrlöcher (64x; 32x weiß, 32x schwarz)	Senkkopf, Ständerbohrmaschine	Gering
Einsetzen	Einbohrscharniere einsetzen und feststellen	Schraubendreher	Extrem gering

Optional kann noch das Feld A1 (schwarz unten links) mit einem in den Rahmen eingeschlagenen Nagel markiert und die Unterseite des Brettes zur besseren Bodenhaftung mit Gelnoppen versehen werden.

Tabelle 1: Verlaufsplanung Fertigung (Die Gefahrenbewertung orientiert sich an der Risikobewertung der Uni Konstanz (2023))

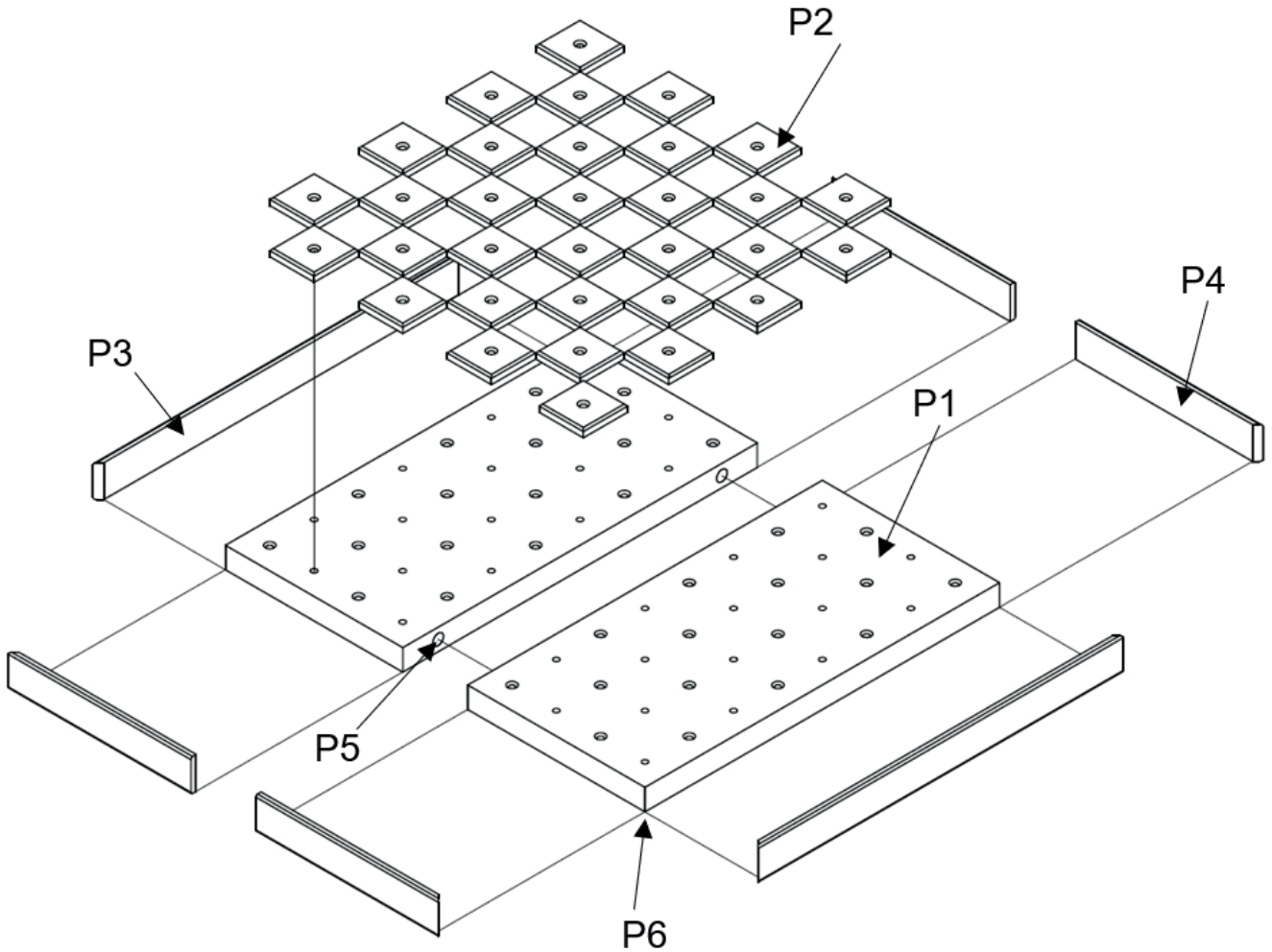


Abbildung 2: Explosionsansicht

Nr.	Menge / Anzahl	Bezeichnung	Material
P1	2	Grundplatte	Multiplex Birke
P2	32	Schwarzes Feld	Mahagoni 25x25vierkant
P3	2	Seite lang	Mahagoni3x18
P4	4	Seite kurz	Mahagoni3x18
P5	2	Einbohrscharnier	Winkel 180°
P6	4	Gelnoppe	Polyurethan

Tabelle 2: Legende zur Explosionsansicht



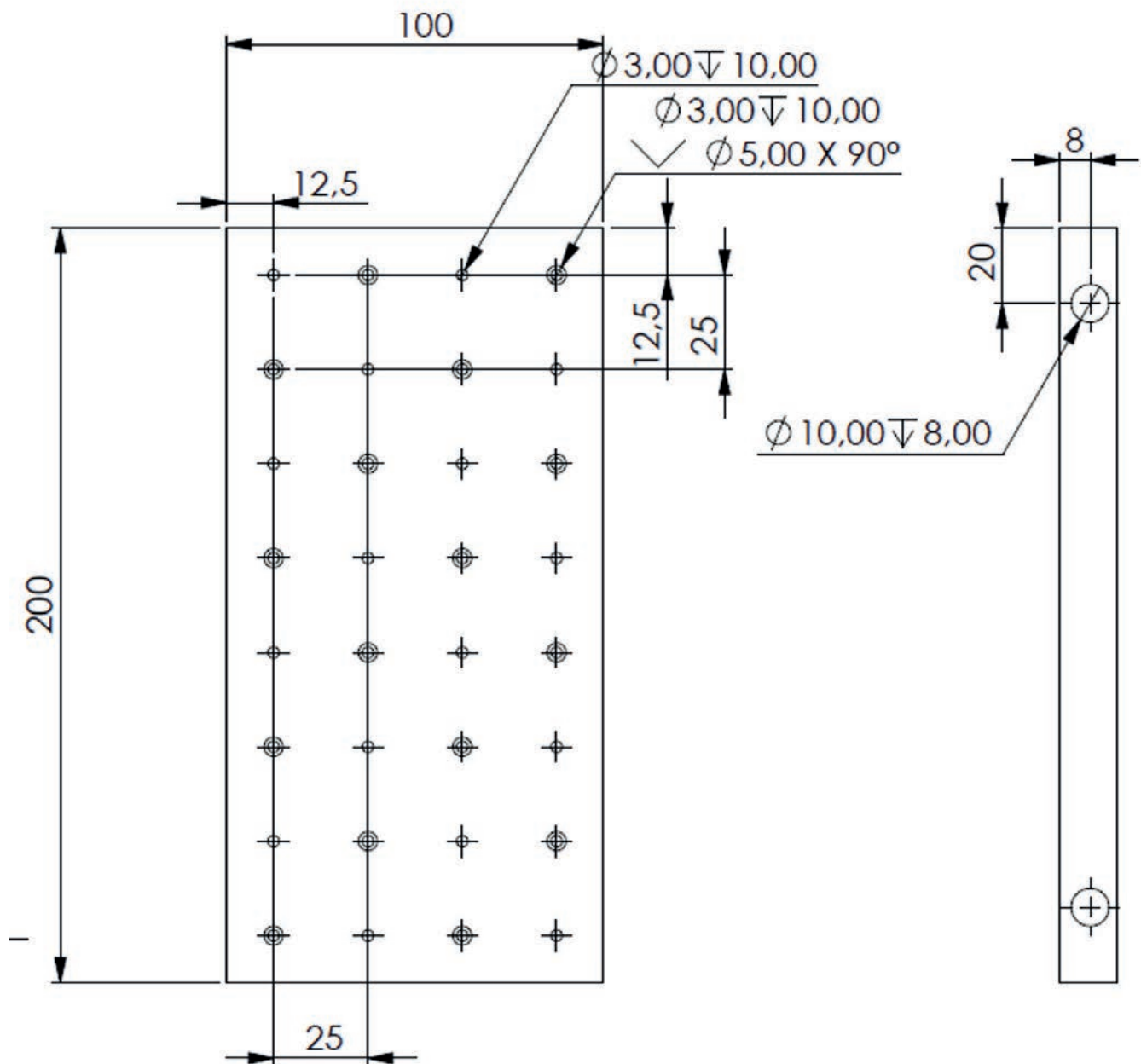
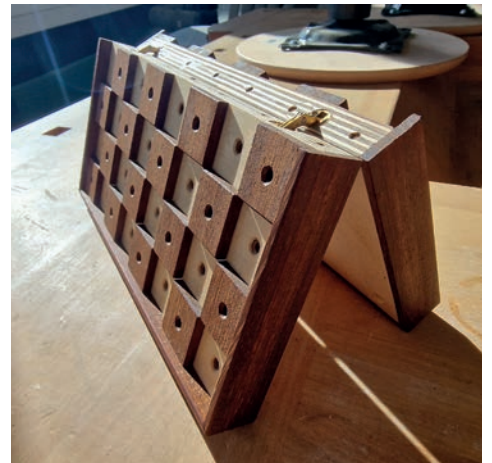


Abbildung 3: Technische Zeichnung der Grundplatte



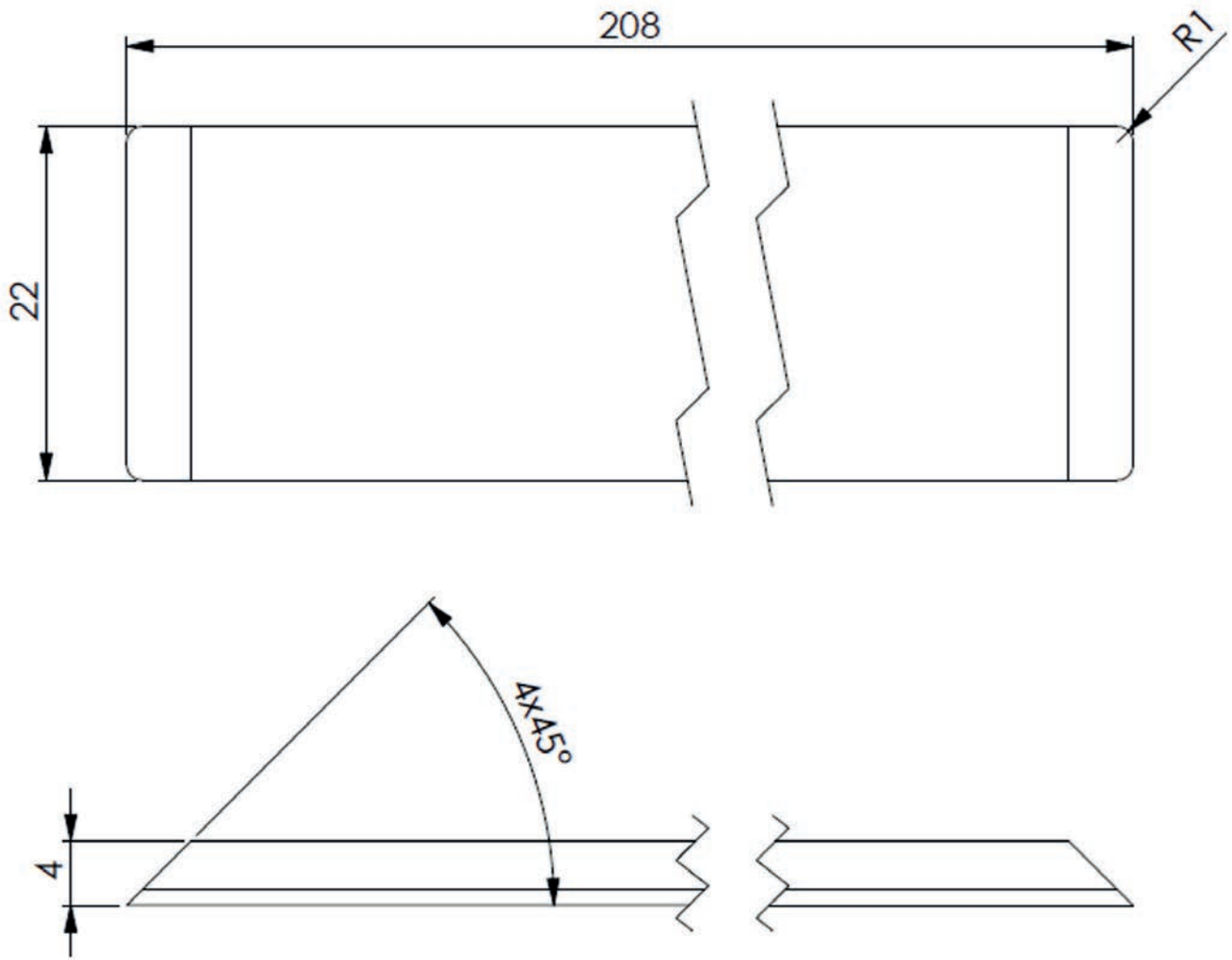
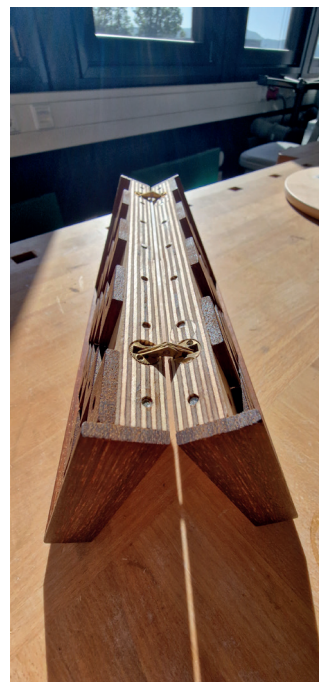


Abbildung 4: Technische Zeichnung der langen Seite



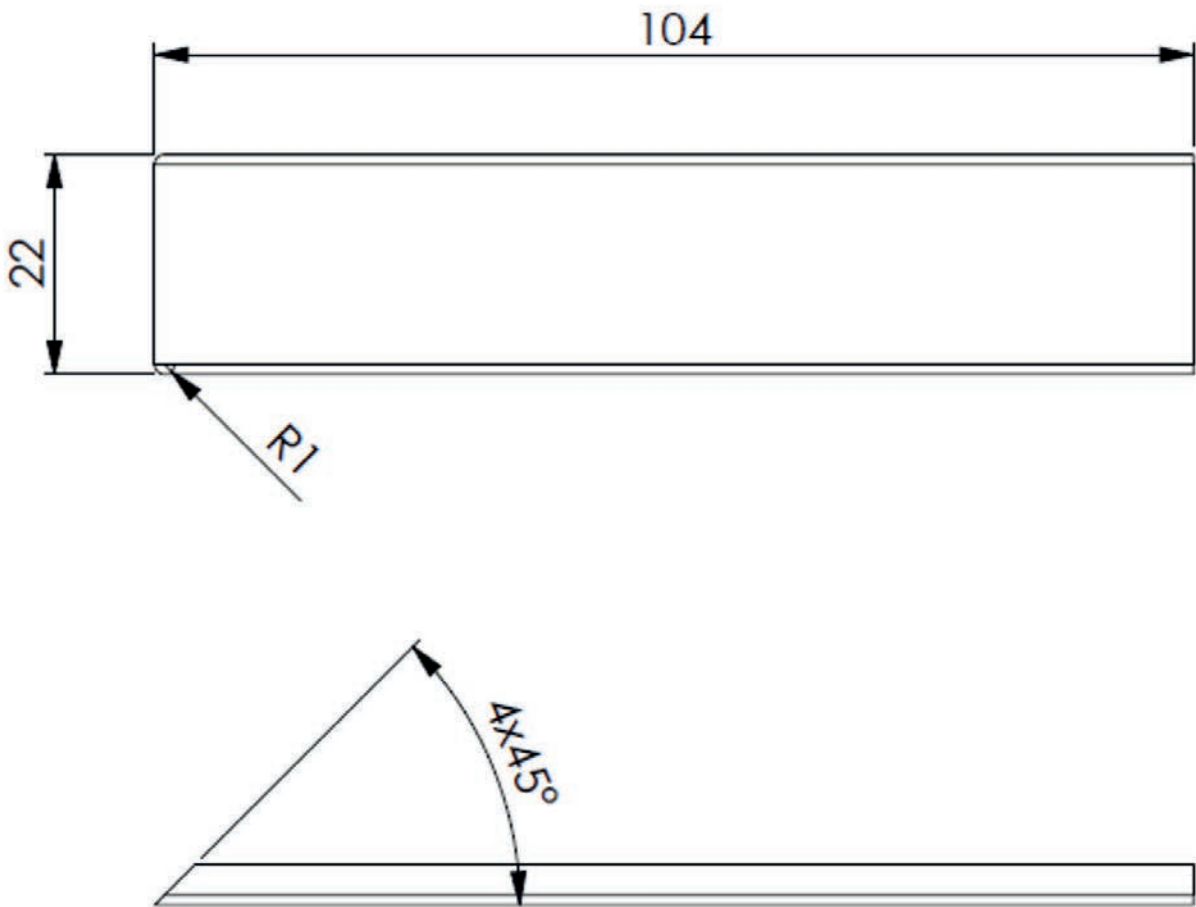


Abbildung 5: Technische Zeichnung der kurzen Seite



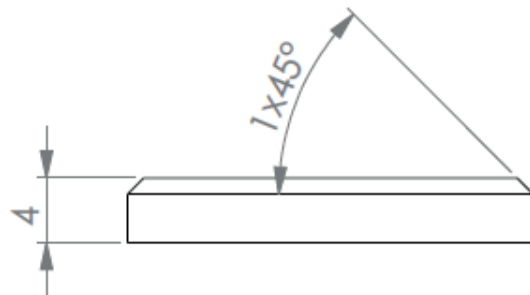
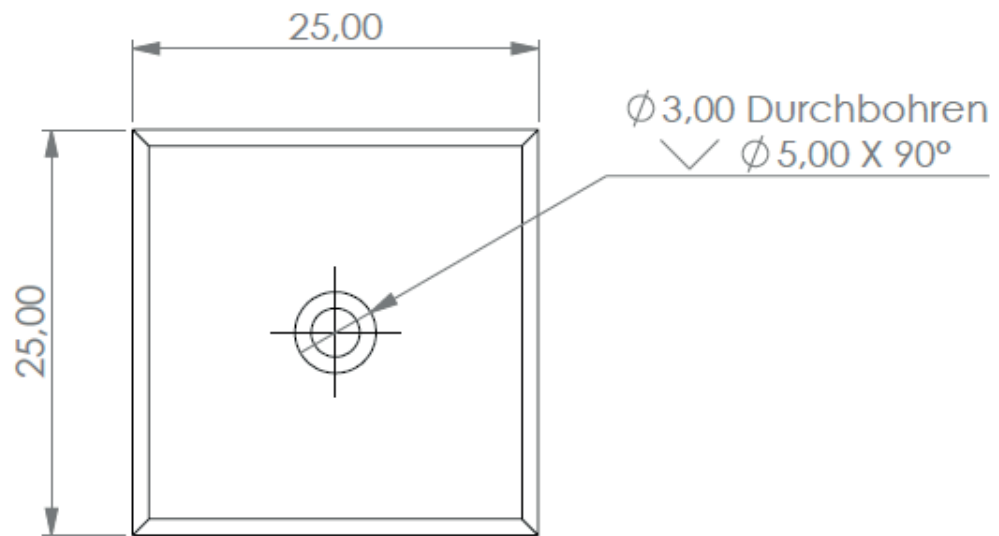


Abbildung 6: Technische Zeichnung eines schwarzen Feldes



Literaturverzeichnis

- Böhm, D. U., Hafner, K., Kanzleiter, G., Müller, B., Wicker, A., & Ziener, G. (2004). Themenorientiertes Projekt: Soziales Engagement. Stuttgart: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, Realschulreferat.
- Brunthaler, H. (2009). Schachpädagogik für Kinder und Jugendliche. In H. Brunthaler, Diskussionsbeiträge zur Schachpädagogik und Schachpsychologie, Bd.1. Blauer Punkt.
- International Chess Federation. (2023). about. Von International Chess Federation: <https://www.fide.com/fide/about-fide> abgerufen: 21.09.2023
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport baden-Württemberg. (2016). Sekundarstufe I - Technik - Wahlpflichtfach. Von Bildungsplaene-BW: <https://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/LS/BP2016BW/ALLG/SEK1/T> abgerufen: 21.09.2023
- Samson, V. (15. 08 2017). Wird Schach doch noch olympisch? Von Chessbase.com: <https://de.chessbase.com/post/wird-schach-doch-noch-olympisch#:~:text=Wenn%20man%20etwas%20weiter%20in,war%20die%20Geburtsstunde%20des%20Weltschachbundes.> abgerufen: 22.09.2023
- Silman, J. (2001). The Actual Chess Endgame in the Harry Potter and the Sorcerer's Stone Movie. Von The Leaky Cauldron: <https://www.the-leaky-cauldron.org/features/essays/issue26/chessgameinsorcerersstone/> abgerufen
- Uni Konstanz, Page Identifier 100323. (Stand 2023). Risikobewertung. Von Arbeitssicherheit & Arbeitsmedizin - Gesundheitsschutz & Umweltschutz - Risikobewertung: <https://www.uni-konstanz.de/agu/arbeitssicherheit/gefaehrungsbeurteilung/grundlagen/risikobewertung/> abgerufen: 25.09.2023
- Chessbase. (28. 08 2023). Carlsen-Niemann-Kontroverse: Streitigkeiten beigelegt. Von Chessbase.com: <https://de.chessbase.com/post/carlsen-niemann-kontroverse-streitigkeiten-beigelegt> abgerufen
- DBSB. (21. 09 1989). dbsbsatzung. Von DBSB.de: <https://www.dbsb.de/dbsbsatzung.htm> abgerufen: 19.09.2023
- Europe Échecs. (13. 01 2015). Paris 1924 Création de la FIDE (1). Von europe-échecs: <https://www.europe-echecs.com/art/paris-1924-creation-de-la-fide-1-5784.html> abgerufen: 23.09.2023
- Vollstädt-Klein, P. D. (25. 06 2019). Wie Schach in der Therapie helfen kann. (A. D.-N.-D. 23458, Interviewer)
- Zlabinger, F. (2021). Mathematik und Schach - Ansichten schachspielender Kinder und Jugendlicher zum Themengebiet Mathematik. Linz: Linz School of Education Abteilung für MINT Didaktik.

Autoreninformation

Niclas Günther

studiert an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd für das Lehramt die Fächer Geschichte und Technik. Durch sein Engagement als Jugendleiter im Schach wurde er durch einen ehemaligen Trainer, der blind ist, für die Besonderheiten des Blindenschachs sensibilisiert. Hieraus entstand die Idee, sehende Schüler*innen durch die Fertigung von Blindenschachspielen für das Schach und die Bedürfnisse von Sehbehinderten zu interessieren. Mit seinem ehrenamtlichen Engagement im Verein möchte er dazu beitragen, starke und weltoffene Schachsportler*innen auszubilden.



Ein Bürolocher aus dem 3D-Drucker

Umsetzungsbeispiel mit Anleitung

Sebastian Rudolf Göser

SCHLAGWORTE

Unterrichtspraxis
Fertigungsanleitung
Additive Fertigung
3D-Drucker

ABSTRACT

Ein Bürolocher ist ein Alltagsgegenstand, der es Schülerinnen und Schüler ermöglicht, in einem vorher definierten Abstand Löcher in den Rand eines Papiers zu stanzen. Die vorliegende Fertigungsanleitung dient dazu, ein solches Artefakt im Technikunterricht mithilfe des 3D-Druckers zu konstruieren und zu fertigen. Alle Bauelemente sind mit einem CAD-Programm entworfen und additiv gefertigt.

EINLEITUNG

Erfunden wurde der Bürolocher von dem Bonner Unternehmer Friedrich Sonneck. Am 14. November 1886 ließ Sonneck das Patent für seinen Bürohelfer anmelden (Patentnr. 40065) und warb mit dem Slogan „Klein und groß – lochen famoß!“ für sein Produkt. Durch die senkrechte Konstruktion der Schneidestifte/Stanzen gleiten diese auf und ab, ohne zu klemmen oder sich in der Führung festzusetzen. Die Stifte dringen also senkrecht in die Löcher der Grundplatte ein und sorgen für das vollständige Lochen des Papiers. Nach dem Lochvorgang werden die Stanzen durch Federn oder mechanisch durch den Hebel wieder an ihre Ausgangsposition gebracht (Zwettler, 2022).

Der hier vorgestellte Bürolocher besteht aus vier Bauteilen: der Grundplatte, zwei Seitenteilen, einem Hebel und zwei Stanzen. Der Locher ist so aufgebaut, dass er jederzeit in seine einzelnen Elemente mit nur wenigen Werkzeugen auseinandermontiert werden kann. Das Grundprinzip des Werkstücks ist, dass Schülerinnen und Schüler im Technikunterricht den Locher eigenständig fertigen und ihre individuellen Verbesserungen und Ideen miteinbringen. Es können unterschiedliche Materialien wie Holz oder Kunststoffe von den Lernenden ausgesucht und verwendet werden. Beispielsweise kann die Grundplatte auch aus Holz und die Seitenteile und der Hebel mit dem 3D-Druckverfahren gefertigt werden.

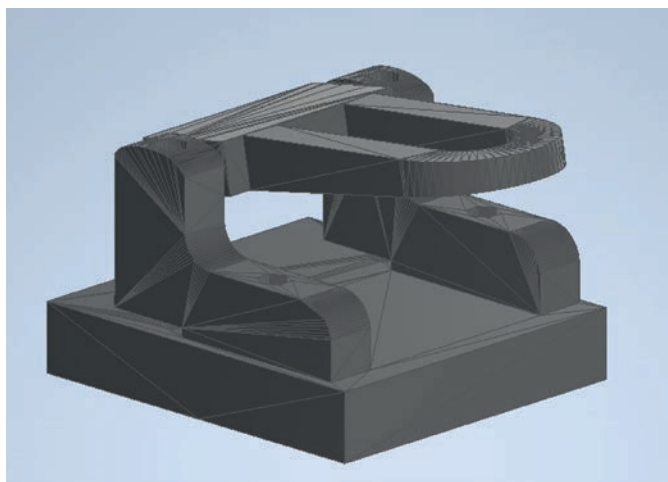


Abbildung 1: Bürolocher aus dem 3D-Drucker

METHODISCH-DIDAKTISCHE ÜBERLEGUNGEN

In welchem Kontext und mit welchem weitreichenden oder festgelegten Ziel die Fertigung des Lochers im Technikunterricht Verwendung findet, ist abhängig von der Klassengröße, dem Leistungsstand der Klasse, der Ausstattung des Technikraums, den zur Verfügung stehenden finanziellen Möglichkeiten und der vorhandene Zeit im Unterricht. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte kann von der Lehrperson entschieden werden, ob das Modell in Serienfertigung, Einzelanfertigung oder Gruppenarbeit gefertigt werden soll. Außerdem sind durch das Leistungsniveau der Schülerinnen und Schüler die Hilfsmittel für die Herstellung und die Gestaltungsfreiheit des Werkstücks zu bestimmen. Dies kann beispielsweise bei leistungsschwächeren Schüler*innen durch vorgefertigte Bauelemente, technische Zeichnungen oder durch Lehrer*innenunterstützung geschehen.

Welche Bauelemente aus welchen Materialien zu fertigen sind, ist nicht nur in Anbetracht der Ausstattung des Fachraumes zu wählen, sondern ist vor allem dem Leistungsniveau der Klasse anzupassen. Wie bereits erwähnt, ist es möglich, die Grundplatte aus Holz, Aluminium oder auch aus Kunststoff (hier mit dem 3D-Drucker) herzustellen. Schülerinnen und Schüler mit großem technischem Wissen, die schnell und effizient arbeiten, soll es möglich gemacht werden bestimmte Bauelemente des Artefakts aus anderen Materialien herzustellen, um eine für sie passende Leistungsbeanspruchung zu erhalten. So können der Schwierigkeitsgrad und der Arbeitsaufwand erhöht werden, indem eine Schülerin oder ein Schüler die Grundplatte nicht aus dem 3D-Druck fertigt, sondern aus Holz eigenständig produziert. Leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler wählen ebenfalls ihre Materialien nach Kriterien wie Bearbeitungsschwierigkeit und Zeitaufwand aus. Sie wählen jeweils Materialien, die schneller und einfacher zu bearbeiten sind.

Durch diese Möglichkeit bietet der Bürolocher eine perfekte Anpassung an unterschiedliche Leistungsniveaus und spiegelt dadurch den Leitgedanken der Individualisierung und Differenzierung im Unterricht.

Da für die Herstellung eine Planung, Erarbeitung und der Fertigung des Lochers notwendig sind, lässt sich die Idee des handlungsorientierten Technikunterrichts an diesem Werkstück realisieren (Bildungsplan BaWü, 2016). Während der Herstellung stoßen die Schülerinnen und Schüler erwar-

tungsgemäß auf kleinere Barrieren und werden Fehler an ihrem Werkstück finden, wodurch der problemlöseorientierte Unterricht ebenso Anklang findet (Bildungsplan BaWü, 2016).

VORGEHENSWEISE BEI DER FERTIGUNG

Die Herstellung des Lochers ist in zwei Phasen aufgeteilt: die Planungsphase und die Fertigungsphase. Zunächst wird mit der Planungsphase gestartet.

Planungsphase

Für die Planungsphase stehen zunächst grundlegende Gedanken, die das Aussehen, die Funktionsweise und die Größe des Werkstücks betreffen, an. Diese werden durch eine Mindmap und eine erste Konstruktionsskizze festgehalten. Anschließend werden erste CAD-Entwürfe mit dem Zeichenprogramm Tinkercad und dem „professional Inventor“ von Autodesk erstellt. Dabei ist es ratsam, zunächst die Grundplatte, später die Seitenteile und abschließend den Hebel zu entwerfen.

Grundplatte

Die Grundplatte (Abbildung 2) mit den Maßen 110*100*20mm wird aus einem schwarzen Kunststoff filament gedruckt. In der Grundplatte ist auf der Unterseite ein Abfallbehälter integriert, in dem die entstehenden Papierreste vom Ausstanzen gesammelt werden. Beim Entwurf werden acht Löcher eingeplant, sechs Stück mit einem Durchmesser von 6mm für die Verbindung mit den Seitenteilen und zwei 8mm Löcher für die Stenzen, die den Papierabfall in das Abfallbehältnis drücken.

Seitenhalterung

Die Seitenhalterung (Abbildung 3) wird auf der Grundplatte montiert und durch zwei Metallstifte und eine M5-Schraube gesichert. Dafür wird eine abgerundete Form entworfen und aus Kunststoff am 3D-Drucker hergestellt. Die Stenzen befinden sich in den Seitenteilen (eine links und eine rechts) und werden durch den Hebel nach unten gedrückt, um so in ein Papier zwei Löcher zu stanzen.

Schneidestifte

Die Schneidestifte sind mehrstufig. Der dünnere Teil besteht aus Eisen und bildet die scharfkantige Schneide. Der obere und dickere Bereich besteht aus einem Messingrohr, in dem die Schneide befestigt ist. In das Messingrohr wird ein seitliches Loch gebohrt, um eine Querstange und somit den Hebel zu befestigen. Mit dieser werden die Schneidestifte nach unten gedrückt.

Hebel

Der Hebel (Abbildung 4) wird ebenfalls am 3D-Drucker hergestellt und mit einem blauen Filament gedruckt. Durch seine gebogene Form passt er hervorragend zu den abgerundeten Seitenteilen. Aus optischen Gründen und um Filament zu sparen, ist er am Mittelstück ausgehöhlt.

Fertigungsphase

Im Anschluss an die Planungsphase beginnt die Fertigung, bei der die am CAD-Programm entworfenen Bauelemente nacheinander an einem 3D-Drucker hergestellt werden. Parallel dazu können die Stenzen aus zwei Rundprofilen aus Eisen gefertigt werden. Die Schneide besteht aus einem 5 mm-Vollmaterial. Dieses wird in ein Messingrohr mit einem Innendurchmesser von 5mm eingeschlagen. Die Stanze wird auf einer Seite mit einer Rundfeile bearbeitet, um eine scharfkantige Schneide zu erhalten. In das Messingrohr

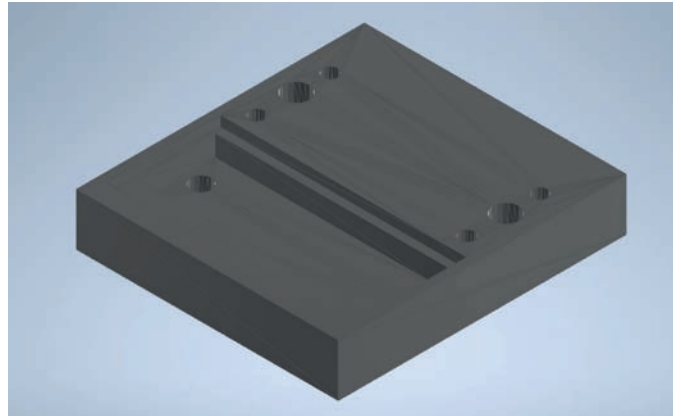


Abbildung 2: Grundplatte des Lochers

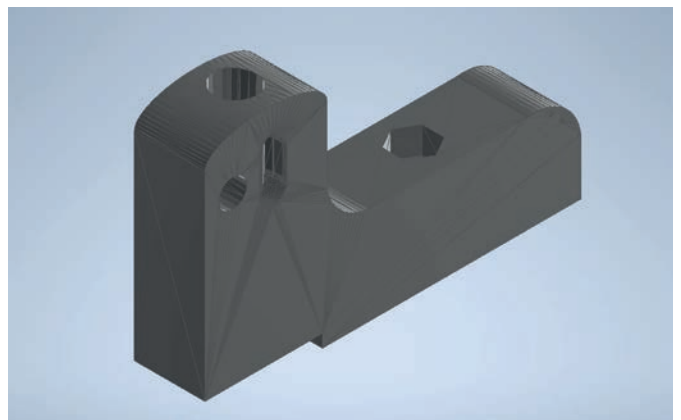


Abbildung 3: Seitenhalterung des Lochers

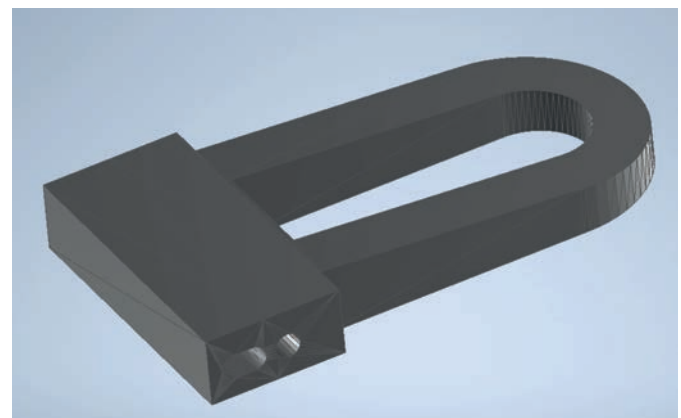


Abbildung 4: Hebel des Lochers

wird seitlich eine 5 mm-Bohrung gefertigt, um den Hebel zu befestigen, damit die Stanzen nach unten gedrückt werden können. Sobald die zwei Schneidestifte und die Kunststoffbauteile fertig sind, werden die zwei Querstangen aus Messing mit einem Außendurchmesser von 5mm abgelängt, um den Hebel zu befestigen. Eine Querstange wird in die Seitenhalterung eingeführt und dient zur Befestigung des Hebels. Die zweite Querstange wird in die Seitenbohrung der Stanzen eingesteckt, wodurch die Schneidestifte nach unten gedrückt und Löcher in ein Blatt gestanzt werden können.

MÖGLICHE BEWERTUNGSKRITERIEN FÜR DAS WERKSTÜCK IM TECHNIKUNTERRICHT

Die Herstellung des Lochers im Technikunterricht wird nach mehreren Kriterien beurteilt und bewertet. Es besteht die Möglichkeit, die Benotung aufzuteilen in den Herstellungsprozess und in das letztendlich fertige Werkstück, wie es abgegeben wird. Hierzu dienen Beurteilungsbögen mit ausgewählten Kriterien. Bspw.:

- Planung
- Arbeitsverhalten
- Problemlösekompetenz
- Zeiteinhaltung

Um letztlich das fertige Werkstück zu bewerten, sind diese Kriterien festzulegen:

- Funktion
- Maß- und Passgenauigkeit der Bohrungen sowie Längen und Breiten des Werkstückes
- Optische Gestaltung/Design
- Kreativität
- Verwendete Materialien
- Mögliche Skizzen, Technische Zeichnungen und CAD-Modelle

Vor allem im Fach Technik ist nicht nur das Endprodukt für die Bewertung entscheidend, sondern auch der Fertigungsprozess und die persönliche Weiterentwicklung des Jugendlichen. Für eine Schülerin oder einen Schüler ist ein größerer Lernfortschritt gegeben, wenn es während der Fertigung des Werkstückes zu Problemen und Hindernissen kommt. Um diese zu lösen, ist eine Problemlösekompetenz und das Verstehen des Sachverhalts enorm wichtig. Denn nur so kann ein gelungenes Werkstück entstehen. Aus diesem Grund ist der Herstellungsprozess unbedingt miteinzubeziehen.

Bauteil-Nr.	Bauteil	Bemerkung	Menge
1	Grundplatte	Kunststoff (3D-Drucker); Alternative Holz	1
2	Seitenhalterung	Kunststoff (3D-Drucker)	2
3	Hebel	Kunststoff (3D-Drucker); Alternative Holz	1
4	Acrylglas	Abdeckung für die Grundplatte	1
5	Schraube	M5-Befestigung Seitenhalterung	2
6	Mutter	M5-Befestigung Seitenhalterung	2
7	Schraube	2×8mm Befestigung Acrylglas	1
8	Stanze	5mm Eisen für die Schneide; Messingrohr für die Halterung der Schneide	2
9	Stanzenhülse	Aluminium Rundmaterial 10mm in die Grundplatte; Gegenstück zur Stanze	2
10	Metallstift	Halterung Seitenteile 6mm Durchmesser	4
11	Querstangen	Messing für die Halterung des Hebels [Größe angeben]	2

Tabelle 1: Stückliste

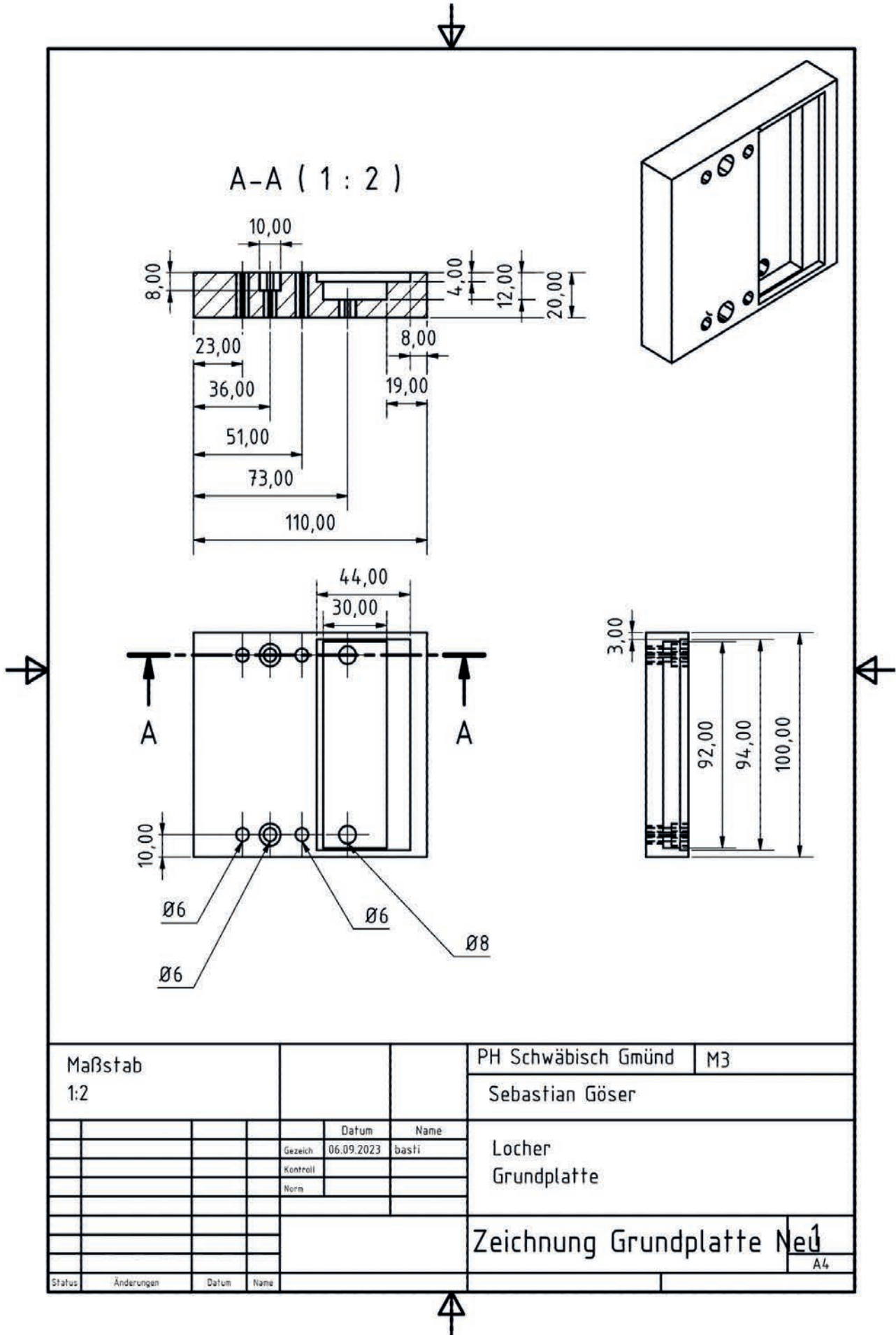
Werkzeug	Bearbeitung
3D-Drucker	Grundplatte; Hebel; Seitenhalterung
Computer/ Laptop	CAD-Programm
Metallsäge	Stanze
Metallfeile	Stanze, Rund- und Flachfeile
Metall-/ Universalbohrer	Bohrung Stanzen
Bohrmaschine	Bohrung Stanzen
Schraubendreher	Befestigung Seitenteile und Acrylglas
Alternative	
Holzsäge	Grundplatte aus Holz
Holzfeile	
Holzbohrer	

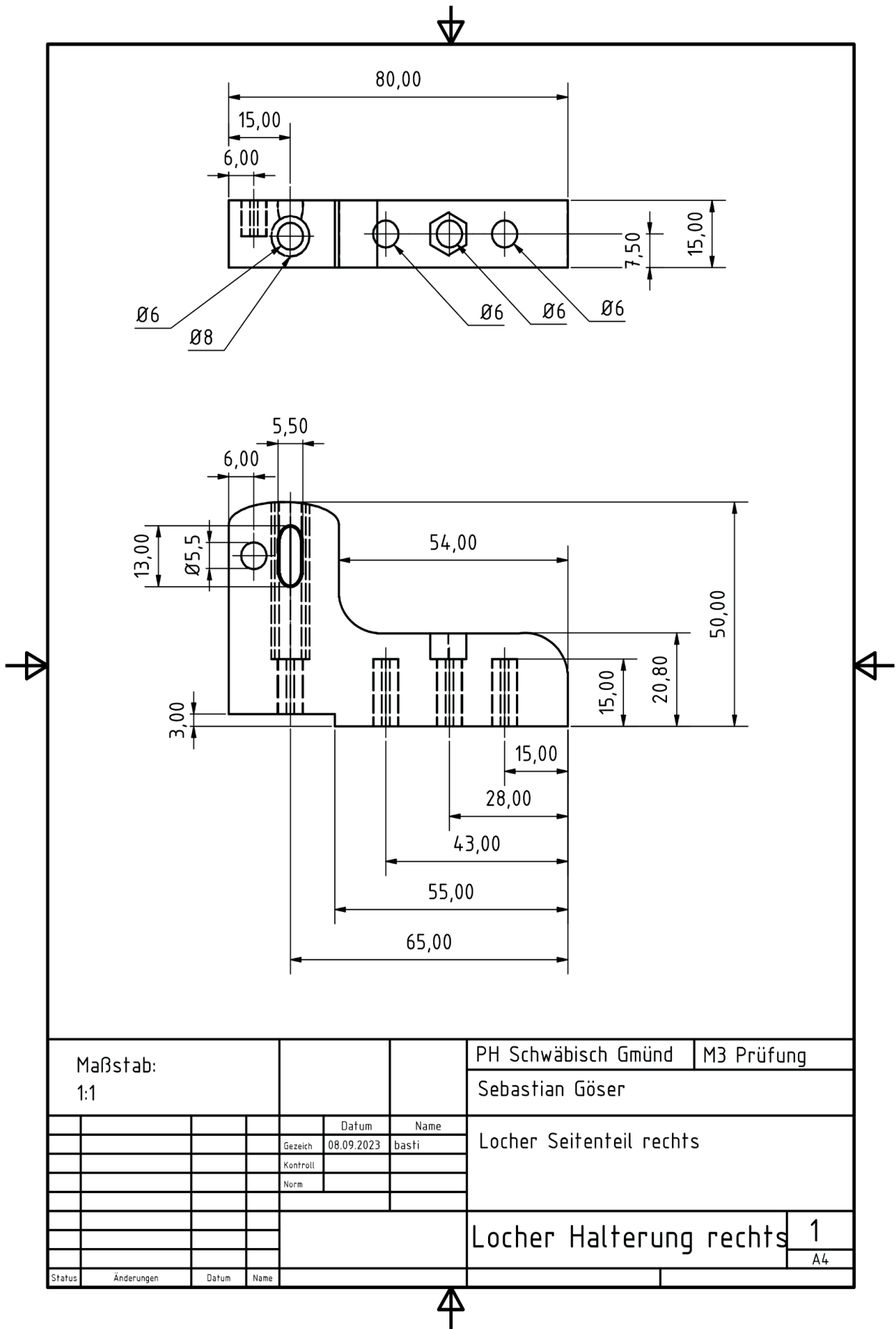
Tabelle 2: Werkzeugliste

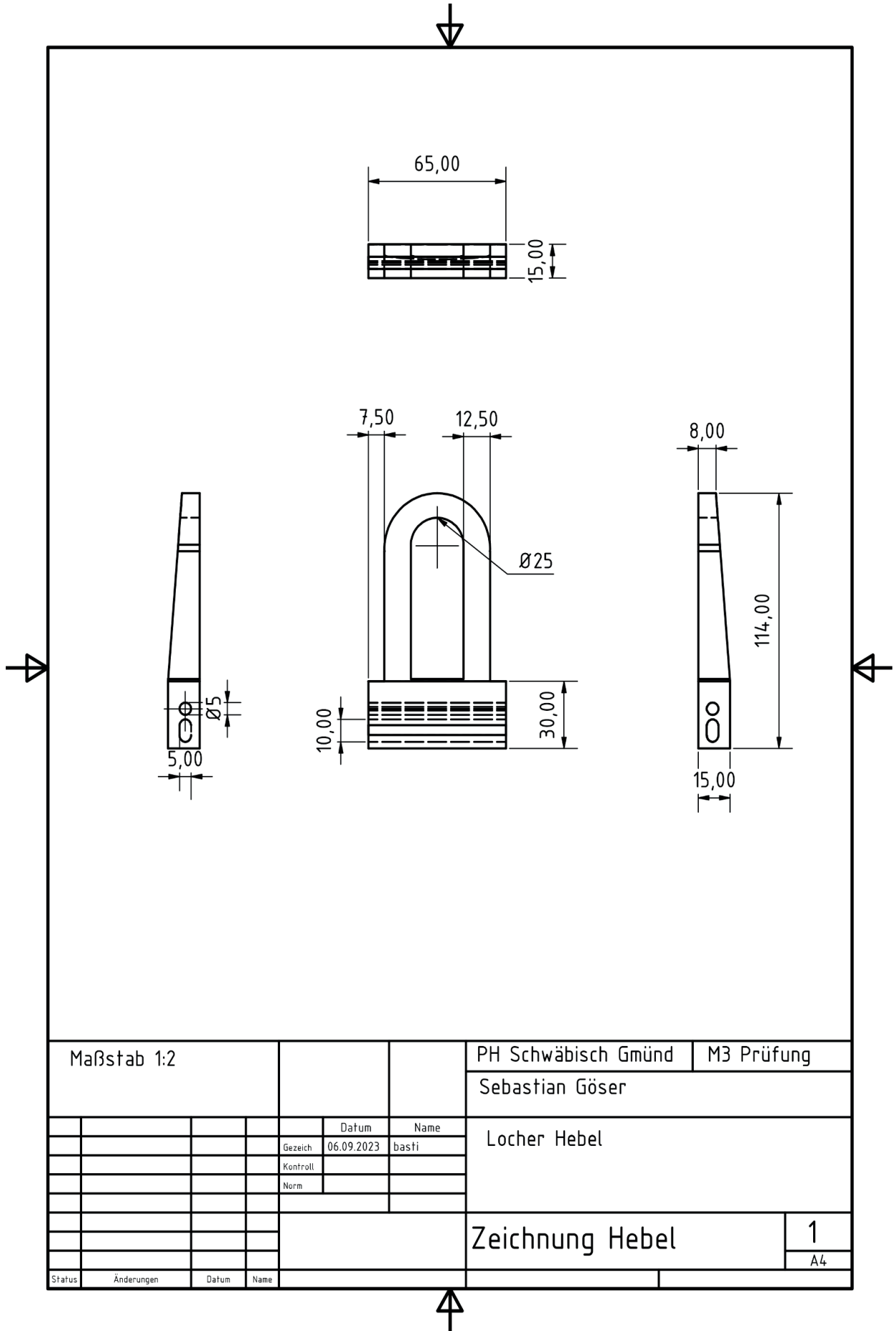
Nr.	Arbeitsschritt	Material
1	Grundplatte am CAD-Programm entwerfen	Computer, Technische Zeichnung
2	Grundplatte am 3D-Drucker herstellen: Drucker anschalten und vorheizen lassen	Computer, 3D-Drucker
3	Bauelement drucken	Computer, 3D-Drucker
4	Grundplatte von dem Drucker nehmen	Grundplatte, 3D-Drucker
5	Seitenhalterung links und rechts entwerfen	Computer, Technische Zeichnung
6	Seitenhalterung am 3D-Drucker herstellen: Drucker anschalten und vorheizen lassen	Computer, 3D-Drucker
7	Bauteil drucken	Computer, 3D-Drucker
8	Seitenhalterungen von dem Drucker nehmen	Seitenhalterungen
9	Hebel am CAD-Programm fertigen	Computer, Technische Zeichnung
10	Hebel am 3D-Drucker herstellen: Drucker anschalten und vorheizen lassen	Computer, 3D-Drucker
11	Bauteil Drucken	Computer, 3d-Drucker
12	Hebel von dem 3D-Drucker nehmen	Hebel
13	Vier Befestigungsstifte der Seitenhalterung fertigen: anreißen, Länge 20mm	Stahllineal, Anreißnadel, Rundprofil 6mm
14	Stifte ablängen und entgraten	Metallbügelsäge, Metallfeile
15	Stifte in Grundplatte stecken	Grundplatte
16	Querstangen anfertigen: ein Rundprofil auf 85mm und eines auf 80mm Länge anreißen	Stahllineal, Anreißnadel, Rundprofil 6mm

Nr.	Arbeitsschritt	Material
17	Querstangen ablängen und entgraten	Metallbügelsäge, Metallfeile
18	Stanzen Fertigen: zwei Halterung für die Schneiden anreißen, Länge 35mm	Rundprofil, 8mm Außendurchmesser, 5mm Innendurchmesser, Stahllineal, Anreißnadel
19	Stanzenhalterungen ablängen und entgraten	Metallbügelsäge, Metallfeile
20	Zwei Schneiden herstellen: Rundeisen auf 30mm anreißen	Stahllineal, Anreißnadel, Rundeisen 5mm
21	Rundeisen ablängen und entgraten	Metallbügelsäge, Metallfeile
22	Schneide 10mm in Stanzenhalterung einschlagen (zwei Mal)	Schneide 10mm in Stanzenhalterung einschlagen (zwei Mal)
23	Schneiden mit Rundfeile anfeilen um eine Stanze herzustellen	Metallrundfeile, Stanze
24	Seitliches Loch 5mm für die Aufnahme der Querstange fertigen: anreißen, Abstand 18mm von oben	Stahllineal, Anreißnadel, Vorkörner, Hamme, Stanzen
25	Löcher bohren	Ständerbohrmaschine, 5mm Metallbohrer
26	Werkstück zusammenbauen: zwei Querstangen in die Löcher des Hebels drücken	Hebel, zwei Querstangen
27	Stanzen in die Seitenhalterungen einführen und die zwei Seitenhalterungen mit den Querstangen im Hebel verbinden	Hebel, Seitenhalterung, Stanzen
28	Hebel mit Seitenhalterungen auf die Grundplatte mit zwei M5-Schrauben und vier Metallstiften montieren	Grundplatte, M5 Schrauben, Muttern, Hebel, Seitenhalterungen

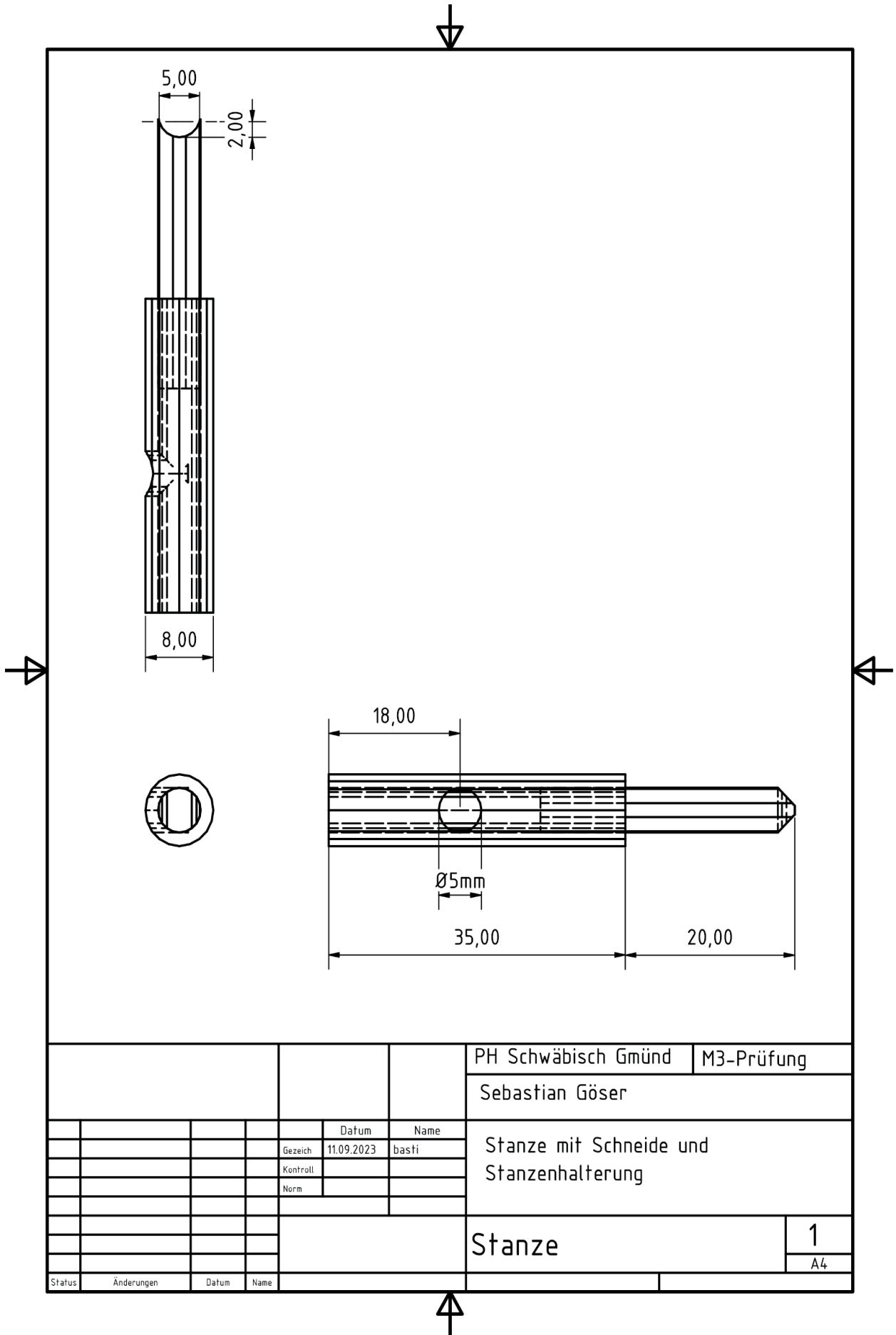
Tabelle 3: Fertigungsplan







Maßstab 1:2				PH Schwäbisch Gmünd	M3 Prüfung
				Sebastian Göser	
		Datum	Name	Locher Hebel	
		Gezeichnet	06.09.2023 basti		
		Kontrolliert			
		Norm			
				Zeichnung Hebel	
				1	
				A4	
Status	Änderungen	Datum	Name		



				PH Schwäbisch Gmünd		M3-Prüfung	
				Sebastian Göser			
			Datum	Name	Stanze mit Schneide und Stanzenhalterung		
		Gezeich	11.09.2023	basti			
		Kontroll					
		Norm					
				Stanze			
Status	Änderungen	Datum	Name				
				1			
				A4			

Literaturverzeichnis

Bildungsplan Baden-Württemberg. (2016). Sekundarstufe I. Technik. Zugriff am 05.10.2023. Verfügbar unter: <https://www.bildungsplaene-bw.de/,Lde/LS/1/+Leitgedanken+zum+Kompetenzerwerb>

Zwettler, M. (2022). Die Entwicklung des Lochers. Zugriff am 07.09.23. Verfügbar unter <https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/die-entwicklung-des-lochers-a-1094717/>

Autoreninformation

Sebastian Rudolf Göser ist Bachelorstudent an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd mit den Fächern Technik und Biologie für die Sekundarstufe 1. In seiner Modulprüfung im Fach Technik fertigte er einen Bürolocher am 3D-Drucker – die Vorlage für diesen Artikel.



Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte im Technikunterricht

Analyse zur Vermittlung mit Umsetzungsbeispiel

Fabian Csosch

SCHLAGWORTE

Nachhaltigkeit
Umsetzungsbeispiel
Projektarbeit
Sensibilisierung
Wasseraufbereitung

ABSTRACT

Gegenstand des vorliegenden Beitrags ist die Ergründung der Möglichkeiten zur Schaffung eines nachhaltigen Technikunterrichts, der Schülerinnen und Schülern Umweltaspekte und Prinzipien der Nachhaltigkeit vermittelt. Zunächst erfolgt eine eingehende Erläuterung der Bedeutung von Umweltaspekten und Nachhaltigkeitsprinzipien, gefolgt von einer Diskussion über die Herausforderungen, vor denen der Technikunterricht in diesem Zusammenhang steht. Des Weiteren werden vielversprechende didaktische Ansätze vorgestellt, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Abschließend stellt ein Praxisbeispiel Lehrkräften und Studierenden eine konkrete Inspirationsquelle und Anregung für die Gestaltung ihres eigenen Unterrichts dar.

EINLEITUNG

*„Wir dürfen nicht heute auf Kosten von morgen leben!“
(Internetredaktion LpB BW, 2023)*

In der heutigen Gesellschaft sind Umwelt- und Klimaschutzthemen sehr präsent und gelten als wichtige Herausforderungen in vielen Politikbereichen (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz [BMUV], 2023, 8ff.). Werden die Temperaturen der letzten Jahre betrachtet, zeigt sich ein globaler Temperaturanstieg von 1,15 Grad Celsius (World Meteorological Organization [WMO], 2023). Der Grund dafür liegt nach Gonsalla (2019, 8f.) unter anderem an den von den Menschen verursachten Treibhausgasen, die beispielsweise durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe oder die Landwirtschaft entstehen. Unter Treibhausgasen werden Spurengase in der Atmosphäre, wie z.B. Kohlendioxid, verstanden, die Wärmestrahlung zurück auf die Erde reflektieren, da die Wärme nicht entweichen kann (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, o. J.). Die Folge ist eine zunehmende Erwärmung der Erde. Dieser Temperaturanstieg hat laut dem Bericht der IPCC (2022, 9ff.) erhebliche Auswirkungen auf die Natur und den Menschen. Naturkatastrophen wie Dürren, Überschwemmungen oder Waldbrände werden häufiger und extremer auftreten. Die Konsequenzen sind eine Verknappung der natürlichen Ressourcen, was die Nahrungs- und Wassersicherheit reduziert. Dies alles führt zu erheblichen gesundheitlichen und existenziellen Gefahren zukünftiger Generationen (IPCC, 2022, 14ff.).

Die geschilderten Ausmaße verdeutlichen die Relevanz, sich als Lehrkräfte mit der Bildung zur nachhaltigen Entwicklung zu befassen und den Unterricht ökologischer und zielführender zu gestalten. Die Aufgabe als Pädagoge und Pädagogin ist nämlich eine möglichst frühzeitige Vermittlung eines pflichtbewussten Umgangs mit der Umwelt zu garantieren und Schülerinnen und Schüler das notwendige Wissen im Hinblick auf Nachhaltigkeit zu vermitteln (Faas & Müller, 2019, S. 21). Auch der Technikunterricht nimmt durch die Vermittlung von technischen Fertigkeiten und

praktischen Fähigkeiten eine zentrale Rolle ein, um Schülerinnen und Schüler auf die Herausforderungen einer sich veränderten Welt vorzubereiten (Schmayl, 2021, S. 55).

Aufgrund der oben geschilderten Problematik wird im vorliegenden Artikel der Frage nachgegangen, wie Technikunterricht nachhaltig gestaltet werden kann, um Umweltaspekte und Nachhaltigkeitsprinzipien zu vermitteln.

Zur angemessenen Beantwortung der Frage werden zunächst die Begrifflichkeiten der Nachhaltigkeit sowie der Umweltaspekte und Nachhaltigkeitsprinzipien geklärt. Anschließend wird die Bedeutung des Technikunterrichts bei der Vermittlung von nachhaltiger Entwicklung begründet und darauf folgend die Probleme und Herausforderungen im Technikunterricht anhand einer Lehrplan- und Lehrbuchanalyse erörtert. Im dritten Kapitel werden Methoden und didaktische Ansätze für einen nachhaltigen Technikunterricht vorgestellt.

Abschließend wird eine konkrete Empfehlung bzw. ein Konzept skizziert, wie Lehrkräfte den Technikunterricht gestalten können, um Schülerinnen und Schülern zu kritischen und verantwortungsbewussten Gestaltern einer nachhaltigen Zukunft zu machen.

NACHHALTIGKEIT IM TECHNIKUNTERRICHT: GRUNDLAGEN

Die ersten Gedanken zu einer nachhaltigen Wirtschaft wurden bereits im 18. Jahrhundert von einem sächsischen Hauptmann namens Hans Carl von Carlowitz verfasst. Dieser betont in seinem publizierten Werk „Sylvicultura Oeconomica, oder Haußwirtschaftliche Nachricht und Naturgemäße Anweisung zur Wilden Baum-Zucht“ (1713, S. 113) die Notwendigkeit, Wälder langfristig zu bewirtschaften und ein Gleichgewicht zwischen Abholzung und Wiederaufforstung herzustellen, um somit eine kontinuierliche Holzversorgung zu generieren.

Aufgrund der Tatsache, dass sich die beschriebene Auffassung von Nachhaltigkeit lediglich an die Forstwirtschaft richtet, sich der Begriff Nachhaltigkeit jedoch seit der Ölkrise in den 1970er Jahren ausgeweitet hat und sich auf das ge-

samte Ökosystem bezieht, muss auch nach einer allgemeineren Definition geschaut werden (Zimmermann, 2016, S. 4). Diese Definition liefert die Publikation der UN-Kommission für Umwelt und Entwicklung aus dem Jahr 1987, die auch besser unter dem Namen Brundtland-Bericht bekannt ist (Grundmann & Overwien, 2016, S. 10). Darin heißt es, dass nachhaltige Entwicklung darauf abzielt, den Bedarf und die Ansprüche der gegenwärtigen Generation zu erfüllen, ohne die Zukunftsgestaltung und die Erfüllung der Bedürfnisse kommender Generationen zu beeinträchtigen (Hauff, 1987, S. XV).

Bedeutung von Umweltaspekten und Nachhaltigkeitsprinzipien

Unter Umweltaspekten versteht die EMAS¹: „Derjenige Bestandteil der Tätigkeiten, Produkte oder Dienstleistungen einer Organisation, der Auswirkungen auf die Umwelt hat oder haben kann“ (EMAS - Eco-Management and Audit Scheme/Europäische Union, 2009, S. 4). Da die Umweltaspekte bzw. das Umweltmanagementsystem EMAS meist Unternehmen betreffen, um deren Auswirkungen auf die Umwelt zu ermitteln (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, o.J.), werden im Folgenden lediglich die Punkte aufgelistet, die auch für die Schule relevant sind. Die EMAS (2009, S. 22f.) unterscheidet zwischen indirekten und direkten Umweltaspekten. Direkte Umweltaspekte sind jene Tätigkeiten einer Organisation, die unmittelbar zu kontrollieren sind, wie beispielsweise „Emissionen in die Atmosphäre“ (Umwandlung von Erdöl oder Kohle in Wärme oder Elektrizität), „Ein- und Ableitungen in Gewässer“, Recycling, Nutzung natürlicher Rohstoffe und lokale Phänomene, wie Lärm, Gerüche oder ästhetische Beeinträchtigungen. Indirekte Umweltaspekte sind nicht allein Tätigkeiten einer Organisation zuzuordnen bzw. lassen sich nur begrenzt beeinflussen. Dies betrifft z.B. die produktlebenszyklusbezogenen Aspekte bei Herstellern von digitalen Tafeln oder Tablets für die Schule bestellt werden, sowie „Umweltleistungen und -verhalten von Lieferanten“. Insgesamt haben die direkten oder indirekten Umweltaspekte positive oder negative Umweltauswirkung (EMAS - Eco-Management and Audit Scheme/Europäische Union, 2009, S. 4).

Im September 2015 wurde von 193 Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen (2015, S. 1–4) die „Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ beschlossen. Das übergeordnete Ziel der Agenda 2030 ist die Förderung einer globalen wirtschaftlichen Weiterentwicklung, soziale Gerechtigkeit und ökologische Konstanz bis zum Jahr 2030. Zur Erreichung des Ziels sollen alle Länder sowie Regierungen kohärent und kooperativ agieren und somit eine bessere Zukunft der Menschen auf der Erde ermöglichen.

Insgesamt haben sich die Vereinten Nationen (2015, S. 15) mit der Agenda 2030 17 Unterziele zur nachhaltigen Entwicklung gesetzt.

Zusätzlich zu den gesteckten Zielen der Vereinten Nationen hat die Bundesregierung (2020, S. 9) zur Präzisierung ihres Vorhabens, zukunftsfähige Entwicklung als Richtlinie für ihr Handeln aufzustellen, sechs Nachhaltigkeitsprinzipien beschlossen. Diese Prinzipien sollen als das Motiv für Nachhaltigkeit gelten und stets zu beachten sein.

Bedeutung des Technikunterrichts bei der Vermittlung von nachhaltiger Entwicklung

Laut dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2018) ist das Konzept einer Bildung für nachhaltige Entwicklung im Zusammenhang mit den entwicklungspolitischen Diskussionen der Vereinten Nationen entstanden. Ziel dieses Konzepts ist eine Umstrukturierung aller Bildungsbereiche, um nachhaltige Entwicklung im ganzen Bildungswesen zu manifestieren.

Bei der Bildung für nachhaltige Entwicklung sollen Schülerinnen und Schüler Gestaltungskompetenz erwerben, um selbstständig und aktiv an der Gestaltung der Zukunft mitzuwirken und somit einen Beitrag zu einer fairen und nachhaltigen Expansion der Welt zu leisten. Voraussetzung dafür sind Fähigkeiten und Fertigkeiten, wie beispielsweise das Reflektieren eigener und anderer Leitbilder, vorausschauend planen und agieren sowie Entscheidungen für Handlungen unter Rücksicht der Nachwirkungen für zukünftige Generationen treffen.

Im Technikunterricht, beschreibt das Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2016, S. 3), geht es grundsätzlich um das Verständnis von technischen sowie naturwissenschaftlichen Prozessen. Die Nutzung und Herstellung technischer Artefakte haben Auswirkungen auf die Umwelt, weshalb eine kritische Betrachtung der Nachhaltigkeitsaspekte unabdingbar ist.

Probleme und Herausforderungen im Technikunterricht anhand einer Lehrplan- und Lehrbuchanalyse

Wie das Thema Nachhaltigkeit aktuell im Technikunterricht integriert wird und wo mögliche Vertiefungen notwendig sind, soll anhand einer Lehrplan- und Lehrbuchanalyse untersucht werden.

Um die Lehrplan- und Lehrbuchanalyse durchzuführen, wird der aktuelle Bildungsplan im Fach Technik vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg sowie das in Baden-Württemberg genutzte Sachbuch PRISMA Technik 7-10 von Block et al. nach dem Schlagwort Nachhaltigkeit untersucht.

In den Leitgedanken des Bildungsplans (2016, S. 3) zur Nachhaltigkeit steht bspw., dass durch die Erzeugung und Handhabung technischer Artefakte die Umwelt reichlich beansprucht wird und dadurch ein verantwortungsbewusster Umgang mit Energien sowie Werkstoffen als zentraler Aspekt des Technikunterrichts gesehen wird. Darunter wird ebenfalls eine eingehende Analyse von Nachhaltigkeitsaspekten verstanden. Die Schülerinnen und Schülern sollen lernen, wie sie als Privatpersonen und als Arbeitskräfte durch ihre Taten einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten können. Mittels sorgfältiger Bewertung und Aufklärung über die Beschaffenheit technischer Produkte sowie deren Pro-

¹ Eco-Management and Audit Scheme, das europäische Umweltmanagementsystem (Geschäftsstelle des Umweltgutachterausschuss [UGA] (2023, S. 1).

duktion, Nutzung, Wiederverwertung und Entsorgung unter Rücksichtnahme knapper Ressourcen soll die Bildung im Kontext nachhaltiger Entwicklung gefördert werden.

Für die prozessbezogene Kompetenz Bewertung sollen die Schülerinnen und Schüler die Reaktion technischer Systeme auf die Individuen, die Gesellschaft sowie die Nachhaltigkeit einschätzen können (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2016, S. 11).

Als konkrete inhaltliche Kompetenz für den Technikunterricht werden „Produktlebenszyklen hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit untersuchen und bewerten“ (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2016, S. 27) genannt.

Bei der Betrachtung des Themas Nachhaltigkeit im Schulbuch für den Technikunterricht (Block et al., 2017, S. 246f.) fällt auf, dass die Definition sowie das Drei-Säulen-Modell mit den Beschreibungen aus Kapitel 2 übereinstimmen. Darüber hinaus werden herkömmliche Energieträger genannt und unter dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit beschrieben. Zudem wird das Thema der nachhaltigen Stromerzeugung ebenfalls nur erwähnt. Der Produktlebenszyklus wird ohne tiefere Erläuterung lediglich als Schaubild dargestellt. Es gibt allerdings eine Aufgabe, bei der die Schülerinnen und Schüler den Produktlebenszyklus anhand eines Alltagsgegenstandes erklären sollen.

Die regenerativen Energieträger wie Wind-, Wasser-, Sonnenenergie, Geothermie und Biomasse haben in dem Technikbuch für die Sekundarstufen jeweils ein komplettes Kapitel (Block et al., 2017, S. 234–243), was die Relevanz der Thematik der erneuerbaren Energien verdeutlicht. Zudem gibt es bei allen relevanten Themenbereichen, wie der Bautechnik, immer wieder den Hinweis auf Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit (Block et al., 2017, S. 185).

Werden die Nachhaltigkeitsprinzipien und Umweltaspekte vom vorherigen Kapitel betrachtet und mit den Inhalten des Lehrplans sowie des Lehrbuchs verglichen, muss gesagt werden, dass diese zwar thematisiert, jedoch inhaltlich ungenügend umgesetzt werden. Es genügt beim Thema Nachhaltigkeit nicht, nur die Themen anzusprechen, sondern schulisches Lernen muss sich grundlegend nachhaltigkeitsorientiert weiterentwickeln, um die politischen Ziele als auch die Bedürfnisse der Lernenden zu erfüllen (u.a. Interview mit Antje Brock & Julius Grund, 16.06.2023).

METHODEN UND DIDAKTISCHE ANSÄTZE FÜR EINEN NACHHALTIGEN TECHNIKUNTERRICHT

Die Bildung für nachhaltige Entwicklung beruht nach Langner (2018) auf einem Bildungsansatz, bei dem Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler gemeinsam Wissen konstruieren und erschaffen. Deshalb werden Methoden angewendet, die kollaboratives, konstruktives, exploratives, reflexives und interdisziplinäres Lernen fördern.

Haan und Harenberg (1999) entwickelten hierfür drei Unterrichts- und Organisationsprinzipien, welche sich in der folgenden Unterrichtsform allesamt umsetzen lassen.

Projektbasiertes Lernen und praxisnahe Erfahrungen

Die drei Prinzipien von Haan und Harenberg (1999, S. 63–66) sind zum einen das interdisziplinäre Wissen, welches diverse Disziplinen und Fachbereiche miteinander verknüpft, um ein ganzheitliches Verständnis von komplexen Themen zu fördern. Für die Praxis bedeutet das konkret, dass Lernmethoden so gestaltet werden, dass Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, über die Grenzen einzelner Fächer hinweg zu denken und Zusammenhänge zu erkennen. Somit erhalten die Schülerinnen und Schüler ein tieferes Verständnis für komplexe Themen und beziehen dabei unterschiedlichste Perspektiven mit ein.

Das zweite Prinzip ist das partizipative Lernen. Hierbei werden Schülerinnen und Schüler aktiv in den Lernprozess mit einbezogen und sie somit zu aktiven Gestaltern ihres eigenen Lernprozesses gemacht. Grundlage für das Prinzip ist, dass Schülerinnen und Schüler effektiver lernen, wenn eine aktive Teilnahme am Lernprozess herrscht und ihre eigenen Interessen und Perspektiven berücksichtigt werden. Die Lehrkraft kann als Lernbegleiter und Unterstützer dienen und bei der Verwirklichung der Lernziele helfen. Somit sind die Schülerinnen und Schüler motiviert und engagiert, was zu besseren Leistungen führen kann. Darüber hinaus hilft das partizipative Lernen bei der Entwicklung von Selbstständigkeit und kritischem Denken.

Innovative Strukturen ist das dritte und letzte entwickelte Prinzip von Haan und Harenberg. Dabei sollen traditionelle Lehr- und Lernstrukturen überdacht und durch neue, moderne und zum Teil auch kreative Ansätze ersetzt werden. Somit soll der Bildungsprozess dynamischer und ansprechender gestaltet werden. Dabei liegt der Fokus bei den Lehrkräften, die bereit sind, neue Ideen und Methoden auszuprobieren und kontinuierlich weiterzuentwickeln, um den veränderten Anforderungen der Bildung gerecht zu werden. Alle drei Prinzipien lassen sich im projektbasierten Lernen sowie den praxisnahen Erfahrungen umsetzen.

Auswahl nachhaltiger Materialien und Werkzeuge

Eine weitere Möglichkeit, den Technikunterricht nachhaltig zu gestalten, bietet den Lehrkräften die Auswahl nachhaltiger Materialien und Werkzeuge. Nach Glunz (2023) vom Institut für Nachhaltige Technische Systeme – INATECH der Albert-Ludwig-Universität Freiburg gibt es hierzu drei Handlungsfelder. Diese Felder sind die Wiederverwendung, die Langlebigkeit und die Optimierung. Wird das Handlungsfeld der Wiederverwendung betrachtet, muss in gleicher Proportion auch die Ressourceneffizienz bzw. die Ressourcenschonung genannt werden (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg [UM], 2023). Lehrkräfte können mit der Wahl der Materialien ein Zeichen für Nachhaltigkeit setzen, in dem sie nachhaltige bzw. recycelte Materialien verwenden. Ein gutes Beispiel liefert der Werkstoff Holz. Sobald Schülerinnen und Schüler Holz bearbeiten, entsteht häufig Abfall, welcher nicht mehr benutzt wird. Nachhaltig ist es, wenn Lehrkräfte größere Holzstücke aufbewahren, um diese als Opferhölzer für Bohrübungen zu verwenden. Eine weitere Möglichkeit bietet das Sammeln von Holzabfällen, um diese an Personen oder Firmen zu

spenden, die die Holzabfälle weiterverarbeiten und recyceln können. Die Holzabfälle werden somit erneut dem Herstellungskreislauf zugeführt (Obermair, 2020). Entscheidend für Schulen ist laut der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen e. V. (2014, S. 6) jedoch, dass die Lehrkräfte mit dem bewussten Sichtbarmachen des Nachhaltigkeitsprinzips eine frühe Sensibilisierung sowie eine kritische Denkweise bei Schülerinnen und Schülern bewirken.

Allerdings muss betont werden, dass auch Holz, obwohl es stetig nachwächst, durch Stürme, Dürren und Krankheiten immer knapper wird (Klößner, 2021). Im Durchschnitt dauert das Nachwachsen eines Baumes, je nach Art, zwischen 150 und 600 Jahren (Kreusch, 2013). Wird nun das zweite Handlungsfeld, die Langlebigkeit, betrachtet, fällt auf, dass ein hoher Holzverschleiß nicht langfristig nachhaltig ist. Es muss gelingen, den Holzverbrauch zu reduzieren, um nachhaltig und langfristig zu planen. Das kann mit der Digitalisierung bzw. einem digitalisierten Unterricht gelingen, da somit der Papierverbrauch in Schulen drastisch reduziert wird (Zukunft Digitale Bildung GmbH, 2022).

Insgesamt gibt es nicht den einen richtigen Weg, nachhaltig und ressourcenschonend zu handeln. Vielmehr bedarf es eine gemeinsame Strategie an Schulen, bei der Kolleginnen und Kollegen kooperativ zusammenarbeiten, um als Vorbilder im Bereich der Nachhaltigkeit zu agieren.

Maßgeblich bleibt dabei das Sensibilisieren der Schülerinnen und Schüler. Diese sollen schließlich selbstkritisch reflektieren und sich eine persönliche Meinung über das Thema Nachhaltigkeit bilden können.

KONZEPT EINER UNTERRICHTSEINHEIT FÜR DAS FACH TECHNIK

Ein mögliches Unterrichtskonzept im Fach Technik zum Thema Umwelt und Nachhaltigkeit kann das Designen und Bauen eines Wasseraufbereitungsmodells für ländliche Gemeinschaften mit Trinkwasserproblemen sein.

Die Lehrkraft stellt die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Einheit vor das Problem, dass sie alle Wasser-Ingenieurinnen und -Ingenieure sind und von einer Landrätin bzw. einem Landrat beauftragt wurden, für eine ländliche Region ein Wasseraufbereitungsmodell zu entwerfen, da in dieser Region Trinkwasserprobleme herrschen.

Die Aufgabe soll als Projekt über mehrere Wochen durchgeführt werden. Das große Endziel dieses Projekts ist, dass die Schülerinnen und Schüler ein Modell für eine Wasseraufbereitungsstation entwickeln, die eine nachhaltige Lösung für die Trinkwasserversorgung sein kann.

Zunächst recherchieren die Schülerinnen und Schüler die Herausforderungen, denen ländliche Regionen in Bezug auf Wasserqualität und -versorgung ausgesetzt sind. Dabei sollen Aspekte wie der Klimawandel berücksichtigt werden, der die Verfügbarkeit von Trinkwasser beeinflusst, in dem Niederschlagsmuster verändert werden und zu häufigeren Dürren führen kann (van Rütth, 2015, S. 82). Des Weiteren ist denkbar, den allgemeinen Zugang zu sauberem Trinkwasser aufgrund Verunreinigungen durch die Landwirtschaft zu thematisieren (Drewes et al., 2021, 23f.).

Als nächsten Schritt sollen die Schülerinnen und Schüler diverse Wasseraufbereitungstechnologien, wie beispielsweise die vom Umweltbundesamt (2016) beschriebene Langsandsandfiltration, ermitteln. Dabei wird das aus Seen entnommene Wasser sehr langsam durch feinkörnige Sandschichten gefiltert. Die im Wasser enthaltenen Partikel und Schadstoffe werden somit durch die Filtration entfernt und es entsteht sauberes Trinkwasser.

Für die Konstruktion und Fertigung des Modells wird die Klasse in Gruppen eingeteilt. Jede Gruppe plant selbstständig, wie ihr Modell für die Wasseraufbereitungsanlage aussehen soll und welchen Nutzen diese hat. Die Verwendung von recycelten Materialien wird als einziges Kriterium vorgegeben. Die verwendeten Materialien für ihre Anlage müssen die Gruppen selbstständig besorgen. Nach dem Bau der Anlage präsentiert jede Gruppe ihre Anlage und erläutert das Funktionsprinzip sowie den nachhaltigen Aspekt der verwendeten Materialien.

Als alternativen Zusatz zum Projekt kann, soweit diese vorhanden ist, eine lokale ländliche Gemeinschaft besucht werden, die mit dem Problem der Wasserknappheit konfrontiert ist. Die einzelnen Modelle der Schülerinnen und Schüler könnten dann vor Ort vorgestellt werden. Anschließend kann diskutiert werden, wie das Modell möglicherweise als Lösung zur Problematik der Wasserversorgung beitragen kann.

Durch das beschriebene Projekt erwerben Schülerinnen und Schüler neben Kenntnissen für technische Aspekte der Wasseraufbereitung auch die Bedeutung von Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung. Sie erlangen ein Verständnis für Herausforderungen in ländlichen Gemeinschaften und die Verknüpfung von Technologien, um einen nachhaltigen Beitrag leisten zu können. Darüber hinaus fördert das Projekt kritisches Denken, Teamfähigkeit und soziales Engagement. Zusätzlich kann den Schülerinnen und Schülern vermittelt werden, wie sie als technische Experten einen positiven Einfluss auf Gemeinschaft und Umwelt haben können.

FAZIT

Mit der Agenda 2030 haben sich die Vereinten Nationen das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 auf globaler Ebene nachhaltige Entwicklung voranzutreiben. Für dieses große Ziel wurden 17 Unterziele konzipiert. Damit die Ziele auch für nachfolgende Generationen in den Vordergrund rücken, muss in der Schule eine Bildung zum Verständnis von nachhaltiger Entwicklung stattfinden. Dafür ist jede Schule und jede verantwortliche Lehrkraft einzeln zuständig. Für den Technikunterricht ist in den Leitperspektiven des Bildungsplans verordnet, dass eine Bildung zur nachhaltigen Entwicklung stattfinden soll (hier exemplarisch für Baden-Württemberg). Allerdings kann individuell entschieden werden, wie mit dieser Forderung umgegangen wird. Jede Lehrkraft kann selbst entscheiden, ob Nachhaltigkeit im Unterricht vorgelebt wird oder nicht. Bezogen auf den Technikunterricht liegt es beispielsweise an der Lehrkraft, welche Materialien und Werkzeuge verwendet werden. Ob die Materialien nachhaltig sind und die Materialien sowie Werkzeuge nachhal-

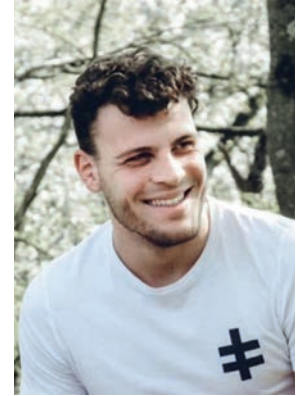
tig benutzt und verwertet werden, kann ein Stück weit von den Lehrkräften gesteuert werden. Damit die Schülerinnen und Schüler selbstkritisch anfangen, sich mit der Thematik Nachhaltigkeit zu befassen, genügt es nicht, nur den Produktlebenszyklus zu betrachten und erneuerbare Energien anzusprechen. Lehrkräfte müssen das Thema Nachhaltigkeit mehr und intensiver in den Unterricht integrieren und auch die Schülerinnen und Schüler regelmäßig darauf hinweisen, Aspekte der Nachhaltigkeit zu berücksichtigen. Wie im vorliegenden Beitrag aufgezeigt, gibt es viele Möglichkeiten, nachhaltigen Unterricht zu gestalten.

Zukünftig muss es gelingen, ein kollektives Konzept zu entwickeln, in dem Schulen in Kooperation mit ihren Lehrkräften einen Maßnahmenplan entwickeln, um ihre Schule nachhaltig zu gestalten. Dieser Plan wird dann fächerübergreifend von allen Lehrkräften praktiziert, damit diese als Vorbilder für die Lernenden fungieren. So kann frühzeitig eine Sensibilisierung für das Thema stattfinden und Schülerinnen und Schüler werden dazu angeregt, selbstkritisch über Nachhaltigkeit nachzudenken und eine persönliche Meinung zu entwickeln.

Autoreninformation

Fabian Csosch, B. Ed.

studiert an der PH Schwäbisch Gmünd Lehramt für die Sekundarstufe I (M. Ed.) mit den Fächern Sport und Technik. Die Idee zur Konzeption eines nachhaltigen Technikunterrichts entstand während eines Schulpraktikums. In diesem Zusammenhang kamen Fragen zum eigenen Beitrag zum Umweltschutz und zur Nachhaltigkeit als Lehrkraft auf und wie man Schüler*innen für diese Fragestellung sensibilisieren kann.



Literaturverzeichnis

- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (Hrsg.). (o.J.). EMAS: Was sind Umweltaspekte? Wie unterscheiden sich direkte und indirekte Umweltaspekte? Zugriff am: 06.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.umweltpakt.bayern.de/management/faq/411/emas>
- Block, D., Ernst, A., Faller, S., Karger, A.-C., Machon, W., Meckbach, M. et al. (2017). Prisma Technik (Baden-Württemberg, 1. Auflage). Stuttgart, Leipzig: Ernst Klett Verlag.
- Brock, A., & Grund, J. (16.06.2023). Welche Rolle spielt das Thema Nachhaltigkeit im Unterricht? Interview durch Lothar Guckeisen. Zugriff am: 27.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.campus-schulmanagement.de/magazin/welche-rolle-spielt-das-thema-nachhaltigkeit-im-unterricht>
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.). (2018). SDGs und Agenda 2030: Der Begriff Nachhaltigkeit und die Rolle der Schule. Zugriff am: 25.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/sdgs-und-agenda-2030-der-begriff-nachhaltigkeit-und-die-rolle-der-schule>
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.). (2023). Umweltbewusstsein in Deutschland 2022. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Zugriff am: 19.09.2023. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltbewusstsein-in-deutschland-2022>
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Hrsg.). (o. J.). Tribhausgase. Verfügbar unter: <https://www.bmz.de/de/service/lexikon/treibhausgase-14864>
- Bundesregierung (Hrsg.). (2020). Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Weiterentwicklung 2021 - Kurzfassung. Zugriff am: 04.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/publikationen/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-weiterentwicklung-2021-kurzfassung-1875186>
- Carlowitz, H. C. (1713). Sylvicultura Oeconomica, Oder Haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung Zur Wilden Baum-Zucht: Nebst Gründlicher Darstellung, Wie zu förderst durch Göttliches Benedeyen dem allenthalben und insgemein einreissenden Grossen Holtz-Mangel, Vermittelst Säe- Pflantz- und Versetzung vielerhand Bäume zu prospirciren, auch also durch Anflug und Wiederwachs des so wohl guten und schleunig anwachsend ... Alles zu nothdürfftiger Versorgung des Hauß- Bau- Brau- Berg- und Schmeltz-Wesens, und wie eine immerwährende Holtz-Nutzung, Land und Leuten, auch jedem Hauß-Wirthe zuunschätzbaren großen Auffnehmen, pfleglich und füglich zu erziehlen und einzuführen; Worbey zugleich eine gründliche Nachricht von den in Churfl. Sächß. Landen Gefundenen Turff Dessen Natürliche Beschaffenheit, grossen Nutzen, Gebrauch und nützlichen Verkohlung. Leipzig: Braun. <https://www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10214444?page=130,131>

- Drewes, J., Auerswald, K., Disse, M., Menzel, A., Paulheit, S., Rutschmann, P. et al. (Bayrische Staatsregierung, Hrsg.). (2021). Wasserversorgung in Bayern. Bericht der Expertenkommission. Zugriff am: 21.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.wasser.tum.de/wasser/wasserversorgung-in-bayern/>
- EMAS - Eco-Management and Audit Scheme/Europäische Union. (2009). VERORDNUNG (EG) Nr. 1221/2009 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 25. November 2009 über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 761/2001, sowie der Beschlüsse der Kommission 2001/681/EG und 2006/193/EG, 1–45.
- Faas, S. & Müller, G. (Hrsg.). (2019). Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) in Kindertageseinrichtungen gestalten. Leitfaden. Zugriff am: 27.07.2023. Verfügbar unter: https://www.bne-portal.de/bne/shareddocs/downloads/files/km_leitfaden-fuer-kindertageseinrichtungen_web_final.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Geschäftsstelle des Umweltgutachterausschuss (Hrsg.). (2023). Zugriff am: 03.07.2023. Was ist Emas. Verfügbar unter: https://www.emas.de/fileadmin/user_upload/4-pub/Flyer_Was-ist-EMAS.pdf
- Glunz, S. (Hrsg.). (2023). Nachhaltige Materialien. Zugriff am: 17.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.inatech.uni-freiburg.de/de/forschung/nachhaltige-materialien>
- Gonstalla, E. (2019). Das Klimabuch. Alles, was man wissen muss, in 50 Grafiken (Unsere Welt in 50 Grafiken). München: Oekom Verlag.
- Grundmann, D. & Overwien, B. (2016). Bildung für nachhaltige Entwicklung in Schulen verankern. Dissertation. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-16913-8>
- Haan, G. de & Harenberg, D. (1999). Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Gutachten zum Programm (Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Bd. 72). Bonn: Bund-Länder-Komm. für Bildungsplanung und Forschungsförderung Geschäftsstelle.
- Hauff, V. (1987). Unsere gemeinsame Zukunft. Greven [Federal Republic of Germany]: Eggenkamp Verlag.
- Internetredaktion LpB BW (Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg, Hrsg.). (2023). Nachhaltigkeit. Definition, Agenda 2030, UN-Nachhaltigkeitsziele (SDGs), Nachhaltigkeitsstrategien. Zugriff am: 21.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.lpb-bw.de/dossier-nachhaltigkeit>
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Klößner, J. (tagesschau, Hrsg.). (2021, 24. Februar). Wälder in dramatischem Zustand, Norddeutscher Rundfunk. Zugriff am: 17.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.tagesschau.de/inland/waldzustandsbericht-kloeckner-101.html>
- Kreusch, M. (2013). Umtriebszeit: wie lange benötigt ein Baum bis zur Hiebsreife? Zugriff am: 17.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.wald-prinz.de/umtriebszeit-wie-lange-benotigt-ein-baum-bis-zur-hiebsreife/3697>
- Langner, T. (Umweltbildung - Umweltberatung, Hrsg.). (2018). Methoden der Bildung für nachhaltige Entwicklung, Weitenhagen. Zugriff am: 26.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.umweltschulen.de/agenda/methoden-der-bildung-fuer-nachhaltige-entwicklung.html>
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.). (2016). Technik. Wahlpflichtfach. Gemeinsamer Bildungsplan der Sekundarstufe I. Zugriff am: 17.07.2023. Verfügbar unter: https://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_SEK1_T.pdf
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.). (2023). Den bewussten Umgang mit Ressourcen lernen. Zugriff am: 17.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.klimanet.baden-wuerttemberg.de/umgang-mit-ressourcen-lernen>
- Obermair, K. (2020, 4. Februar). Holz entsorgen: Diese Möglichkeiten gibt es. Utopia. Zugriff am: 17.07.2023. Verfügbar unter: <https://utopia.de/ratgeber/holz-entsorgen-diese-moeglichkeiten-gibt-es/>
- Schmayl, W. (2021). Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts (4. unveränderte Auflage). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Umweltbundesamt (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, Hrsg.). (2016). Trinkwasser aufbereiten. Zugriff am: 25.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/trinkwasser-aufbereiten#forschungsschwerpunkte>
- Van Rüh, P. (DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Hrsg.). (2015). Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft, Umweltbundesamt. DVGW-Jahresrevue: 12. Zugriff am: 21.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/wasser/klimawandel/auswirkungen-klimawandel-wasserwirtschaft-energie-wasser-praxis-dez-2015.pdf>
- Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen e. V. (Hrsg.). (2014). „WerkstattR: RessourcenStorys gesucht!“. Bildungswerkshop für Berufsschulen und Berufskollegs. Handbuch mit Konzeption, weiterführenden Informationen. Zugriff am: 17.07.2023. Verfügbar unter: https://www.verbraucherzentrale.nrw/sites/default/files/2017-06/Handbuch_Werkstatt_R.pdf

Vereinte Nationen. (2015). Resolution der Generalversammlung, verabschiedet am 25. September 2015 70/1. Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, 1–38. Zugriff am: 04.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>

World Meteorological Organization (Hrsg.). (2023, 21. April). WMO annual report highlights continuous advance of climate change. Zugriff am: 17.09.2023. Verfügbar unter: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-annual-report-highlights-continuous-advance-of-climate-change>

Zimmermann, F. M. (2016). Was ist Nachhaltigkeit - eine Perspektivenfrage? In F. M. Zimmermann (Hrsg.), Nachhaltigkeit wofür? Von Chancen und Herausforderungen für eine nachhaltige Zukunft (Lehrbuch, S. 1–24). Berlin: Springer Spektrum.

Zukunft Digitale Bildung GmbH (Hrsg.). (2022). Schule digital – Ist das wirklich ressourceneffizient? Zugriff am: 17.07.2023. Verfügbar unter: <https://www.lehrer-news.de/blog-posts/schule-digital-ist-das-wirklich-ressourceneffizient>

Neue Fachliteratur

Philosophieren im Textilen und Technischen Gestalten (Autorin: Laura Mercolli Rosenberger; hep Verlag)

Armin Ruch

Hinter dem Titel „Philosophieren im Textilen und Technischen Gestalten [TTG]“ von Laura Mercolli Rosenberger verbirgt sich ein Schatz für den allgemeinbildenden Sach- und Technikunterricht. Es beinhaltet keine Fertigungsanleitungen für Artefakte, sondern sinnvoll strukturiertes Material, für theoretischen Unterricht, das sofort eingesetzt werden kann. Rosenberger, Dozentin für Ethik und Fachdidaktik Ethik, Religion, Gemeinschaft (ERG) an der Pädagogischen Hochschule Bern, schafft es, ihr Fachgebiet der Ethik mit den Anforderungen an das Fach Technik (und Textiles Gestalten) homogen zu verbinden. In acht Unterrichtssequenzen, die jeweils ein Kapitel des Buches ausmachen, werden zentrale ethische Probleme in der Wechselwirkung von Technik und Mensch thematisiert.

Noch vor den Beschreibungen der Unterrichtssequenzen werden zunächst die Grundlagen für die philosophischen Themen – auch für Unbedarfte sehr verständlich und sehr sinnvoll reduziert – dargestellt. Hier wird ganz deutlich nicht von oben herab erklärt, sondern dem Umstand Rechnung getragen, dass nicht jede Lehrkraft für Technik oder Sachunterricht auch über besonders ausgeprägte Vorkenntnisse über die Grundlagen der Umsetzung von ethischen Fragestellungen verfügt.

Der Einleitung folgen die Beschreibungen der Unterrichtssequenzen. Jede dieser Beschreibungen beginnt zunächst mit der Definition der Ziele. Dem folgt die Einbettung in den TTG-Unterricht. Dass sich diese Einbettungen auf Schweizer Pläne beziehen, stört nicht, denn es folgt eine präzise Darstellung der angestrebten Kompetenzen. Für diese Kompetenzen wird dann ein schlüssiger Ablauf in Form eines Stundeverlaufes vorgestellt. Dabei wird tabellarisch auf Zugang, Zeit, Aktivität, Sozialformen und Materialien eingegangen. Für die Diskussionen, die unweigerlich mit ethischen Fragen verknüpft sind, werden bereits Impulse und Anregungen für die Lehrkraft angeboten. Dazu gehört dann auch eine Einbettung in die philosophischen Hintergründe. Der Bezug zum schweizer „Lehrplan 21“ ist außerhalb der Schweiz nur bedingt notwendig. Bei genauer Betrachtung stellt sich aber auch hier heraus, dass die Schnittmengen mit deutschen Lehrplänen durchaus vorhanden sind. Abschließend verweist die Autorin noch auf Vertiefungsmaterial, das über QR-Codes einfach zugänglich verlinkt ist. In der Leseprobe, die der Redaktion zur Verfügung gestellt wurde, funktionieren diese QR-Codes allerdings nicht.

Zu erwähnen ist neben den praktischen „out of the box/book“ nutzbaren Unterrichtssequenzen außerdem das sorgfältig und umsichtig aufgearbeitete Unterrichtsmaterial. Für die Impulsfragen zu allen Unterrichtssequenzen befinden sich Moderationskarten aus festem Karton als Anhang im

Buch. Da diese Karten perforiert sind, lassen sie sich einfach heraustrennen und erleichtern der Lehrkraft die Moderation der Diskussionen. In den Sequenzen, in denen die Schüler*innen auf Arbeitsblättern arbeiten sollen, könnten diese kopiert werden, da das Buch im praktischen A4-Format gedruckt wird. Praktischer ist es aber, auf die Webseite des Verlages zurückzugreifen, wo alle Materialien zum Download bereitgestellt sind. So können die Materialien auch paperless verwendet und digital bereitgestellt werden.

Alles in allem ist das Buch sehr empfehlenswert. Es bietet sich überall dort für den Einsatz an, wo nicht nur die Nutzung von Technik, sondern auch die Bewertung von Technik und technischem Handeln Teil des Curriculums sind. Mit der gut zugänglichen Einleitung und den durchdachten und sehr nachvollziehbar strukturierten Unterrichtssequenzen können auch Lehrkräfte mit wenig Erfahrung auf diesem Gebiet eine interessanten, abwechslungsreichen und differenzierten Unterricht gestalten.



ISBN: 978-3-0355-2253-2

tedu

2|2023