

CORNELIA ZOBL (KPH Wien/Krems)

ROBERT SCHÜTKY (PPH Augustinum)

**Praxisbericht: Zur Relevanz von Größen-Kompetenzen am
Übergang von der Schule zur betrieblichen Berufsausbildung in
Österreich**

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

CORNELIA ZOBL / ROBERT SCHÜTKY

Praxisbericht: Zur Relevanz von Größen-Kompetenzen am Übergang von der Schule zur betrieblichen Berufsausbildung in Österreich

ZUSAMMENFASSUNG: Größen-Kompetenzen verbinden die Fähigkeit zur Abstraktion mit jener der Konkretion durch den Bezug auf Gegenstände und Prozesse. Sie werden sowohl in der Schule als auch in der betrieblichen Berufsausbildung als wesentlich erachtet. Die Autor/-innen schlagen vor, den fachdidaktischen Fokus am Übergang zur Berufsausbildung auf Größen-Kompetenzen zu legen. Einsatzpunkt bietet eine Didaktisierung von Messprozessen, die zur Ermittlung spezifischer Maße dienen. Das Erlernen von Messprozessen ermöglicht es, theoretische Wissensbezüge aus der Schulbildung mit den Handlungspraktiken im Betrieb zu verbinden. Die von den Lehrlingen selbstaktiv erworbenen Größen und Maße sollen des Weiteren als Stützpunkte dienen und bilden die Basis für ein kritisch beurteilbares Wissen und Können im Beruf.

Schlüsselwörter: Größen-Kompetenzen, Messprozess, Transition Schule Berufsausbildung, Stützpunkte, betriebliche Berufsausbildung

Practice report: Relevance of measure competencies at the transition from school to in-company training for technical careers in Austria

ABSTRACT: Measure competencies combine the ability to abstract with that of concreteness through reference to objects and processes. They are considered essential both in school and in vocational training. The authors suggest focussing on measure competences at the transition to vocational training. Operational focus offers a didactization of measurement processes, which are used for the determination of specific measurements. The learning of measurement processes makes it possible to connect theoretical knowledge references from the school education with the job skills. Furthermore, the sizes and measures acquired by the apprentices themselves should serve as cognitive anchors and form the basis for a critically assessable knowledge and job skills.

Keywords: Measure-Competencies, measurement process, cognitive anchors, Transition school vocational training, in-company vocational training

1 Einleitung

Größen-Kompetenzen, der Umgang mit Größen und Maßen im schulischen Unterricht, zeichnen sich u.a. durch einen starken Praxisbezug aus. Das heißt, sie verbinden mathematische Abstraktionen über technologische Messprozesse mit der Lebenswelt (vgl. Schütky & Haider 2018; Schütky & Zobl 2020, 2021a, 2021b; Griesel 1997). Dieser Bezug auf die Wirklichkeit macht eine nähere Betrachtung von Größen-Kompetenzen vor allem auch für technische Zusammenhänge interessant. Im Folgenden soll gerade diese Eigenheit der Größen-Kompetenz als Ausgang eines technisch-berufsdidaktischen Einsatzpunktes angesehen werden, die den Übergang für Schüler/-innen von Schule zur technischen Berufsausbildung im Sinne der Jugendlichen und der Betriebe gestaltbarer macht. So zeigen sich gerade an diesem Übergang zwischen Schule und technischer Berufsausbildung zahlreiche Herausforderungen, die aus Sicht der lehrlingsausbildenden Betriebe in einem akuten Mangel an Jugendlichen und jungen Erwachsenen für die Berufsausbildung kumuliert (vgl. u.a. Ostermann 2021; Köppl-Turyna & Lorenz 2016, S. 1). Umgekehrt erfahren sich viele Jugendliche als zu wenig auf die Herausforderungen einer Berufsausbildung durch die Schulen vorbereitet (vgl. u.a. Lindacher 2015, S. 12). Ein Übergang in eine technische Berufsausbildung wird mitunter durch solche und andere Unsicherheiten hinausgezögert (vgl. u.a. Siegert 2021, S. 268-274).

Im Artikel wird zunächst ein differenzierter Blick auf die Herausforderungen von Betrieben und Jugendlichen am Übergang von Schule und Berufsausbildung geworfen, bevor die Voraussetzungen, Gegebenheiten und Formen des Lehrens und Lernens in den Betrieben dargestellt werden. Als Kontrapunkt dienen hier die Formen des Lehrens und Lernens an allgemeinbildenden Schulen und Berufsschulen. Im Anschluss daran wird der Frage nachgegangen, wie ein Übergang von Schule zu Berufsausbildung aktiv und im Sinne der dargestellten Herausforderungen gestaltet werden kann. Das Autor/-innenteam verfolgt dabei die These, dass relevante Kompetenzen in den vorhergegangenen berufs- und allgemeinbildenden Schulen zwar erworben, jedoch von den Jugendlichen nicht oder nur unzureichend in die Berufsausbildung überführt werden können. Ein wesentlicher Grund - so die argumentative Annahme - ist, dass sich u.a. die fachdidaktische Rahmung des Lehrens und Lernens zwischen betrieblichem und schulischem Feld wesentlich unterscheidet. Das Autor/-innenteam geht demgemäß von einer Diskrepanz zwischen schulisch erworbenen Kompetenzen und betrieblich eingeforderter Handlungspraxis aus, die aus technisch-berufsdidaktischer Hinsicht bearbeitet werden können. Der Fokus auf Größen-Kompetenzen speziell am Übergang zu der betrieblichen Ausbildung technischer Berufe soll eine Möglichkeit bieten, in das praktische betriebliche Lernumfeld technischer Berufsausbildung einzuführen und damit eine solide Grundlage für den Erwerb beruflich-technischer Kompetenzen zu schaffen.

2 Herausforderungen des Übergangs von Schule zu Berufsausbildung aus betrieblicher und jugendlicher Perspektive

Die Ausbildungsbetriebe technischer Berufe sehen sich bei der Rekrutierung und auch während der Ausbildung von Lehrlingen mit unterschiedlichen Herausforderungen konfrontiert. Diese äußern sich vor allem darin, dass zu wenige (kompetente) Lehrlinge für offene Ausbildungsplätze

gefunden werden und sich die Ausbildung selbst häufig als inhaltlich schwierig darstellt. Exemplarisch kann an dieser Stelle auf die vom österreichischen Business Circle¹ angesprochenen Themen beim Lehrlingsforum 2021 verwiesen werden. So kreisen die aufgegriffenen Themen rund um den Fachkräftemangel, die Zusammenarbeit mit Schulen, die psychosoziale Gesundheit der Jugend, die Erwartungen der „Generation Z“ an ihre Zukunft², die Mädchenförderung und die Werbemöglichkeiten für die Ausbildung (vgl. Business Circle.at 2021). Die Auseinandersetzung befasst sich auf den unterschiedlichsten Ebenen mit dem Problem der Rekrutierung und dem Halten (kompetenter) Lehrlinge in der beruflichen Ausbildung. Neben der Erweiterung des Einflussbereichs durch Werbestrategien und der engen Zusammenarbeit mit Schulen sollen bewusst auch Mädchen für technische Berufsausbildungen angesprochen werden, um so dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken. Das Halten der Lehrlinge in der Ausbildung wird durch eine Auseinandersetzung mit den Erwartungshaltungen von jungen Menschen und die Angemessenheit der betrieblichen Atmosphäre durch gezielte Unterstützungsmaßnahmen angesprochen.

Die Agenda des Lehrlingsforums 2021 spiegelt sich in den Themen der wissenschaftlichen Übergangsforschung zwischen Schule und Berufsausbildung wider. So wird auch in der wissenschaftlichen Fachliteratur über die Notwendigkeit einer Reform des Übergangs von Schule zur Berufsausbildung ausgegangen. Regionale Kooperationen von Schulen mit Wirtschaftsbetrieben – beispielsweise – zeigen Verbesserungen bei der Übergangssituation von Jugendlichen (vgl. DLR 2012). Doch haben Betriebe und Schulen deutlich unterschiedliche Interessen, wenn es um die Gestaltung dieser Schnittstelle geht (vgl. u.a. Gei, Kreweth & Ulrich 2011; Frieling & Ulrich 2013). Eine gute Zusammenarbeit zwischen Schule und Berufsausbildner/-innen kann als bedeutsame Basis eines gelungenen Übergangs von Jugendlichen in die Berufsausbildung angesehen werden.

Es zeigen sich jedoch auch über eine solche Zusammenarbeit hinaus deutliche Probleme: Wissenschaftler/-innen verorten strukturelle Benachteiligung nicht nur von weiblichen Jugendlichen beim Berufsausbildungseinstieg (vgl. u.a. Benner 2018). Auch sind Jugendliche benachteiligt, die aus spezifischen sozialen Milieus stammen (vgl. u.a. Mahl, Reißig & Schlimbach 2014) und/oder Migrationshintergrund aufweisen (vgl. u.a. Busse, Jenewein & Friese 2020; Braun, Lex & Reißig 2018) und/oder als körperlich oder geistig behindert eingestuft wurden (vgl. u.a. Enggruber et al. 2021). Die Mädchenförderung kann vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels von betrieblicher Seite demnach nur als eine Möglichkeit der Adressierung von Jugendlichen angesehen werden, um (kompetente) Lehrlinge für die Berufsausbildung zu gewinnen. Eine gelungene Rekrutierung von Lehrlingen und die danach anschließende Lehrlingsausbildung sollte sich demnach mit heterogenen (vgl. Westhoff & Ernst 2016) und inklusiven Aspekten (vgl. Arndt, Neises & Weber 2018) bei der Rekrutierung und in der Ausbildung auseinandersetzen.³

Dass die Rekrutierung von Lehrlingen für eine Berufsausbildung aus betrieblicher Perspektive schwierig ist, scheint nachvollziehbar. So sind nicht nur der demographische Wandel und der daraus resultierende Fachkräftemangel, sondern vor allem die im Sinne der Jugendlichen zu gestal-

1 Es handelt sich dabei um eine jährliche Zusammenkunft von in Österreich wirtschaftlich, wissenschaftlich und politisch einflussreichen Akteur/-innen, um die Lage der Lehrlingsausbildung zu diskutieren (vgl. businesscircle.at 2021).

2 Die sogenannte Generation Z bilden die heute etwa 20-Jährigen, d.h. diejenigen Personen, die um die Jahrtausendwende geboren wurden. Sie gelten als Digital Natives, Global Citizens, selbstfürsorglich und der Zukunft gegenüber skeptisch. Sie bilden in der europäischen Bevölkerung eine deutliche Minderheit, die jedoch als die wirtschaftliche Zukunft angesehen wird (vgl. Burfeind 2018).

3 Neben der betrieblichen Perspektive befassen sich auch zahlreiche wissenschaftliche Perspektiven mit den Herausforderungen beim Übergang von Schule zu Berufsausbildung aus Sicht von Jugendlichen. Der Wechsel kann zwar von einigen Jugendlichen als zweite Chance nach einer misslungenen Schullaufbahn verstanden werden. Problematische Herkünfte und individuelle Verhaltens- und Gedankenmuster lassen diese Jugendlichen jedoch häufig dennoch weiterhin an den Anforderungen scheitern (vgl. u.a. Blanck 2020; Sabatella & von Wyl 2018; Beinke 2009; Nagy, Köller & Heckhauser 2005).

tende Schnittstelle zwischen Schule und Berufsausbildung ausschlaggebend, um letztlich auch Jugendliche, die von den Betrieben nicht adressiert werden⁴, für eine Berufsausbildung vorzubereiten. Weitere Herausforderungen verdeutlicht ein in der Tageszeitung DER STANDARD erschie- nener Artikel zum Thema: Neben dem immer noch schlechten Image der Lehre verschärfte auch die Corona Krise⁵ die Lage einerseits durch die getriggerten Zukunftsängste von Jugendlichen und andererseits durch den schulischen Aufstiegsparagrafen, der einen Schulabbruch bei Schüler/-innen unwahrscheinlicher macht und somit den ‚Pool‘ an den für die Betriebe rekrutierbaren Ju- gendlichen verringert⁶ (vgl. Bauer 2021). In Anschluss an die Überlegungen von Pätzold (2008) kann von einer weiteren Entgrenzung eines seit den 1970er Jahren durchgesetzten Jugendkonzepts gesprochen werden, das die schulische Bildung ausweitet. Verknüpft sei damit die Erwartung, „dass die Jugendlichen sich während dieser Zeit auf den Übergang in Ausbildung und Beruf vor- bereiten mögen“ (Pätzold 2008, S. 593). Ein frühes Festlegen-Müssen für einen Beruf kann von den Jugendlichen, die sich seit den 1990er Jahren durch eine rasche Veränderung der Arbeitswelt zunehmend verunsichert fühlen so umgangen werden (vgl. ebd. S. 594).

Auch eine breit angelegte Studie des deutschen paritätischen Gesamtverbandes (2021) diag- nostiziert eine „Entgrenzung der Jugend“, die mit einem deutlich höheren Einstiegsalter von Ju- gendlichen in eine duale Berufsausbildung die Übergangszeit von Schulpflicht zu Berufsausbil- dung verlängert. Diese Verlängerung des Übergangs als „diffuses Feld institutionalisierter Bildungs-, Ausbildungs- und Studienformen und lebenslaufbezogener Freiräume (Freiwilligenjahr etc.)“ (Enggruber et al. 2021, S. 14) bringe jedoch auch andere Formen der Unsicherheiten mit sich, die auch im Nachhinein mit dem Blick auf die eigene Biografie nur schwer nachvollzogen werden können (vgl. ebd. S. 14). Im Anschluss an die dargestellten Herausforderungen muss also die Frage nach der Gestaltung des Übergangs von Schule zu Berufsausbildung (erneut) in den Fokus geraten und zwar so, dass sowohl die Interessen der Schule als auch der berufsausbildenden Betriebe ernst genommen werden.

3 Unterschiedliche Anforderungen in Schule und Berufsausbildung und die Frage nach der Vermittlung von berufsrelevanten Kompetenzen

Es stellt sich die Frage, welche gemeinsamen Interessen allgemein-, berufsbildende Schulen und berufsausbildende Betriebe teilen. So ist an dieser Stelle zunächst festzuhalten, dass allgemeinbil- dende Schultypen auch auf eine berufliche Zukunft der Schüler/-innen vorbereiten sollen, und zwar im Sinne einer Berufsorientierung. Auf der Homepage des österreichischen Bundesministe- riums für Bildung, Wissenschaft und Forschung heißt es demgemäß: „Bildungs- und Berufsorien- tierung ist Lebensorientierung und somit ein prinzipielles Anliegen aller Unterrichtsgegenstände. Sie unterstützt prozessorientiert die persönliche Berufsentscheidung, macht Informationen über Bildungswege und Arbeitsplätze zugänglich, schafft Raum für Reflexion von Erfahrungen und bietet Möglichkeiten für Erprobungen und Erkundungen [...] über den gesamten Verlauf von der Volksschule bis zur Sekundarstufe 2 [...]“ (bmbwf.gv.at 2021c).

4 Eine kritische Perspektive eröffnet Eberhard (2016) in ihrer Studie zum marktgesteuerten Zugang zur Berufsausbildung.

5 Exemplarisch hierfür siehe Friebe (2021).

6 In Österreich wurde seit 2017 eine (Aus-)Bildungspflicht für Jugendliche bis 18 Jahren gesetzlich verankert. Jugendliche müssen damit bis zum vollendeten 18. Lebensjahr in einer allgemeinen oder beruflichen Bildungseinrichtung gemeldet sein (vgl. BMBWF 2021a). Was zu- nächst nach einem Benefit für lehrlingsausbildende Betriebe klingt, wird durch den sogenannten „Aufstiegsparagrafen“ unterwandert. Das Unterrichtsgesetz ermöglicht es Schüler/-innen, auch mit mehreren Nichtgenügend in die nächsthöhere Klasse aufzusteigen (vgl. BMBWF 2021b). Ein vermeintlich vorzeitiger Schulabbruch wird so verzögert und die Unsicherheit eines Übergangs zur Berufsausbildung vermieden.

Schulen sollen damit auch auf eine Berufsausbildung vorbereiten, einerseits über die Information zu Institutionen und andererseits auch inhaltlich. Dass dies häufig nicht zufriedenstellend für Schüler/-innen und berufsausbildende Betriebe geleistet wird, zeigt sich in der Literatur: So bezweifelt Pätzold, dass in den allgemeinbildenden Schulen Berufsreife vermittelt werden kann (Pätzold 2005, S. 593). Auch Lindacher (2015) schreibt von Problemen, die sich durch den Übergang von allgemein- oder berufsbildenden Schulen in die duale Berufsausbildung für die Jugendlichen ergeben. Im Speziellen sei dieser Übergang vor allem dadurch gekennzeichnet, dass es sich um zwei unterschiedliche Systeme handelt, die zwar voneinander Kenntnis zu nehmen haben, „deren Funktionslogiken jedoch unterschiedlich sind“ (Lindacher 2015, S. 12). Ist es für die Betriebe schwer, geeignete Jugendliche für ihre Ausbildungsplätze zu finden, so stehen die Jugendlichen mit dem Eintritt(swunsch) in die duale Berufsausbildung vor dem Problem, mit den bis dato erworbenen Kompetenzen sich den „entsprechenden ‚Marktwert‘ im beruflichen Ausbildungssystem sichern zu müssen“ (ebd. S.12) bzw. nachweisen zu müssen. Neben bildungsbiografischen und -politischen Aspekten thematisiert Lindacher auch abnehmerspezifische Aspekte des Übergangs von Schule in Berufsausbildung (vgl. Lindacher 2015, S. 19-24). Gemeint ist dabei die mangelhafte fachliche Vorbereitung der Jugendlichen von Seiten der Schulen für den Berufsausbildungseinstieg. Mit dem Verweis auf die Überlegungen Lindachers lässt sich die folgende Perspektive auf die Berufsausbildungssituation in Österreich aufgreifen: Weder die Jugendlichen noch die Betriebe sehen in den Schulen den benötigten Kompetenzerwerb, den es für einen Einstieg in die duale Berufsausbildung aus fachlicher Perspektive brauchen würde.

Geht man davon aus, dass Schulen Berufsorientierung geben und grundlegenden inhaltlichen Kompetenzerwerb den Schüler/-innen ermöglichen sollen, so stellt sich die Frage, ob jene Kompetenzen tatsächlich nicht in den allgemeinbildenden und berufsbildenden Schulen erworben werden können oder ob es sich um ein Problem des Übertrags von erlernten schulischen Kompetenzen in die duale Berufsausbildung handelt. Wir gehen im Weiteren davon aus, dass die grundlegenden Kompetenzen, die auch für eine technische Berufsausbildung relevant sind, in den Schulen erworben werden können. Die Form der Vermittlung in den Schulen macht jene erworbenen Kompetenzen jedoch für die Jugendlichen nicht für den betrieblichen Kontext anschlussfähig. So schreiben auch Smith, Van den Heuvel-Panhuizen und Teppo (2011) von der international vorherrschenden Einigkeit darüber, dass Größen bzw. der Umgang mit ihnen und ihre Messprozesse wichtige elementare mathematische und wissenschaftliche Kompetenzen darstellen. Wie Evidenzen nahelegen, werden diese jedoch von Schüler/-innen nur wenig beherrscht. Dies beeinträchtigt die Fähigkeit der Schüler/-innen, mathematische und wissenschaftliche Inhalte zu erlernen und zu verstehen, und folglich ihren Zugang zu wichtigen Formen qualifizierter Arbeit, die auch den technischen Bereich beinhalten. Insbesondere sei hier das schwache Erlernen von konzeptuellen Prinzipien, die den Messverfahren zugrunde liegen, herauszuheben. Auch Franke und Ruwisch (2010) sprechen von Größen als Bindeglied zwischen Zahlen und Operationen mit Raum und Formen und sehen in gesicherten Größenvorstellungen die Grundlage für Sachaufgaben und folglich die Anschlussfähigkeit für den betrieblichen Kontext.

Der Erwerb von Größenkompetenzen wird in allgemeinbildenden Schulen in mehreren Fächern forciert, wie etwa in der Mathematik, den naturwissenschaftlichen Fächern Physik, Chemie und Biologie und im Technischen und Textilen Werken. Über unterschiedliche Bezugsgrößen und Messmittel wird hier ein direkter oder indirekter Bezug zur Lebenswelt der Schüler/-innen hergestellt. Herausheben möchten wir an dieser Stelle jedoch den Mathematikunterricht, der für alle Schüler/-innen über alle Schulstufen durchgängig ist und mit dem Bezug auf die Größen-Kompetenzen zudem wesentliche Schnittmengen zu naturwissenschaftlichem und technischem Unterricht

aufweist. Herauszustreichen ist auch das Einüben von Größen-Kompetenzen in der mathematischen Fachdidaktik.

Um über die Sinnhaftigkeit eines Anschlusses von Schule zu betrieblicher Berufsausbildung über Größen-Kompetenzen nachzudenken, sollen zunächst noch die Voraussetzungen, Gegebenheiten und Formen des Lehrens und Lernens von Lehrlingen anhand der holzschnittartigen Darstellung einer betrieblichen Lernumgebung dargestellt werden. Danach wird in einem abschließenden Schritt konkret anhand der in der Schule erworbenen Größen-Kompetenzen über die Anschlussfähigkeit jenes Wissens an die betriebliche Lebenswelt nachgegangen.

4 Formen des Lehrens und Lernens in der betrieblichen Berufsausbildung technischer Berufe im Vergleich zum berufsschulischen Lernen

Die technische Industrie und das technische Gewerbe nimmt mit der Lehrlingsausbildung eine wesentliche Rolle in der Ausbildung technischer Berufe ein. Dies zeigt sich einerseits an den Zahlen der Auszubildenden in technischen Lehrberufen. So werden beispielsweise in Österreich jährlich über 16.000 Lehrlinge durch Industriebetriebe⁷ ausgebildet (vgl. WKO 2021a). Andererseits bestätigt sich dieser Eindruck auch mit dem Blick auf die zeitliche Perspektive in der Ausbildung. So findet die Berufsausbildung von Lehrlingen vorrangig in den Betrieben statt. Die Berufsschulen sind im dualen Ausbildungssystem zwar ein fester und wesentlicher Bestandteil, von den Lehrlingen werden diese aber in zeitlich wesentlich geringerem Ausmaß absolviert. So besuchen etwa Lehrlinge die Berufsschulen entweder wöchentlich oder wochenweise geblockt (vgl. BMBWF 2021). Eine technische Berufsausbildung von Lehrlingen findet in den privatwirtschaftlichen Gewerbe- und Industriebetrieben und auch in staatlich anerkannten Schulen statt, wobei den Betrieben inhaltlich und zeitlich ein wesentlicher Teil der Ausbildung zukommt (vgl. ebd.).

Im Gegensatz zur Berufsschule, in der spezifische Inhalte nach den Überlegungen wissenschaftlich fundierter technischer Fachdidaktiken gelehrt und gelernt werden (vgl. Tenberg, Bach & Pittich 2019; BerufsbildendeSchulen.at 2021), orientieren sich die ausbildenden Betriebe in ihrer Ausbildung an sogenannten Berufsbildern⁸. Diese weisen zwar Inhalte aus, bieten aber keinen Verweis auf fachdidaktische Überlegungen. „Das Berufsbild ist eine Art ‚Lehrplan‘ für den Lehrbetrieb und zeigt, welche Ausbildungsinhalte in welchem Lehrjahr vermittelt werden sollen“ (WKO 2020, S. 67). Das heißt, die spezifischen Berufsbilder geben den Auszubildenden in den Betrieben Orientierung bei der Erstellung des berufsspezifischen Ausbildungsplans ihrer Lehrlinge. Einen weiteren Unterschied des Berufsbild-Bezugs zur Ausbildung in den österreichischen Berufsschulen ist die Formulierung. So sind die Lehrpläne in den Berufsschulen lernergebnis- und kompetenzorientiert. Der Lehrplan hat einen „Rahmencharakter, der die Stundentafel, das allgemeine Bildungsziel, die didaktischen Grundsätze sowie die Bildungs- und Lehraufgabe und den Lehrstoff für die einzelnen Unterrichtsgegenstände enthält“ (Rahmenlehrplan für den Lehrberuf Metalltechnik o.J., S. 2) Der Lehrplan ist dabei anwendungsbezogen, orientiert sich an der beruflichen Praxis und zeigt sich lebensweltnah (vgl. ebd., S. 3-4).

Im Gegensatz dazu ist das Berufsbild als Grundlage für die betriebliche Ausbildung nicht kompetenz- sondern handlungsorientiert formuliert (vgl. bmdw.gv.at 2021a), d.h. Wissensbezüge werden nicht als integrativer Teil von Handlung thematisch. Letztere werden arbeitsteilig zur Praxis in den Betrieben in den Berufsschulen vermittelt (vgl. bmbwf.gv.at 2021d). Die Lehrlinge müssen die Verbindung zwischen Wissen und Handlungspraxis in den Betrieben im schlechtesten

7 Die berufsausbildenden Gewerbebetriebe sind hier noch nicht miterfasst.

8 Alle Berufsbilder der in Österreich erlernbaren Lehrberufe finden sich auf der Homepage des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort unter [bmdw.gv.at](https://www.bmdw.gv.at).

Fall somit selbst herstellen. Tenberg, Bach und Pittich (2019) geben zu bedenken, dass „das Handeln nicht das primäre Ziel des sinnvollen Lernens sein kann, sondern vielmehr das, was das Individuum dazu befähigt“ (ebd. 2019, S. 6). Sie verweisen hier auf die Kompetenz als Konnex zwischen Wissensbezügen und beruflicher Handlungspraxis. Bleibt das Handeln ohne Wissensbezug, so können auch keine Sinnbezüge hergestellt werden, die jenes Handeln kritisch befragbar und damit letztlich optimierbar machen. Wollen Ausbilder/-innen in den Betrieben kompetenzorientiert lehren, müssen sie diese Übersetzungsleistung von Handlungen in Kompetenzen selbst tätigen. Dies kann als besondere Herausforderung gegenüber den Berufsschullehrer/-innen und allgemeinbildenden Lehrer/-innen angesehen werden. Eine Hilfestellung bildet der Ausbildungsleitfaden für jeden Lehrberuf, indem das Berufsbild nach Bildungszielen aufgearbeitet wurde (vgl. Qualitaet-Lehre.at 2016).

Auch welche Formen des Lehrens und Lernens für das Einüben jener Handlungspraxis gewählt werden, liegt im Ermessen der Ausbilder/-innen selbst. Die Berufsbilder geben hier keinen didaktischen Rahmen vor. Die betriebliche Ausbildung kann aus fachdidaktischer Perspektive als ein wichtiges Feld angesehen werden, das sich jedoch ob der abgeschlossenen Privatheit der Betriebe als schwierig zu erreichendes auszeichnet. Online-Portale, wie beispielsweise das österreichische Format Qualität in der Lehre, die Leitfäden und Best-Practice-Beispiele zusammentragen (vgl. qualitaet-lehre.at 2016) oder auch Publikationen zum Thema (vgl. u.a. Pahl & Pahl 2021; Fräsch 2018; Riedl & Schelten 2013; Bonz 2001) sind im Verhältnis zu anderen didaktischen Feldern selten. Werden fachdidaktische Überlegungen einerseits vorrangig betriebsintern über die Berufsbilder hergeleitet, so zeigen sich die Betriebe andererseits stark Output-orientiert. Berufsweltmeisterschaften (vgl. worldskills.org 2021), Berufs-Europameisterschaften (vgl. eurosills2021.com 2021) und regionale Lehrlingswettbewerbe (vgl. wko.at 2021b) finden in allen Branchen jährlich statt. Den Betrieben ist es so möglich, die Qualität ihrer Ausbildung aus direkt vergleichender Perspektive und nach berufsrelevanten Inhalten kritisch zu evaluieren.

Die Formen des Lehrens und Lernens zwischen betrieblicher Berufsausbildung und berufs-/allgemeinbildenden Schulen unterscheiden sich – wie dargestellt – maßgeblich. Ein weiterer wesentlicher Unterschied ist, dass Lehrlinge in den Betrieben mit einer völlig anderen Lehr-/Lernumgebung (Werkstatt, Lehrwerkstatt, Produktionshalle, Baustellen etc.) konfrontiert sind. Hier gilt es zudem die Ausbildung in der Industrie und im Gewerbe zu unterscheiden, „also zwischen großbetrieblicher Berufsausbildung und kleinbetrieblicher. Erste findet in komplexen Organisationsstrukturen mit eigenen Räumen, Medien und Personal statt, zweite überwiegend nach dem Muster der traditionellen Meister/-innenlehre“ (Tenberg, Bach & Pittich 2019, S. 206). Diese unterschiedlichen Umgebungen verstärken die unterschiedlichen Formen des Lehrens und Lernens zwischen den Betrieben und Schulen.

Die Berufsausbildner/-innen sind mit der Herausforderung konfrontiert, vor dem Hintergrund bisher schulisch erworbener Kompetenzen konkrete Handlungsweisen so zu vermitteln, sodass diese nicht nur mechanisch eingeübt, sondern vom Lehrling ‚verstanden‘ werden können. In handwerklichen Betrieben wird ein solches Lernen durch ein Lehren angeregt, das die Lehrlinge mit den Meister/-innen in der gemeinsamen Arbeit üben lässt. Es ist ein „Stehlen mit den Augen“ oder ein „Vormachen-Nachmachen“, das hier stattfindet (vgl. Tenberg, Bach & Pittich 2019, S. 206). Theoretische Bezüge aus der vorhergegangenen Schulbildung, wie beispielsweise (fach-)sprachliche, logisch-mathematische oder naturwissenschaftlich-technische Kompetenzen, werden durch eine solche Form des Lehrens nur implizit thematisch. Auch wenn in industriellen Großbetrieben eine differenzierte Form des Lehrens und Lernens anzutreffen ist, die sich durch „gezielte Unterweisungsmaßnahmen und durch ein Lernen am Arbeitsplatz“ (ebd. S. 207) auszeichnet, so wird

primär die Ausführung einer Tätigkeit vermittelt und erst sekundär deren Hintergrund, wie Tenberg, Bach und Pittich herausarbeiten. Lehrlinge sehen sich in der Lehre im Gegensatz zur Schule mit einer völlig anderen Herangehensweise konfrontiert, die die Handlung und nicht das Wissen in den Vordergrund stellt. „Gegenüber der schulischen Lehre ist diese Verständnisvermittlung weitgehend auf den Handlungszusammenhang begrenzt und kann weder von einer Herleitung basaler Wissenskomponenten ausgehen noch weitreichende oder vertiefende Wissenskomponenten erschließen“ (ebd. S. 207).

Der Konnex zwischen der Vermittlung von Wissenskomponenten und zu erlernender Handlungspraxis wird durch den dualen Unterricht zusammen mit den Berufsschulen hergestellt. Dies kann durch die örtliche und zeitliche Trennung der berufsschulischen und betrieblichen Lehre nicht für alle Lehrlinge und in gleichem Ausmaß gelingen. Das heißt, nur dort, wo das Lernen berufsrelevanter praktischer Handlungsweisen ohne direkte Wissensbezüge auskommt, kann eine betriebliche Unterweisung im Handeln gelingen. Jedoch wird es für Lehrlinge, die das schulische Lernen gewohnt sind, schwierig, wenn für ein Handeln Wissensbezüge für ein tieferes Verständnis der Handlungspraxis hergestellt werden sollen. Eine solche Leistung wird zwar von Seiten der Berufsschulen erbracht, verbleibt aber während des betrieblichen Lehrens und Lernens als Aufgabe auf Seiten der Lehrlinge.

In den allgemeinbildenden Schulen wurde diese Herausforderung der Verbindung von Wissensvermittlung und Handlungspraxis mit dem Fokus auf einen kompetenzorientierten Unterricht aufgegriffen. Es wird vor allem das Vermögen in den Mittelpunkt gerückt, wonach der erfolgreiche Übertrag von theoretischem Wissen in praktisches Handeln vollzogen werden kann (Weinert 2001). Die Kompetenzorientierung wurde mittlerweile zum Leitbegriff der Allgemeinen Didaktik und der Fachdidaktiken (vgl. Reusser 2014). Auch in der Berufsausbildung hat sie an Bedeutung gewonnen (vgl. u.a. Loebe & Severing 2012). Vor dem Hintergrund der raschen Veränderungen in der Arbeitswelt sollen so u.a. Handlungs- und Reaktionsmöglichkeiten von den Auszubildenden erhöht werden (vgl. Bethscheider, Höhns & Münchhausen 2011). Eine solche Veränderung der Arbeitswelt macht die zunehmende Bedeutung der Verbindung von Wissen und Handlungspraxis deutlich, die von den Lehrlingen gefordert wird.

Ein erfolgreicher Aufbau von beruflich-technischen Kompetenzen von Seiten der Lehrlinge setzt voraus, dass dieser Übertrag von Wissen zu Können im Lehren berücksichtigt wird. Der Umstand, dass sich Lehrlinge zu Beginn ihrer Ausbildung mit unterschiedlichen Formen und Umgebungen des Lehrens und Lernens konfrontiert sehen, nämlich solchen, die das Handeln in den Mittelpunkt stellen, erschwert eine solche Übersetzungsleistung von schulisch erworbenen Kompetenzen in praktisches, berufsrelevantes Handeln. Das Autor-/innenteam schlägt deshalb vor, jenen Konnex zwischen Wissensbezügen und berufsrelevanter Handlungspraxis durch den fachdidaktischen Bezug auf Größen-Kompetenzen zu schließen.

5 Größen-Kompetenzen als inhaltliche Schnittmenge zwischen schulischem Unterricht und beruflich-technischem Handeln

Lehrlinge sehen sich mit zahlreichen Herausforderungen beim Antritt ihrer Berufsausbildung konfrontiert. Neben sozialen und motivationalen Aspekten ist es – wie herausgearbeitet wurde – auch die Übersetzung von schulisch gelernten Kompetenzen in die berufliche Handlungspraxis, die von einem erfolgreichen Rückgriff auf Wissensbezüge ausgeht. Unterschiedliche Formen des Lehrens und Lernens in Schule und Berufsausbildung machen einen solchen Rückgriff für die Lehrlinge schwierig. So lehren Schulen kompetenzorientiert und verschränken in dieser Folge bewusst Wissensbezüge mit einer Handlungspraxis, wobei die Handlungspraxis als nachgereicht angesehen

werden kann (vgl. Weinert 2001). In der beruflichen Ausbildungssituation industrieller und gewerblicher Betriebe wird das Lehren und Lernen von der Handlungspraxis hergedacht. Wissensbezüge werden vor allem in gewerblichen Ausbildungssituationen nachrangig behandelt bzw. sollen von der Handlung entkoppelt in den Berufsschulen hergestellt werden. Vor dem Hintergrund dieser Herausforderung für die Schüler/-innen und (angehende) Lehrlinge schlagen wir deshalb vor, die Gestaltung des Übergangs von Schule zu technischer Berufsausbildung aus fachdidaktischer Perspektive, und zwar auf inhaltlicher Ebene anzugehen.

In Anlehnung an die Studie von Marterer und Härtel (2017) schlagen wir eine fachdidaktisch vermittelte Transition über den mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht hin zum technisch-beruflichen Handeln vor. So konnten Marterer und Härtel in ihrer Studie zeigen, dass gerade Größen-Kompetenzen sowohl in der Schule als auch im betrieblichen Umfeld eine grundlegende Rolle spielen (vgl. Marterer & Härtel 2017, S. 6). Das Wissen rund um Größen-Kompetenzen wurde im schulischen Unterricht aus unterschiedlichen Perspektiven bearbeitet. Das heißt, bilden Größen-Kompetenzen einen wichtigen didaktisch einzuholenden Teil allgemein- und berufsbildender Schulen, der in ihrer Studie zwar an den Mathematikunterricht rückgebunden ist, so lassen sie sich als Grundlage eines technikdidaktischen Einsatzpunktes zwischen mathematisch-logischem Abstraktionsvermögen und technisch-beruflicher Handlungspraxis ansehen. Exemplarisch kann dies am Lehrplan für die gymnasiale Unterstufe für Mathematik und Technisches und Textiles Werken gezeigt werden. Für die Mathematik werden Größen-Kompetenzen explizit beim Arbeiten mit Formeln ausgewiesen, wenn es darum geht, Größen zu berechnen. Implizit wird der (kritische) Umgang mit Größen auch bei der Untersuchung von graphischen Darstellungen und beim eigenständigen graphischen Darstellen verlangt (vgl. ris.bka.gv.at 2022b). Auch im Lehrplan des Technischen und Textilen Werkens werden Größen gerade dann relevant, wenn es um die Berechnung und die Darstellung von Größen in Graphiken oder Zeichnungen geht. So heißt es: „Schülerinnen und Schüler üben das Konstruieren von Rissen mit Bleistift und Lineal bzw. Geodreieck und Zirkel. Sie konstruieren geometrische Formen, berechnen Abstände, stellen Größenverhältnisse her, lernen Materialstärken zu berücksichtigen und sammeln Erfahrungen mit der Erstellung von Schnittmustern, Netzen, Netzplänen, Fließbildern oder dem Lesen von Explosionszeichnungen“ (ris.bka.gv.at 2022a). Der Umgang mit Größen, der neben der Mathematik und dem Technischen und Textilen Werken auch noch die naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Chemie, Biologie und Geografie umfasst, wird in den Lehrplänen und in den unterschiedlichen Fächern zwar nicht als eigenständiger Punkt ausgewiesen, zeigt sich aber durchgehend als wichtige Kompetenz, um zwischen Wissensbezügen und Lebensweltbezügen kritisch vermitteln zu können.

Aus fachdidaktischer Perspektive stellt sich die Frage, wie Größen-Kompetenzen bei Schüler/-innen aktiv gefördert werden können. So werden diese zwar vorausgesetzt, sind aber kaum expliziter Inhalt des Übens im mathematischen, technischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Diese sollen laut der schulischen Lehrpläne bei anderen Inhalten mitgelernt werden. Auch im betrieblichen Umfeld werden Größen-Kompetenzen in diesem Sinne vorausgesetzt. Es stellt sich die Frage, wie ein solches Üben von Größen-Kompetenzen aussehen kann. In der Mathematikdidaktik widmen sich Schütky und Haider (2018) diesem Thema und beschreiben eine Didaktik, die zunächst den Messprozess vom eigenen Körper herdenken und dann über Messwerkzeuge in die Abstraktion gehen. Das vorgelagerte oder nachgelagerte Schätzen von Größen soll den Schüler/-innen ein kritisches Verhältnis zu Größen und somit einen stärkeren Bezug zur Lebenswelt ermöglichen (vgl. & Haider 2018, S. 6). Die für die Primarstufe entwickelte Didaktik wird erfolgreich und im Sinne des Lebensweltbezugs wirksam im österreichischen Bundesland Steiermark nun auch in der Sekundarstufen-Mathematik angewandt (vgl. Schütky 2020). Für einen didaktischen

Zugang, der für die lehrlingsausbildenden Betriebe angemessen ist, braucht es jedoch eine fachliche Anbindung, die der betrieblichen Handlungspraxis bzw. Lehr- und Lernpraxis näher ist als der mathematische Rahmen.

Technikdidaktisch für den schulisch allgemeinbildenden Unterricht ausdifferenziert dargestellt sind die Unterrichtsmethoden des Fertigen und Konstruierens. Beide didaktischen Zugänge, so unsere Überlegungen, sind auch für die betriebliche Ausbildung technischer Berufe von Relevanz, da die Bildungsziele bzw. ausgewiesenen Kompetenzen wesentliche Schnittmengen aufweisen. Die Konstruktion verbindet einerseits technische Wissensbezüge mit der Handlungspraxis, und zwar durch die technische Zeichnung, die Berechnung, technische Analyse etc. Die Fertigung verortet andererseits die Schüler/-innen bzw. Lehrlinge in der Handlungspraxis durch das Einüben von unterschiedlichen Fertigungsprozessen, der Materialauswahl und -verarbeitung, der Werkzeugkunde und -anwendung, Qualitätssicherung etc. Gerade auch in den Betrieben wird mit den Lehrlingen, je nach Berufsbild, vorrangig das Konstruieren und das Fertigen von technischen Objekten eingeübt, das auch im Sinne der Überwachung von Fertigungsprozessen verstanden werden kann. Je nach Ausrichtung des Betriebs werden hierbei unterschiedliche Akzentuierungen gesetzt. Konstruktion und Fertigen inklusive Qualitätssicherung sind sowohl in gewerblichen Betrieben, die meist keine eigene Lehrwerkstatt haben, als auch in den Lehrwerkstätten der Industriebetriebe Teil bzw. sogar das Ziel des Lehrens und Lernens von Lehrlingen. Die Einbettung des expliziten Einübens von Größen-Kompetenzen, so unser Vorschlag, soll demnach an die didaktischen Methoden des Fertigen bzw. des Konstruierens geschehen.

Beim Konstruieren und Fertigen gibt es zahlreiche Anknüpfungspunkte im Umgang mit Größen. Dies zeigt sich beispielsweise anhand Hüttners (2005) Darstellungen einer Technikdidaktik für allgemeinbildende Schulen. So heißt es zum Konstruieren, dass „der technische Fachbegriff (terminus technicus) Konstruieren [...] auf unterschiedliche, meist miteinander verbundene Tätigkeiten wie Berechnen, Entwerfen, Zeichnen u.a.m. [verweist]“ (Hüttner 2005, S. 159). Da beim Konstruieren Theorie-Praxis-Bezüge in den Vordergrund gerückt werden, d.h. das Lösen praktischer technischer Aufgaben auf theoretischer Ebene (vgl. ebd. S. 159-161), erscheint eine Hinwendung zur expliziten Einübung von Größen-Kompetenzen besonders sinnvoll. So greifen Größen-Kompetenzen jenen Theorie-Praxis-Bezug im Hinblick auf die Anbindung von Messgrößen zur konkreten Lebenswelt der Schüler/-innen und Lehrlinge auf. Auch beim Fertigen lassen sich zahlreiche Bezüge zum Einüben von Größen-Kompetenzen finden, da es sich dabei „um eine geplante Folge unterschiedlicher Arbeitshandlungen zur Herstellung von Erzeugnissen“ (ebd. S. 166) handelt. Auch wenn Hüttner in Bezug auf den schulischen Fertigungsunterricht von einer Aneignbarkeit von lediglich elementaren Fertigungstechniken schreibt (vgl. ebd. S. 168), so bieten die einzelnen Schritte der Fertigung, nämlich die Vorbereitung, Durchführung und die Kontrolle (vgl. ebd. S. 167), im Bezug der Einübbarkeit von Größen-Kompetenzen viel Raum fürs Lernen. Sowohl beim Konstruieren als auch beim Fertigen ist nicht ohne Größen, die im Bezug zu Maßzahlen und bei der Anwendung von Messinstrumenten entstehen, auszukommen. Das gemessene Maß und der Messprozess bilden den didaktischen Einsatzpunkt zur Förderung von Größen-Kompetenzen.

Obwohl bei Hüttner beim Konstruieren und Fertigen nicht explizit auf das Messen oder den Messprozess verwiesen wird, so bildet das Messen doch auch in der angemessenen Anwendung von Messwerkzeugen die implizite und explizite Grundlage eines technischen Konstruktions- oder Fertigungsprozesses. Die theoretische Lösung technischer Aufgaben beinhaltet eine eigene handlungsgeleitete Kompetenz, die neben dem analogen oder digitalen technischen Skizzieren und Zeichnen auch das Messen von Objekten anhand von Zeichnungen mittels Messwerkzeugen beinhaltet. An dieser Stelle ist es interessant, darauf hinzuweisen, dass sowohl in den schulischen

Lehrplänen als auch in Hüttners fachdidaktischen Darstellungen explizit auf das Zeichnen, Konstruieren und Berechnen Bezug genommen wird, jedoch nicht auf das Messen. Wird das Anfertigen von technischen Skizzen und Zeichnungen als Lese- und Darstellungs-Kompetenz in den Konstruktions- und Fertigungsprozess transformiert, die Berechnung als mathematische Kompetenz, so kann die Theorie und Praxis des Messens als technische Kompetenz, und zwar im Sinne einer räumlichen und stofflichen Abstraktions- oder Konkretisierungs-Kompetenz verstanden werden. So findet das Messen in fast allen Bereichen des Konstruierens und Fertigen Anwendung. Im Berufsbild des Modullehrberufs Mechatroniker/-in wird dies besonders deutlich. Das Errichten, die Inbetriebnahme und das Prüfen „von messtechnischen Einrichtungen, von Bauteilen und Baugruppen der Steuerungs- und Regelungstechnik, von Bussystemen, von mechatronischen Maschinen und Geräten sowie von Bauteilen und Baugruppen der Pneumatik und Hydraulik“ (BMDW.gv.at 2021a) ist nur ein Beispiel von vielen, in denen Größen-Kompetenzen sogar in einem doppelten Sinne – im Prüfen und im Errichten von messtechnischen Anlagen – nötig sind. Der Fokus auf Größen-Kompetenzen stellt demgemäß auf unterschiedlichen Ebenen eine Beziehung zwischen schulischem Unterricht bzw. theoretischen Wissensbezügen und der (beruflichen) Lebenswelt her. Sie verbindet mathematische und technische Kompetenzen.

6 Wie Größen-Kompetenzen mit Lehrlingen eingeübt werden können: Ein Vorschlag

Während in der Technikdidaktik und Fachdidaktik technischer Berufe und in schulischen Lehrplänen Größen-Kompetenzen bzw. Messprozesse nur implizit berücksichtigt werden⁹ und demnach auch didaktisch nicht ausformuliert sind, wird in der mathematischen Fachdidaktik ein komplexer Prozess beschrieben, der für das Erlernen von Größen-Kompetenzen zu berücksichtigen ist. So gelangt man zu Größen über einen von den Schüler/-innen nachzuvollziehenden Abstraktionsvorgang, der von realen Gegenständen ausgeht und diese anhand normierter Eigenschaften darstellt. Die didaktische Herangehensweise beschreibt dabei einen Weg, der vom direkten Vergleich „gleichwertiger“ Objekte (je nach Vergleichsaspekt) ausgeht, um später über „Größen“ einer Art (z. B. Länge, Zeit, Masse) zu sprechen. Der Abstraktionsvorgang wird dabei in Form einer Messung vorgenommen, deren Ergebnis dann eine Größe, geschrieben mittels Maßzahl und Maßeinheit, darstellt (vgl. Kirsch 1970, zitiert nach Nührenböcker 2002, S. 12). Etwas plastischer verdeutlicht wird eine solche Didaktik durch ein Beispiel: So werden unterschiedlichste Objekte, zum Beispiel ein Bleistift, eine Schnur und der Unterarm eines Menschen, von den Schüler/-innen zunächst lediglich in Bezug auf den Vergleichsaspekt ‚Länge‘ klassifiziert und somit zueinander durch das Nebeneinanderstellen in Bezug gesetzt. Der Abstraktionsvorgang, verstanden als die Reduzierung der verschiedenen Objekte auf eine einzige ihrer Eigenschaften, in diesem Fall die der Länge, geschieht in Form einer Messung (eines Messprozesses), deren Ergebnis dann eine Größe, geschrieben mittels Maßzahl und Maßeinheit, darstellt. Die Messung löst den direkten Vergleich bewusst ab. Die Schüler/-innen können an dieser Stelle den Bezug der abstrakten Zahl zum realen Objekt und die dadurch entstehenden Vorteile durch die eindeutige(re)n und verbindliche(re)n Verweise auf Gegenstände nachvollziehen. Das heißt, anstatt verschiedene Objekte direkt

⁹ Schulische Lehrpläne, wie beispielsweise der österreichische und Schweizer Lehrplan für das Technische und Textile Werken bzw. das Textile und Technische Gestalten, verweisen in ihren Kompetenzmodellen nicht explizit auf Größen-Kompetenzen bzw. auf das Messen-Können. Im Anspruch, Werkzeuge und Maschinen angemessen bedienen und eigenständig Dinge technisch entwerfen, herstellen und reflektieren zu können (vgl. Lehrplan 21 2022; ris.bka.gv.at 2022), sind jedoch Größen-Kompetenzen als grundlegende Kompetenz erhalten. Interessant ist es, an dieser Stelle anzumerken, dass explizit auf kommunikative und somit sprachliche Kompetenzen verwiesen wird, mathematische Kompetenzen – als ebenso grundlegende wie sprachliche Kompetenzen im Kontext des Technischen – werden nur implizit angesprochen.

in ihrer ‚Größe‘ zu vergleichen, setzt man also ihre gemessenen Längen in Relation. Fachdidaktisch interessant ist die Beziehung der Maßzahl und der Maßeinheit zum realen Objekt in der Lebenswelt der Schüler/-innen bzw. der angehenden Lehrlinge. So gilt es zu verstehen, dass Maßzahl und Maßeinheit einen Gegenstand beschreiben, der von einer Person über ein Messinstrument auf bestimmte Weise reduziert dargestellt wurde. Das Messwerkzeug wird im Kontext der Größen-Kompetenz zum Medium jenes Abstraktionsvorgangs zwischen Zahl (Maß), Größe (um welche Form der Abstraktion handelt es sich) und Gegenstand.

Nimmt in der Mathematikdidaktik der Abstraktionsprozess eine wesentliche Rolle ein, so ist in der Technikdidaktik und betrieblichen Didaktik die angemessene Anwendung und Entwicklung von Messwerkzeugen von hoher technischer Relevanz. Der technische Bezugsrahmen des Messinstruments und die dahinterliegende Theorie rücken in der Beziehung zum realen Gegenstand oder Prozess in den Vordergrund. Das heißt, die Anwendung eines Messinstruments zur Ermittlung von Messgrößen konkretisiert den in der Mathematikdidaktik beschriebenen Abstraktionsprozess, der nun auf eine andere Art und Weise didaktisch bearbeitet werden kann. Technikdidaktisch relevant erscheint daher nicht der Abstraktionsprozess, sondern der Nachvollzug der Messtechnik und das Einüben der Herstellung von relevanten Messgrößen. Der Technikphilosoph Hacking schreibt demgemäß über das naturwissenschaftliche Experiment, das über einen technisch vermittelten (Mess-)Prozess Phänomene nachvollziehen sucht:

„Experimentieren [bzw. Messen, das Autor/-innenteam] heißt: Phänomene schaffen, hervorbringen, verfeinern und stabilisieren. ... In Wirklichkeit ist es aber schwierig, Phänomene in stabiler Weise hervorzubringen. Darum habe ich gesagt, Phänomene müssen nicht nur entdeckt, sondern erzeugt werden. Und das ist eine langwierige und schwierige Aufgabe.

Besser gesagt: Es gibt hier endlos viele verschiedene Aufgaben. Zunächst muss man ein Experiment [bzw. eine Messung, das Autor/-innenteam] planen, das funktionieren könnte. Dann muss man lernen, das Experiment [bzw. die Messung, das Autor/-innenteam] erfolgreich durchzuführen. Der eigentliche Kniff besteht aber vielleicht darin, dass man begreift, wann das Experiment [bzw. die Messung, das Autor/-innenteam] funktioniert. ... Mit dem Ablesen und Melden von Zeigerstellungen ... ist noch nichts geleistet“ (Hacking 1996, S. 380f).

Hacking beschreibt auf präzise Art und Weise die Überlegungen, die hinter erfolgreichen Experimenten und auch Messungen stehen. In seiner Beschreibung bleibt der Apparat bzw. das Messinstrument selbst noch experimentell zu etablieren. Auch wenn dies im Kontext einer schulischen und betrieblichen Didaktik zu weit führt, verweist jener experimentelle Anspruch der Messung auf die (erkenntnistheoretischen) Theorien und Voraussetzungen eines jeden Messprozesses, selbst wenn dieser bereits etabliert ist. Das heißt, auch in der Konstruktion und Fertigung wird ein angemessenes und theoriegeleitetes Anwenden von Messwerkzeugen vorausgesetzt. Dies beinhaltet – in Anlehnung an die Ausführungen Hackings – die Planung einer solchen Messung, die Durchführung der Messung mithilfe von geeigneten und intakten Messinstrumenten und die kritische Bezugnahme auf die Messergebnisse, dargestellt als Maßzahl und Größe. Unterschiedliche Kontexte von Konstruktion und Fertigung ermöglichen unterschiedliche Akzentuierungen jenes Übens: So stellt der Übertrag von vorgegebenen Maßen auf das zu fertigende Produkt, die Zwischen- und Endkontrolle bei der Qualitätssicherung von Produkten, das Erstellen und Berechnen (Konstruktion) von Plänen zum Fertigen eines technischen Produkts etc. unterschiedliche Kompetenzbereiche des Messprozesses jeweils in den Vordergrund. Voraussetzung ist ein Wissen über Messinstrument, Größen und ihre Dimensionalität und den zu vermessenden oder abgemessenen Gegenstand.

Messkompetenz verbindet mathematisch-technische (Größen und Maße) und messtechnische Wissensbezüge mit den realen Objekten und Prozessen des (beruflichen) Umfelds. Planung, Durchführung und kritische Bezugnahme zum Messprozess bzw. zum Messergebnis stellen eine didaktische Trias dar, die im Folgenden und zum Abschluss durch drei wesentliche Bereiche zur

Etablierung betrieblicher Größen-Kompetenzen im Kontext technischer Berufsausbildung aufgegriffen werden, nämlich (fach-)sprachliche, messtechnische und technisch-urteilende.

6.1 Fachsprache als Hilfsmittel und Medium berufsspezifischen Größenverständnisses

Sowohl in der Didaktik technischer Berufe als auch in der Technikdidaktik spielen sozial-kommunikative Kompetenzen eine wesentliche Rolle. Als in den Schulen zu erreichende Berufskompetenz bilden sie neben den fachlich-methodischen, den aktivitäts- und umsetzungsorientierten und den personalen Kompetenzen die vierte Säule des technikdidaktischen Kompetenzmodells, die vom Kultusministerium Deutschland empfohlen wird (vgl. Tenberg, Bach & Pittich 2019, S. 99-130; kmk.org 2007, S. 11). Dies zeigen auch Marterer und Härtel in ihrer Studie, nämlich dass berufsausbildende Gewerbe- und Industriebetriebe den kommunikativen Kompetenzen angehender Lehrlinge eine wesentliche Rolle beimessen (vgl. Marterer & Härtel 2017). Aus technikdidaktischer Perspektive kann Sprache und Fachsprache als Medium oder als Hilfsmittel für das Lehren und Lernen verstanden werden (vgl. Schmayl 2019, S. 230). Sprache wird hier somit nicht als expliziter Inhalt von technischen Vermittlungszusammenhängen in den Fokus gebracht, sondern ihr kommt damit eine wesentliche Rolle in der Vermittlung von technischen und beruflichen Zusammenhängen zu. Sie dient gerade dann als Mittlerin, wenn es darum geht, theoretische Wissensbezüge mit beruflicher Handlungspraxis in einer Lehr-Lern-Situation zu verbinden. Je feiner die sprachlichen Kompetenzen auch in Bezug auf technische Fachbegriffe ausgeprägt sind, desto zuträglicher kann dies für ein erfolgreiches Lehren und Lernen sein.

Bei der aktiven Ermittlung von Größen durch Messprozesse im beruflichen Umfeld wird sprachliche Kompetenz als Hilfsmittel vorausgesetzt und dabei fachsprachliche Kompetenz mitentwickelt. So sind es einerseits berufsspezifische Gegenstände und Prozesse, die es zu vermessen gilt, und andererseits berufsspezifische Messwerkzeuge, die für das Vermessen herangezogen werden. Auch die Größen selbst führen zudem in berufsrelevante Fachgebiete ein, und zwar gerade dort, wo sie an in der Schule bereits bearbeitete Größen anschließen. Nach den bekannten Größen Längen, Flächen, Volumina, Masse etc. wird sich ein Mechatronik-Lehrling – beispielsweise – sowohl mit Kraft-, Druck-, Drehzahl-Messungen etc. als auch mit Spannungs-, Strom- und Widerstandsmessungen etc. und den dazugehörigen Maßen und Messprozessen auseinandersetzen. Mathematische Größen sind als Phänomen eng sowohl an lebensweltliche als auch an spezifische berufliche Umfelder geknüpft. Sie bieten aus der Perspektive der Sprache einen Konnex zwischen schulischer bzw. alltäglicher Sprache, Werkzeugen und Gegenständen und berufsrelevanter Fachsprache. Eine betriebliche Didaktik, die die Größen-Kompetenzen in den Mittelpunkt rückt, sollte dies auch im Medium bzw. im Hilfsmittel der (Fach-)Sprache tun. Gerade das Meister/-innen-Lehrlings-Verhältnis des Lehrens und Lernens ermöglicht einen intensiven sprachlichen Austausch über das Erklären von Seiten des/der Lehrlingsausbildners/-in oder des Erklären-Lassens von Seiten des Lehrlings.

6.2 Messverfahren und Funktionsweisen von Messgeräten verstehen und angemessen anwenden können

Größen-Kompetenzen sind, wie herausgearbeitet, eng mit technisierten Messverfahren und den damit einhergehenden Messwerkzeugen verbunden. An dieser Stelle hervorzuheben ist, dass die sogenannte Messtechnik einen eigenen abgrenzbaren Bereich der Technik bildet, der wiederum

Berufsbilder mit sich bringt, wie beispielsweise den/die Physiklaboranten/-in, der/die sich mit dem Messen von materiellen und konstruktiven Kenngrößen befasst. Der Umgang mit Messinstrumenten umfasst hier explizit deren Prüfung, Justierung und deren Anwendung. Doch auch in allen anderen technischen Berufen ist die angemessene Anwendung von Messwerkzeugen, die auch das Prüfen der Einsatzfähigkeit beinhaltet, Teil beruflicher Praxis, wenn diese auch nicht explizit ausgewiesen wird. Fachdidaktisch verschiebt sich der Fokus von der Mathematikdidaktik zu berufs- didaktischer bzw. technikdidaktischer Perspektive: Wird in der Mathematik der Fokus auf die Messergebnisse und ihre Genauigkeiten gelegt, so befasst sich die Messtechnik und ihre Didaktik auch mit den Verfahren jener Messprozesse. In den Blick geraten die Methodologie und die Technologie zur Bestimmung von physikalischen Größen, wie eben Länge, Fläche, Volumina, Masse etc. Die berufsspezifische Handlung wird so über die Perspektive der Messung vielfältig theoretisch anschlussfähig. Im besten Fall wird bei den Lehrlingen dadurch ein tiefergehendes Interesse und Verständnis für technische und berufliche Phänomene eröffnet.

Das berufliche Umfeld in technischen Berufsausbildungssituationen bietet auf vielen Ebenen Anschluss an Messprozesse und Messwerkzeuge. In fachdidaktischer Hinsicht kommen hier die Lehrverfahren der Konstruktion oder der Fertigung in den Blick, die auf einer Handlungs- wie auf einer medialen Ebene durch einen Fokus auf Messverfahren und Funktionsweisen von Messgeräten erweitert werden können. Die Handlungsebene umfasst die Messkompetenz an sich, d.h. die Wahl des richtigen Messinstruments, die angemessene Anwendung und die kritische Bezugnahme zum Messergebnis. Zudem können Messinstrumente bei der Herstellung von Größen und Größen-Kompetenzen zum Medium von technischer Konstruktion und Fertigung werden. Materielle oder Verfahrenstechnische Wissensbezüge werden so bewusst um mathematische, naturwissenschaftliche, geometrische, kulturelle etc. Wissensbezüge erweitert. Und gerade solche Wissensbezüge werden im schulischen Unterricht thematisiert und sind somit für die Lehrlinge am Beginn ihrer Ausbildung vermeintlich einfacher herleitbar. Ein positiver ‚Nebeneffekt‘ wird von Hofstätter und Thaler thematisiert, die den Einbezug von Kontextwissen in ihrer Vehikel-Theorie als inklusive Technikdidaktik verstehen (vgl. Hofstätter & Thaler 2016).

6.3 Betriebliche Stützpunkte aufbauen und Maße (ein)schätzen können, um berufliche Gegenstände und Prozesse kritisch beurteilen zu können

Unter Stützpunkt versteht man die kognitiv verankerte Abbildung der Abmessungen eines Gegenstandes oder Prozesses (vgl. Schütty & Schaupp 2020). Beispielsweise kann das Wissen, dass eine gewöhnliche Tür zwei Meter hoch ist, als Stützpunkt für das Schätzen anderer Gegenstände dienen. Diese Stützpunkte stellen die Grundlage für das kognitive Schätzen und somit im Weiteren für das kritisch technische Beurteilen von Gegenständen und Prozessen dar. So belegen Studien die Korrelationen zwischen dem Schätzen und dem als semantisches Wissen bezeichneten Allgemeinwissen, welches im Langzeitgedächtnis verankert ist (vgl. O'Carroll et al. 1994; Brand et al. 2003; Della Sala et al. 2004; D'Aniello et al. 2015). Es konnte nachgewiesen werden, dass beim Lösen von Schätzaufgaben Wissen aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen wird, wie etwa das Wissen über das zu schätzende Objekt, mögliche Vergleichsobjekte (Stützpunkte) und die passenden Maßeinheiten (vgl. Brand et al. 2003, S. 330f.; Della Sala et al. 2004, S. 162). Die Autor/-innen um Brand (2002) stellen dies in ihrem Modell des kognitiven Schätzens dar: Das Schätzen beginnt mit einer aufgabenspezifischen Repräsentation im Arbeitsgedächtnis, die zu einer Aktivierung von Wissen aus dem Langzeitgedächtnis führt (vgl. Brand et al. 2003, S. 331). Dabei verweisen die Autor/-innen explizit auf die besondere Bedeutung von Referenzgegenständen

(Stützpunkten) im Langzeitgedächtnis, mit denen auf mentaler Ebene im Arbeitsgedächtnis verglichen wird (Brand und Kalbe 2002, S. 8). Kognitives Schätzen wird dementsprechend „als ein Prozess der Antwortgenerierung bei Nichtverfügbarkeit der exakten Lösung mit Hilfe des semantischen Wissens und der Anwendung von (Vergleichs-)Strategien“ definiert (Brand und Kalbe 2002, S. 9).

Das Schätzen von Größen durch den Aufbau von Stützpunkten kann durch die Erfahrung im Umgang mit Messverfahren und Messergebnissen aktiv aufgebaut werden. Das Schätzen-Können greift – wie dargestellt wurde – auf kognitive Anker zurück, die in unzähligen Übungen vom Lehrling inkorporiert wurden. Das heißt, das Schätzen verlangt vom Lehrling nichts Geringeres als das eigene In-Bezug-Setzen zu lebensweltlichen und beruflichen Phänomenen. Diese vermeintliche Intuition fußt auf dem eigenen Erfahrungsreichtum, der im beruflichen Setting durch aktive Teilhabe erreicht wird. Das Messen von Gegenständen und Prozessen durch den Lehrling kann einen solchen Aufbau von Stützpunkten ermöglichen. Das Schätzen-Können kann als „Königsklasse“ der Größen-Kompetenzen angesehen werden. Es widerspiegelt die Einverleibung der beruflichen Umgebung, indem präzise Voraussagen und kritische Urteile durch die Schüler/-innen und Lehrlinge getroffen werden können.

Literatur

- Arndt, I., Neises, F. & Weber, K. (2018). Inklusion im Übergang von der Schule in Ausbildung und Beruf: Hintergründe, Herausforderungen und Beispiele aus der Praxis. Leverkusen: Budrich.
- Bauer, K. (2021). Das große Ringen um Lehrlinge hat begonnen.
<https://www.derstandard.at/story/2000131282473/das-grosse-ringen-um-lehrlinge-hat-begonnen-vom-20.11.2021>.
- Beinke, L. (2009). Berufsvorbereitung und Berufseinstieg: Schwierigkeiten Jugendlicher beim Übergang von der Schule in die Berufsausbildung. Frankfurt a. M., Wien: Lang.
- Benner, I. (2018). Bildungsbenachteiligung und Bildungsanlässe am Übergang Schule-Beruf: eine Studie mit Fokus auf Bildung, Geschlecht und soziale Herkunft. Opladen, Berlin, Toronto: Budrich.
- BerufsbildendeSchulen.at (2021). Lehrpläne Berufsschulen.
<https://www.abc.berufsbildendeschulen.at/downloads/?kategorie=7>
- Bethscheider, M., Höhns, G. & Münchhausen, G. (2011): Kompetenzorientierung in der beruflichen Bildung. Bielefeld: Bertelsmann.
- Blanck, J. (2020). Übergänge nach der Schule als „zweite Chance“? Eine quantitative und qualitative Analyse der Ausbildungschancen von Schülerinnen und Schülern aus Förderschulen. Weinheim, Basel: Beltz.
- BMBWF.gv.at (2021a). Ausbildungspflicht nach Erfüllung der Schulpflicht.
<https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/beratung/schulinfo/abp18.html> vom 28.08.2019
- BMBWF.gv.at (2021b). Aufsteigen mit einem „Nicht genügend“ gemäß § 25 Abs. 2SchUG.
https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulrecht/rs/1997-2017/1997_20.html vom 06.04.2018
- BMBWF.gv.at (2021c). Bildungs- und Berufsorientierung.
<https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/ba/bo.html>
- BMBWF.gv.at (2021d). Berufsschule. <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulsystem/sa/bs.html>
- BMDW.gv.at (2021a). Brand Mechatronik (Modullehrberuf). Online unter:
<https://www.bmdw.gv.at/Themen/Lehre-und-Berufsausbildung/lexicon/M/Mechatronik.html>
- BMDW.gv.at (2021). Liste der Lehrberufe von A bis Z. Online unter: <https://www.bmdw.gv.at/Themen/Lehre-und-Berufsausbildung/lexicon.html>
- Bonz, B. (2001b). Didaktik in der beruflichen Bildung. Baltmannsweiler: Schneider.
- Brand, M. & Kalbe, E. (2002). TKS: Test zum kognitiven Schätzen. Manual. Göttingen: Beltz Test.
- Brand, M., Fujiwara, E., Kalbe, E., Steingass, H.-P., Kessler, J & Markowitsch, H. J. (2003). Cognitive Estimation and Affective Judgments in Alcoholic Korsakoff Patients. In: Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology 25 (3), S. 324.

- Braun, F., Lex, T. & Reißig, B. (2018). Übergangsforschung: Benachteiligungen im Übergang Schule – Berufsausbildung. In: Handbuch Bildungsforschung, Wiesbaden: Springer. S. 1297-1320.
- Burfeind, S. (2018). Erst das Vergnügen, dann die Arbeit. Die Generation Z wird die Wirtschaft verändern. Nur wie? Online unter: <https://www.brandeins.de/magazine/brand-eins-wirtschaftsmagazin/2018/personal/generation-z-erst-das-vergnuegen-dann-die-arbeit>
- Busse, R., Jenewein, K. & Friese, M. (2020). Übergangsvläufe am Ende der Sekundarstufe I: Erklärungsansätze für soziale und migrationsbezogene Ungleichheiten. Bielefeld: WBV Media.
- Businesscircle.at (2021). Lehrlingsforum 2021. Online unter: https://businesscircle.at/images/_pdf/lehrlingsforum-2021-int-3.pdf. S. 1-12.
- D'Aniello, G. E., Scarpina, F., Albani, G., Castelnuovo, G. & Mauro, A. (2015). Disentangling the relationship between cognitive estimation abilities and executive functions: a study on patients with Parkinson's disease. In: Neurological Sciences: Official Journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology 36 (8), S. 1425–1429.
- Della Sala, S., MacPherson, S. E., Phillips, L. H., Sacco, L. & Spinnler, H. (2004). The role of semantic knowledge on the cognitive estimation task. In: J Neurol 251 (2), S. 156–164.
- DLR (2012). Regionales Übergangsmanagement. Kommunale Koordinierung und Kooperation mit der Wirtschaft. Bielefeld: Bertelsmann.
- Eberhard, V. (2016). Der Übergang im Überblick. Von den Herausforderungen eines marktgesteuerten Ausbildungszugangs. In: Sozialer Fortschritt (Berlin), Vol. 65 (9/10), S. 211-217.
- Enggruber R. et al. (2021). Übergang zwischen Schule und Beruf neu denken: Für ein inklusives Ausbildungssystem aus menschenrechtlicher Perspektive. Berlin, Bonn, Düsseldorf, Halle, Hildesheim: Der Paritätische Gesamtverband.
- worEurosSkills2021.com (2021). Euroskills. Die Europameisterschaft der Berufe. <https://eurosills2021.com/>
- Franke, M., & Ruwisch, S. (2010). Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule (2. Aufl.). Heidelberg: Springer Akademischer Verlag.
- Frasch, R. (2018). Standardwerk. Lehrlingsausbildung in der Praxis. Wien:Forum.
- Friebel, H. (2021). Jugendliche und Kommunen beim Übergang von der Schule in die Berufsausbildung: Die „Doppelte Erreichbarkeit“ unter Corona-Bedingungen – Ein Projektentwurf zur Best Practice. In: Diskurs Kindheits- und Jugendforschung, Vol. 16 (1), S. 119-123.
- Frieling, F & Ulrich, J. (2013). Die Reformdebatte zum Übergang Schule/Berufsausbildung im Spiegel divergierender Interessen. Wiesbaden: Springer.
- Gei, J., Krewerth, A. & Ulrich, J. (2011). Reformvorschläge zum Übergang Schule – Berufsausbildung nur bedingt konsensfähig: Ergebnisse einer Expertenbefragung. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis. Vol 40 (2), S. 9-13.
- Griesel, H. (1997). Zur didaktisch orientierten Sachanalyse des Begriffs Größe. Journal für Mathematik Didaktik, 18(4), S. 259-284.
- Hacking, I. (1996 [1983]). Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaften. Stuttgart: Reclam.
- Hofstätter, B. & Thaler, A. (2016). Queer-feministische Technikdidaktik. In: Balzter, N.; Klenk, C.; Zitzelsberger, F.; Zitzelsberger, O. (Hg.): Queering MINT. Impulse für eine dekonstruktive Lehrer_innenbildung. Leverkusen: Budrich. S. 179-189.
- Hüttner, A. (2005). Technik unterrichten: Methoden und Unterrichtsverfahren im Technikunterricht. Haan-Gruitten: Europa-Lehrmittel.
- KMK.org (2007). Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2007/2007_09_01-Handreich-RIpl-Berufsschule.pdf
- Köppl-Turyna, M. & Lorenz, H. (2016). Warum die duale Ausbildung in Österreich ein Problem hat – und wie es zu lösen wäre. Online unter: <https://www.agenda-austria.at/wp-content/uploads/2018/04/aa-lehrlinge.pdf>. S. 1-10.
- Lehrplan21 (2022). Textiles und Technisches Gestalten. <https://be.lehrplan.ch/index.php?code=b|7|2>
- Lindacher, T. (2015). Der Übergang von der Schule in die duale Berufsausbildung: eine qualitativ-empirische Studie zu betrieblichen Personalentscheidungsprozessen in ausgewählten Berufsbildern. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Loebe, H. & Severing, E. (2012). Kompetenzorientierung und Leistungspunkte in der Berufsbildung. Bielefeld: Bertelsmann.

- Mahl, F., Reißig, B. & Schlimbach, T. (2014). Das Zusammenspiel von sozialer Herkunft und individuellen Handlungsstrategien beim Übergang Schule – Berufsausbildung. In: Sozialer Fortschritt (Berlin), Vol. 63 (4-5), S. 90-96.
- Marterer, M. & Härtel, P. (2017). Anforderungen an EinsteigerInnen in die berufliche Bildung. Gefragte Kompetenzen und Qualifikationen zu Ausbildungsbeginn aus Sicht steirischer Unternehmen. Graz: Industriellenvereinigung Steiermark und WKO Steiermark.
- Nagy, G., Köller, O. & Heckhausen, J. (2005). Der Übergang von der Schule in die berufliche Erstausbildung. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, Vol. 37 (3), S. 156-167.
- Nührenböcker, M. (2002). Denk- und Lernwege von Kindern beim Messen von Längen. Hildesheim, Berlin: Franzbecker.
- O'Carroll, R., Egan, V. & MacKenzie, D. M. (1994). Assessing cognitive estimation. In: Journal of Clinical Psychology 33 (2), S. 193–197.
- Ostermann, G. (2021). Vier von zehn Betrieben finden keine Lehrlinge. Online unter: <https://www.derstandard.at/story/2000124122351/vier-von-zehn-betrieben-finden-keine-lehrlinge> vom 12.02.2021
- Pahl, J. & Pahl, M. (2021). Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren: Ein Kompendium für Lehrkräfte in Schule und Betrieb. wbv
- Pätzold, G. (2008). Übergang Schule – Berufsausbildung. In: Handbuch für Schulforschung. Wiesbaden: Springer., S. 593-610.
- Qualitaet-Lehre.at (2016). Ausbildungsleitfäden. Online unter: <https://www.qualitaet-lehre.at/>
- Reusser, K. (2014). Kompetenzorientierung als Leitbegriff der Didaktik. In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung Vol 32 (3), S. 325-339
- Riedl, A. & Schelten, A. (2013). Grundbegriffe der Pädagogik und Didaktik beruflicher Bildung. Stuttgart: Steiner.
- Ris.bka.gv.at (2022a). Technisches und Textiles Werken. In: Verordnung der Bundesministerin für Bildung, mit der die Verordnung über die Lehrpläne der Neuen Mittelschulen sowie die Verordnung über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen geändert werden. https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Begut/BEGUT_COO_2026_100_2_1426277/BEGUT_COO_2026_100_2_1426277.pdf
- Ris.bka.gv.at (2022b). Mathematik. In: Bundesrecht konsolidiert. Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höherer Schulen, Fassung vom 18.01.2022, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>
- Ris.bka.gv.at (2022c). Natur und Technik. In: Bundesrecht konsolidiert. Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höherer Schulen, Fassung vom 18.01.2022, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>
- Ris.bka.gv.at (2022d). Rahmenlehrplan für den Lehrberuf Metalltechnik. https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Begut/BEGUT_COO_2026_100_2_1218859/COO_2026_100_2_1219470.pdf, S. 1-45.
- Sabatella, F. & von Wyl, A. (2018). Jugendliche im Übergang zwischen Schule und Beruf: Psychische Belastungen und Ressourcen. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schmayl, W. (2019). Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts. Baltmannsweiler: Schneider.
- Schütky, R. (2020). Das Projekt „Straße der Maße“: Evidenzbasierte Unterrichtsentwicklung für den Größen- und Maße-Unterricht. Erziehung und Unterricht, 2020/7+8.
- Schütky, R. & Haider, R. (2018). Didaktik der Größen und Maße. Graz: LogoMedia-Verlag.
- Schütky, R. & Schaupp, H. (2020). Größen und Einheiten Test GET 6++ (GET 6++). Für Ende der 6. und ab Anfang der 7. Schulstufe. Graz: LogoMedia-Verlag.
- Schütky, R. & Zobl, C. (2020). Grundlagen Lehrlingsausbildung. Größen und Maße in der Holzbearbeitung. Graz: Logo Media.
- Schütky, R. & Zobl, C. (2021a). Grundlagen Lehrlingsausbildung. Größen und Maße in der Metallbearbeitung. Graz: Logo Media.
- Schütky, R. & Zobl, C. (2021b). Grundlagen Lehrlingsausbildung. Größen und Maße in der Mechatronik. Graz: Logo Media.
- Siegert, K. (2021). Lebenswege erzählen. Rekonstruktion biographischer Bewältigungsstrategien von Adoleszenten am Übergang Schule – Beruf. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Smith, J. P., Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Teppo, A. R. (2011). Learning, teaching and using measurement: Introduction to the issue. ZDM Mathematics Education, 43(5), 617-620.

- Tenberg, R., Bach, A. & Pittich, D. (2019). Didaktik technischer Berufe. Theorie & Grundlagen. Stuttgart: Franz Steiner.
- Weinert, F. (2001). Leistungsmessungen in Schulen, Weinheim & Basel: Beltz.
- Westhoff, G. & Ernst, H. (2016). Heterogenität und Vielfalt in der beruflichen Bildung: Konzepte, Handlungsansätze und Instrumente aus der Modellversuchsforschung. Bielefeld: Bertelsmann.
- WKO (2020). Rechts- und Serviceinformationen. Ausbildungsmappe für Lehrbetriebe. https://www.wko.at/service/bildung-lehre/ausbildungsmappe_fuer_lehrbetriebe.pdf. S. 1-97.
- WKO (2021a). Lehrlingsstatistik. <https://www.wko.at/service/zahlen-daten-fakten/daten-lehrlingsstatistik.html>
- WKO (2021b). Lehrlingswettbewerbe. <https://www.wko.at/site/tyrolskills/Lehrlingswettbewerbe.html>
- Worldskills.org (2022). WorldSkills takes to the skies. <https://worldskills.org/>

MAG. DR. CORNELIA ZOBL
KPH Wien/Krems, Fachgruppe Bildnerische Erziehung, Technisches und Textiles Werken
Mayerweckstraße 1, 1210 Wien
Cornelia.Zobl@kphvie.ac.at

MAG. DR. ROBERT SCHÜTKY
PPH Augustinum, Fachbereich Mathematik & Science
Lange Gasse 2, 8010 Graz
Robert.Schuetky@pph-augustinum.at

Zitieren dieses Beitrags:

Zobl, C. & Schütky, R. (2022). Zur Relevanz von Größen-Kompetenzen am Übergang von der Schule zur betrieblichen Berufsausbildung in Österreich. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 10(2), 62–79.