

Ralf ERLEBACH, Peer LESKE & Carolin FRANK

(Bergische Universität Wuppertal)

**Ein Analyseraster Technischer Wissensinhalte als Grundlage
für eine lebenswelt- und ressourcenorientierte
Unterrichtsplanung**

Online unter:

https://www.bwpat.de/ausgabe38/erlebach_etal_bwpat38.pdf

in

bwp@ Ausgabe Nr. **38** | Juni 2020

Jugendliche Lebenswelten und berufliche Bildung

Hrsg. v. **Karin Büchter, H.-Hugo Kremer, Anja Gebhardt & Hannah Sloane**

www.bwpat.de | ISSN 1618-8543 | *bwp@* 2001–2020

bwp@

www.bwpat.de



Herausgeber von *bwp@* : Karin Büchter, Franz Gramlinger, H.-Hugo Kremer, Nicole Naeve-Stoß, Karl Wilbers & Lars Windelband

Berufs- und Wirtschaftspädagogik - online

Ein Analyseraster Technischer Wissensinhalte als Grundlage für eine lebenswelt- und ressourcenorientierte Unterrichtsplanung

Abstract

Angesichts einer hohen Heterogenität in Klassen berufsschulischer Aus- und Fortbildung stellt die Forderung nach Subjekt- oder Potenzialorientierung (Jenewein 2017; Zinn et al. 2018) eine Herausforderung für Lehrkräfte dar. Unabhängig vom Bildungsgang bringen die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche kognitive Voraussetzungen, sozio-kulturelle Annahmen sowie Alltags- und Berufserfahrungen in den Unterricht ein.

Kernstück einer Planung eines solchen Unterrichts ist die kognitive Strukturierung des Lerngegenstandes (Lipowsky 2015), zugleich muss dieser in Beziehung zu anderen Erfahrungen gesetzt werden (Einsiedler/Hardy 2010). Lernzielorientierte Ansätze für einen „one size - fits all“-Unterricht reichen daher nicht aus: Die verschiedenen Erfahrungswelten der Schülerinnen und Schüler bedingen individuelle kognitive Strukturierungen.

Wir schlagen für die gewerblich-technische Unterrichtsplanung ein Analysetool vor, welches lernpsychologische und technikdidaktische Erkenntnisse aufgreift, und zeigen beispielhaft auf, dass dieses geeignet ist, die verschiedenen kognitiven Ressourcen der jugendlichen Schülerinnen und Schüler hinsichtlich ihrer lebensweltlichen Erfahrungen zu berücksichtigen.

An analysis grid of technical knowledge as a basis for life-world and resource-oriented lesson planning

Regarding the diversity in classes of vocational education, there is a rigorous need for learner centered approaches in teaching (Jenewein 2017; Zinn et al. 2018). This poses challenges to teachers: Students are bringing disparate cognitive prerequisites, diverse socio-cultural assumptions as well as individual every day and professional experience into the classroom.

Cognitive structuring of the issues to learn (Lipowsky 2015) is the heart of lesson planning. At the same time, those issues must relate to experiences of the students (Einsiedler/Hardy 2010). Therefore, any approach based on an “one size - fits all” paradigm in teaching cannot be a sufficient one: Varying experiences of the students require various cognitive structuring.

For lesson planning in technology we are proposing an analytic tool for cognitive structuring that incorporates both learning psychology and didactics in technology. We show that this approach is suitable for considering distinct cognitive resources of juvenile students regarding their life-world experiences.

Schlüsselwörter: *kognitive Aktivierung, Unterrichtsplanung, Analyseraster, gewerblich-technische Berufsbildung, adaptiver Unterricht*

1 Einleitung und Problemaufriss

Neben schulischen Eingangsvoraussetzungen existiert in der gewerblich-technischen Berufsbildung ein hohes Maß an Heterogenität unter den Lernenden, speziell bezüglich der beruflichen Vorkenntnisse, Erfahrungen in der Arbeitswelt, Motivation zum Lernen oder persönlichen Interessenlagen (Weidemeier 2014; Nitzschke et al. 2017). In den Schulgesetzen aller Bundesländer ist in Form von Bekenntnissen zu Gleichheit, Inklusion oder individueller Förderung verankert, dass den Voraussetzungen jeder Schülerin und jedem Schüler in positiver Weise im Unterricht Rechnung getragen wird. Besonders der lebensweltorientierte Ansatz scheint geeignet, dieses politische Versprechen umzusetzen. Der breiten Implementierung dieses stark auf das Individuum fokussierten didaktischen Prinzips stehen vor allem die Rahmenbedingungen eines institutionalisierten Schul- und Bildungssystems entgegen: große Klassenstärken, hohe Arbeitsbelastung der Lehrenden, curriculare Vorgaben und Bildungsstandards, normierte Abschlusstests (DPhV 2020; Felsing et al. 2019; vgl. auch Hüfner 2003). Nichtsdestotrotz sind Teilaspekte des lebensweltorientierten Ansatzes mittlerweile zu festen Bestandteilen moderner Schuldidaktik geworden, auch wenn diese unter anderem Namen firmieren (Kaiser 2000, 30), zum Beispiel als Bestandteil handlungsorientierten Unterrichtes oder der Projektmethode.

Die Lebensweltorientierung geht in ihrer Grundannahme weit über die Frage von unterrichtlichen Oberflächenmerkmalen hinaus, denn sie betrachtet das Individuum auf einem gewissen inhaltlichen Teilgebiet aufgrund dessen Erfahrungen und Vorwissen als einen Experten und Gesprächspartner auf Augenhöhe (Knauth 1997, 51). Hinzu kommt, dass im Kontext gewerblich-technischer Bildung neben der alltäglichen Sphäre der oder des Einzelnen die berufliche Situation mit ihren individuellen Erfahrungen und Werten als fester Bestandteil der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler gesehen werden muss (Rauner/Piening 2010). Im Zuge des aktuellen Diskurses zur Lebensweltorientierung in Lehr- und Lernprozessen sollten diese daher nicht auf rein fachspezifische Aspekte der beruflichen Handlung beschränkt bleiben. Im Gegenteil: Die Lebenswelt muss in der Gestaltung von anspruchsvollen Lernaufgaben als zentraler Aspekt des Unterrichtes (siehe u. a. Bromme 1992; Haas 1998; Wengert 1989) mitberücksichtigt werden.

Die Herausforderung, den lebensweltorientierten Ansatz im Unterricht auch auf der tiefenstrukturellen Ebene zu realisieren, besteht unter anderem in einer inhaltlich-kognitiven Aufbereitung des Lerngegenstandes, ohne dabei eine Individualisierung zu verlieren.

Die Autoren zeigen in diesem Artikel einen strukturierten Ansatz für gewerblich-technischen Unterricht auf, die Lebensweltlichkeit neben dem Individuum auch vom Lerngegenstand aus zu denken, um so im Rahmen von Lehr- und Lernprozessen den Lernenden möglichst viele kognitive Anknüpfungspunkte anzubieten. Anhand eines Beispiels wird zudem illustriert, wie dieses Ziel durch eine systematische Vorgehensweise bei der Unterrichtsplanung erreicht werden kann, im Rahmen derer eine multiperspektivische Betrachtung des Lerngegenstandes und damit eine flexible, kognitive Strukturierung desselben erfolgt.

2 Unterrichtsqualität, Unterrichtsplanung und Lebensweltorientierung

Die Planung und Durchführung von Unterricht sind wesentliche Aufgaben von Lehrkräften. Die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder definiert nicht grundlos in ihren Standards für die Lehrerbildung „... die gezielte und nach wissenschaftlichen Erkenntnissen gestaltete Planung...“ von Unterricht als Kernaufgabe und Maßstab für die Qualität des beruflichen Handelns von Lehrkräften (KMK 2004, 3). Es ist daher konsequent, dass das Produkt „qualitätsvoller Unterricht“ in aktuelle Modelle professioneller Handlungskompetenz integriert wurde. Dementsprechend werden im gewerblich-technischen Bereich in diesen Modellen das klassische Verständnis von Lehrberuf nach Baumert und Kunter (2006) mit Kriterien zur Unterrichtsqualität verknüpft (Walker/Faath-Becker 2019, 17). Diese Sichtweise verdeutlicht, dass professionelles Handeln von Lehrkräften dann erfolgreich ist, wenn sich die Qualität des Unterrichts anhand wissenschaftlicher Kriterien der Lernwirksamkeit als positiv beurteilen lässt. Der aktuelle Diskurs zur Unterrichtsqualität stellt lediglich implizit den Zusammenhang zwischen Unterrichtsqualität und Unterrichtsplanung her. Dies betrifft auch die Bereitstellung von Lebensweltbezug in der Gestaltung von Lernprozessen. Zur weiteren Betrachtung muss zunächst definiert werden, wie sich der Lebensweltbezug in aktuelle Qualitätskriterien für guten Unterricht einordnen lässt.

2.1 Kognitive Aktivierung in Bezug zum Ansatz der Lebensweltorientierung

Als besonders lernwirksamkeitsfördernde Qualitätskriterien haben sich effektive Klassenführung, konstruktive Unterstützung im Lernprozess sowie kognitive Aktivierung herausgestellt (Kunter/Trautwein 2018). Im Folgenden wird sich explizit auf den Planungsprozess von Unterricht unter Einbezug der Lebenswelt der Lernenden konzentriert. Da die Berücksichtigung einer Lebensweltorientierung vorrangig im Kontext der Planung von Lernsituationen und Lernaufgaben zum Tragen kommt, wird sich in diesem Abschnitt vor allem auf das Unterrichtsqualitätsmerkmal der kognitiven Aktivierung konzentriert, denn die kognitive Aktivierung ist stark mit der Gestaltung von Lernaufgaben assoziiert (Lipowsky 2015, 90). Über diese werden im Idealfall Denkprozesse initiiert, welche zu einem vertieften Verständnis von einem Lerngegenstand führen. Wesentliche Aspekte der kognitiven Aktivierung sind, dass diese eine Einbettung des Lerngegenstandes in authentische Kontexte erfordert (Jordan et al. 2008, 89f.; Kunter et al. 2006) und die kognitive Aktivierung zugleich als Ergebnis eine gut vernetzte und transferfähige Wissensstruktur fördert (Frank 2020, 367; Lipowsky 2015, 90). Die so ausgebildete Wissensstruktur integriert sich in die Lebensweltlichkeiten der Lernenden und wird Teil dieser.

Um ein solches Ergebnis zu erreichen, müssen Lernende in ihrem Lernprozess verschiedene Phasen, wie sie in Abbildung 1 in der ersten Spalte dargestellt sind, durchlaufen. Dazu muss der Lerngegenstand unter anderem eine bewältigbare fachliche Herausforderung darstellen und sollte darüber hinaus in den Alltags- und Arbeitswelten der Lernenden verankert sein. Um diese Voraussetzungen erfüllen zu können, sind von der individuellen Perspektive der Schülerinnen und Schüler ausgehend Anforderungen an den Lerngegenstand geknüpft. Dieser muss Anknüpfungsmöglichkeiten an die eigenen Erfahrungen bieten und für dessen Bewälti-

gung bereits bekanntes Wissen und bereits erworbene Fertigkeiten eingesetzt werden können (Frank 2020, 371).

Die individuellen Biografien der Lernenden erfordern differenzierte Anknüpfungspunkte an den Lerngegenstand und verbieten daher einseitige Herangehensweise an denselben. Eine Kontextualisierung sollte eine multiperspektivische Betrachtung ermöglichen und beinhaltet immer lebensweltorientierte Kontexte der Schülerinnen und Schüler.

Diese Denkweise moderner beruflicher Bildung ist nicht nur erforderlich, um den komplexer werdenden kulturellen und wirtschaftlichen Verflechtungen gerecht zu werden (Reckwitz 2018; Weber 2015), auch die Lernenden selbst fordern zunehmend eine umfangreichere Betrachtung von Lerngegenständen ein. Die Ansprüche an Unterricht von Schülerinnen und Schülern gehen über die Vermittlung reinen Fachwissens hinaus: Die Jugendlichen werden deutlich werteorientierter, fordern vermehrt, Aspekte wie beispielsweise Nachhaltigkeit zu berücksichtigen, und sind bereit, eigene politische Interessen und Ansichten zu äußern und zu diskutieren (Albert et al. 2015, 97f., 103ff., 313f.). Der Wunsch vieler Jugendlicher, eine persönlich sinnvolle Erfüllung im beruflichen Handeln zu finden, zeigt sich zunehmend in den „Shell Jugendstudien“ ab 2015 (Schneekloth/Albert 2019; Albert et al. 2015, 77ff.). Daraus lässt sich nicht nur schließen, dass die ursprüngliche Forderung lebensweltorientierter Ansätze, die Lernenden als kompetente Interaktionspartner zu betrachten, deren Erfahrungen, Interessen und Ansichten als bedeutsam zu behandeln sind (Kaiser 1990), nach wie vor Bestand hat. Viel mehr wird dies immer offener von Lernenden selbst forciert. Diesem Anspruch nachzukommen, ist aus motivationalen Aspekten (Deci/Ryan 1993) sinnvoll. Aus dieser Perspektive äußert sich in der Einhaltung des Prinzips der Selbstbestimmung der zentrale Grundgedanke der lebensweltorientierten Bildungsformen. Darunter ist neben dem methodischen Ansatz offener Lernformen auch eine auf die Festlegung inhaltlicher Arbeitsschwerpunkte bezogene Selbstbestimmung und eine gesamtheitliche Betrachtung des Lerngegenstandes zu verstehen (Kaiser 1990).

An dieser Stelle ist herauszustellen, dass eine Lebensweltorientierung in der Unterrichtsplanung als ergänzender Aspekt zur kognitiven Aktivierung gesehen wird. Ohne im Widerspruch mit kognitionspsychologischen Argumenten zu stehen, kann die Lebensweltorientierung auch aus soziokultureller sowie motivationaler Sichtweise sinnvoll begründet werden und sollte daher fester Bestandteil von Unterrichtsplanungen werden.

Abbildung 1 stellt die sich ergebenden Anforderungen an die Aufbereitung des Lerngegenstandes dar. Damit die in der ersten Spalte dargestellte lernerseitige Wirkung der intendierten kognitiven Aktivierung erzielt werden kann, müssen dafür sowohl die dargelegten Anforderungen an den Lerngegenstand (zweite Spalte) als auch die Anforderungen an den Lernprozess (vierte Spalte) erfüllt werden. Um diesen Anforderungen im Rahmen der Entwicklung von Lehr- und Lernarrangements gerecht zu werden, bedarf es in der Unterrichtsplanung einer Analyse des Lerngegenstandes und der gegebenen (Lern-) Voraussetzungen (Abbildung 1, dritte Spalte), welche bei der Bewältigung der Lernaufgabe bedeutsam werden. Dazu zählen einerseits die Problemlösestrategien, welche die Schülerinnen und Schüler einbringen. Um

dies zu antizipieren und anlegen zu können, ist eine fachliche und didaktische Analyse des Lerngegenstandes notwendig.

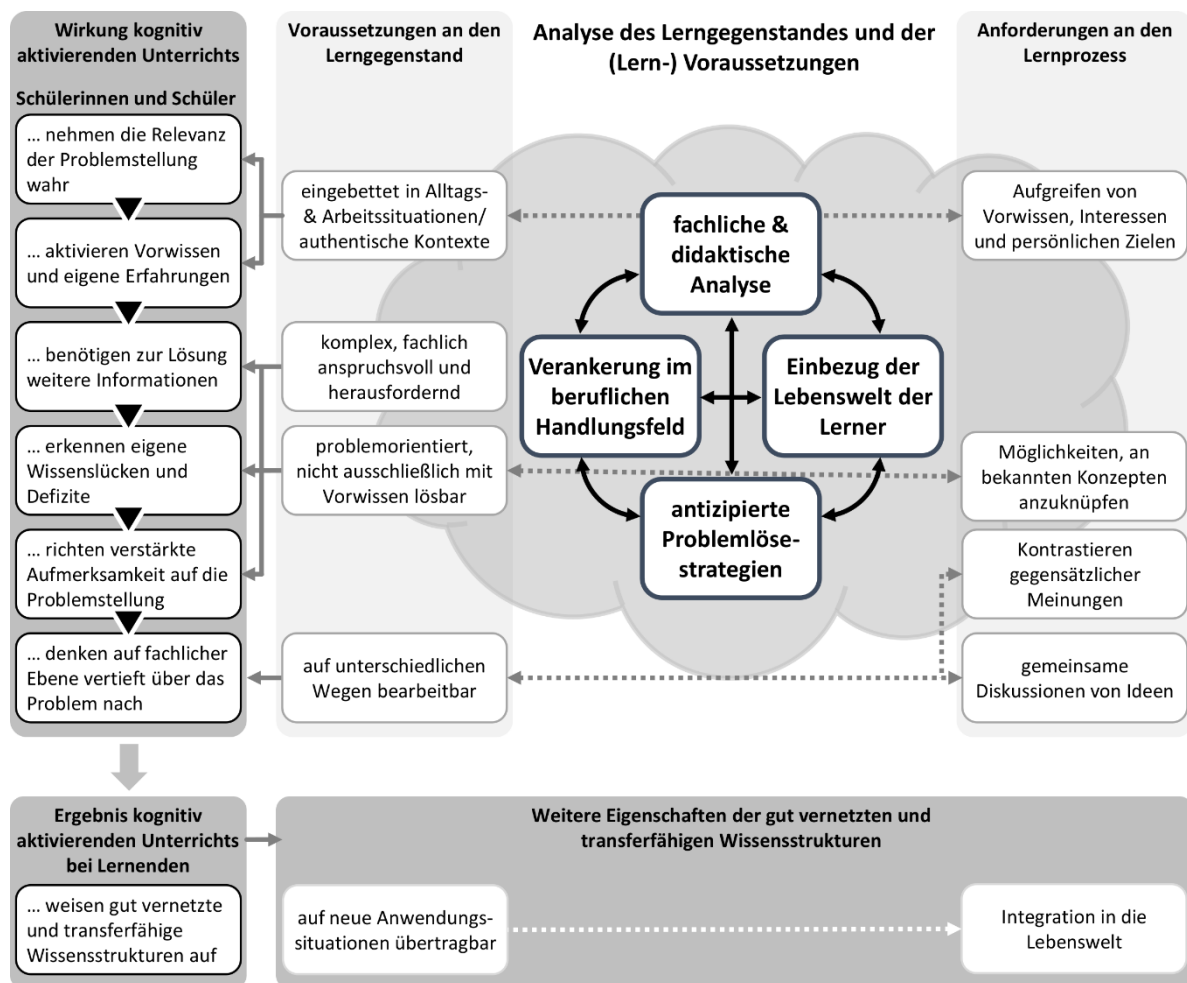


Abbildung 1: kognitiv aktivierend wirkender Unterricht nach Frank (2020, 370) als Ziel der Analyse des Lerngegenstandes (Abbildung bearbeitet und erweitert)

Andererseits sind im Kontext der Gestaltung gewerblich-technischen Unterrichts die beruflichen Handlungsfelder als Lebensweltbezug explizit hervorzuheben. Diese umfassen die Ausbildungserfahrungen, die Situationen in den Ausbildungsbetrieben sowie praktische Erfahrungen mit dem Lerngegenstand, welche einen entscheidenden Einfluss auf die Lernwirksamkeit des Unterrichtsvorhabens haben (Bröcher 1997). Darüber hinaus sind ebenso Lebensweltbezüge aufzugreifen, welche die Schülerinnen und Schüler bezüglich ihrer eigenen Biografie und Interessenslagen mitbringen, zum Beispiel private Aspekte wie Interessen, Hobbies und sozio-kulturelle Wertvorstellungen.

Die Analyse des Lerngegenstandes und der (Lern-) Voraussetzungen stellt ein interdependentes Geflecht der in der dritten Spalte in Abbildung 1 aufgeführten vier Faktoren dar. Diese sind im Rahmen der Unterrichtsplanung wechselseitig und aufeinander bezogen zu berücksichtigen, um die sich aus dem Ziel kognitiver Aktivierung von Schülerinnen und Schülern ergebenden Anforderungen zu erfüllen. Es stellt sich die Frage, wie Lehrende diesen komple-

xen Analyseprozess idealerweise umsetzen. Im Rahmen der Ansätze der Lebensweltorientierung werden hierzu nur bedingt konkrete Orientierungshilfen gegeben. Es ist daher davon auszugehen, dass Lehrende auf intuitive Heuristiken zurückgreifen. Der hier angesprochene Analyseprozess als Teil der Unterrichtsplanung ist bislang ein offenes Desiderat, weshalb es notwendig ist, sich vertiefend mit dem Planungsprozess von Unterricht auseinanderzusetzen.

2.2 Prozess der Unterrichtsplanung

Nachdem erläutert wurde, dass eine Lebensweltorientierung im Unterricht insbesondere aus der Sicht unterrichtlicher Qualitätsmerkmale sinnvoll ist, gilt es die Frage zu stellen, wie diese im unterrichtlichen Planungsprozess implementiert werden können.

Die Forschung zur Planung von Lehr-Lernsituationen wurde lange von der Entwicklung und Legitimation didaktischer Modelle dominiert. Unabhängig davon, welches didaktische Modell man im Detail betrachtet, sollen alle die Komplexität des Planungsprozesses verringern und handlungsweisend wirken. Didaktische Modelle spielen auch heute noch eine große Rolle und werden in der ersten und zweiten Phase der Lehrerbildung eingesetzt und vermittelt (Tebrügge 2001). Die Experten-Novizen-Forschung hat gezeigt, dass insbesondere Novizen Strukturierungs- und Orientierungshilfen suchen, wodurch sich die Fokussierung auf didaktische Modelle gut nachvollziehen lässt. Doch schon eine exemplarische Betrachtung des Berliner Modells der Didaktik (Heimann et al. 1965) zeigt eines der planerischen Probleme solcher Modelle: Die Interdependenz der verschiedenen Komponenten, die in der Planung zu berücksichtigen sind. Dadurch weisen die didaktischen Modelle strukturell dasselbe Problem auf, welches sich – wie in Abschnitt 2.1 beschrieben – für den erforderlichen Analyseschritt bezüglich des Lerngegenstandes und der Lernvoraussetzungen ergibt.

Das Problem ist ebenso aus der unterrichtspraktischen Erfahrung seit nunmehr vier Jahrzehnten bekannt. In verschiedenen Studien hat sich gezeigt, dass erfahrene Lehrkräfte in der alltäglichen Unterrichtsplanung anerkannte didaktische Modelle ignorieren (Adl-Amini 1981; Engelhardt, von 1982; Geißler 1979; Müller-Fohrbrodt et al. 1978). Auch im wissenschaftlichen Diskurs haben die didaktischen Modelle an Bedeutsamkeit verloren. Eine der Ursachen für die geringe Relevanz in Bezug auf alltägliche Unterrichtsplanung offenbart die aktuelle Forschung zum real stattfindenden Planungsprozess von Lehrkräften. Dort zeigt sich eine eher linear verlaufende Unterrichtsplanung (Stender 2014), welche sich nur bedingt mit dem Interdependenzanspruch didaktischer Modelle vereinbaren lässt.

Wenn sich das Planungsverhalten von Lehrenden nicht mit didaktischen Modellen beschreiben und beeinflussen lässt, liegt es nahe, andere Konzeptualisierungen des Planungsprozesses heranzuziehen. Ein Ansatz dazu ist die Betrachtung des Planungsprozesses über Handlungsskripte. Handlungsskripte sind spezielle kognitive Schemata, die themen- bzw. situationsspezifische Abläufe repräsentieren (Schank/Abelson 1977). In diesem Fall beschreiben sie das Vorgehen bei einer Unterrichtsplanung.

Der aktuelle Stand der Forschung gibt deutliche Hinweise darauf, dass Handlungsskripte fach- und themenspezifisch sind (Stender 2014). Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es jedoch noch

keine empirischen Untersuchungen zu den Handlungsskripten der Unterrichtsplanung in gewerblich-technischen Fächern, sodass man sich lediglich auf Befunde aus den Naturwissenschaften beziehen kann. In den Fächern Biologie und Chemie folgt der Ablauf der Planung hauptsächlich den Schritten: (Fach-) Inhaltsfestlegung und Einstieg, Setzung der Lernziele und davon abhängig die Wahl der Methode und Sozialform (Haas 1998; Tebrügge 2001). Im Fach Physik wurde eine Häufung der Festlegung von Lernzielen vor der Definition von Inhalten insbesondere bei Studierenden und unerfahrenen Lehrkräften empirisch ermittelt (Stender 2014). Unabhängig davon, ob nun Experten oder Novizen betrachtet werden, ergibt sich ein Bild von aktuellen Planungsprozessen, in dem Schülerinnen und Schüler sowie deren Lebenswelten bestenfalls eine untergeordnete Rolle spielen.

Im Gegensatz zu den didaktischen Modellen ist die Betrachtung der Unterrichtsplanung über Handlungsskripte prozessbezogen und orientiert sich eher am realen Verhalten der Lehrkräfte. Es erscheint demzufolge sinnvoll, die Lehrkräfte in ihrem Planungsprozess an dieser Stelle so zu unterstützen, dass keine grundlegenden Änderungen bestehender Handlungsskripte erzwungen werden. Daher wurde ein prozessunterstützendes Werkzeug für die Analyse des Lerngegenstandes entwickelt.

3 Analyseprozess des Vorwissens innerhalb der Unterrichtsplanung

Ziel dieses Abschnitts ist, die Teilprozesse der Unterrichtsplanung in den Fokus zu nehmen, deren Ergebnisse sowohl für die Ermöglichung einer kognitiven Aktivierung der Lernenden als auch für eine multiperspektivische Ausgestaltung der Lernaufgabe wesentlich sind. Hierbei handelt es sich um den Teilprozess der Lerngegenstandsanalyse, in dessen Rahmen die Lehrkraft die möglichen Vorwissensbestände betrachtet, welche zur Bewältigung der Lernaufgabe von Schülerinnen und Schülern herangezogen werden und als persönliche Einstiegs- und Anknüpfungspunkte dienen können.

An dieser Stelle sei noch einmal deutlich gemacht, dass hiermit keine Analyse des Vorwissens eines Lernenden gemeint ist, sondern die Analyse der mit dem Lerngegenstand verbundenen Wissensbestände. Die Kenntnis der Vielfalt dieser Wissensbestände ist essenziell, um Lernenden in Bezug zu ihrer jeweiligen Lebenswelt und ihren Vorerfahrungen möglichst vielfältige Einstiegs- und Anknüpfungspunkte anbieten zu können. Sind dem Lehrenden diese für einen bestimmten Lerngegenstand nur begrenzt bekannt, ist diese Grundanforderung einer lebensweltorientierten Didaktik nicht möglich.

Anstatt eines (weiteren) didaktischen Modells soll der Prozess der Analyse des Lerngegenstandes als systematische Vorgehensweise im Sinne eines Handlungsskriptes beschrieben und als handlungsweisende Unterstützung für Lehrende aufbereitet werden.

Die Autoren schlagen dazu ein an die Methode der Kognitiven Aufgabenanalyse (*cognitive task analysis*, CTA) angelehntes Vorgehen vor. Hierfür wird zunächst das Konzept und die Grundannahmen der CTA vorgestellt, ein Vertreter dieser Methodenfamilie ausgewählt und näher erläutert, um diesen schließlich auf den Unterrichtsplanungsprozess anzupassen. Danach wird ein Analyseraster für Wissensinhalte aus dem gewerblich-technischen Bereich

vorgestellt, welches als Arbeitsmittel die Grundlage für die Analyse und ebenso eine Vorlage für die Dokumentation der Ergebnisse darstellt.

3.1 Kognitive Aufgabenanalyse (CTA)

Als Kognitive Aufgabenanalyse (CTA) wird eine Familie qualitativer Forschungsmethoden bezeichnet, bei der kognitive Prozesse zur Bewältigung einer spezifischen Aufgabe erhoben werden. Die untersuchten Aufgaben sind in der Regel komplex, kognitiv anspruchsvoll oder erfordern ad hoc bzw. strategische Entscheidungen und Beurteilungen (Schraagen et al. 2000).

Grundannahme der CTA ist, dass sich durch geeignete Verfahren benötigte Wissensbestände für die Lösung einer spezifischen Aufgabe herausarbeiten und erfassen lassen (Yates/Clark 2012), sowohl bezüglich deklarativen als auch des prozeduralen Wissens (Clark et al. 2008). Dies schließt auch implizites Wissen mit ein, wie zum Beispiel komplexere Fertigkeiten und Problemlösestrategien (Clark et al. 2008; Klein/Militello 2001). Dazu stehen eine Reihe qualitativer Erhebungsverfahren zur Verfügung. So werden im Rahmen einer CTA beispielsweise Analysen von Dokumenten aus den dazugehörigen Arbeitsprozessen, systematische Beobachtungen oder (strukturierte) Interviews mit praktizierenden Experten (Militello/Hutton 1998) durchgeführt.

Als Forschungsmethode ist die CTA bereits etabliert und wird unter anderem in der Professionsforschung für Lehrende (Clark et al. 2012; Sullivan et al. 2014), der Evaluation von Lernprogrammen (Luker et al. 2008; Seamster et al. 2017) oder für Usability-Studien von Bedienoberflächen (Schraagen et al. 2000) in unterschiedlichsten Variationen eingesetzt.

3.1.1 Ablauf einer Angewandten CTA nach Militello und Hutton

Aus unterrichtsplanerischer Sicht stellt eine CTA somit grundsätzlich einen geeigneten Ansatz für den Prozess der Analyse des mit dem Lerngegenstand bzw. der Lernaufgabe verknüpften Wissens dar. Jedoch unterscheidet sich die Gestaltung Kognitiver Aufgabenanalysen je nach Fragestellung und vorhandenen Ressourcen des jeweiligen Untersuchungsgegenstandes stark.

Ein für die Adaption an den Prozess der Unterrichtsplanung geeignetes CTA-Verfahren sollte einerseits auf eine Methode zurückgreifen, die einen vergleichsweise geringen Ressourceneinsatz benötigen. Darüber hinaus sollte das Verfahren hinsichtlich der Durchführung konkret beschrieben sein. Die Angewandte CTA (*applied cognitive task analysis*, A-CTA) nach Militello und Hutton (1998) erfüllt diese Voraussetzungen. Sie gliedert sich in vier Schritte: 1. Beschreibung der Aufgabe, 2. Wissens-Audit, 3. Situiertes Interview und 4. Darstellung kognitiver Anforderungen. (Militello/Hutton 1998, 1620ff.) Diese werden nachfolgend anhand von Abbildung 2 erläutert.

Als Ressource setzt die A-CTA als Forschungsmethode somit Fach-Experten voraus, die als Gesprächspartner und Informanten dem Forschenden zur Verfügung stehen. In einem ersten Schritt werden im Gespräch übliche Prozesse erfragt, in denen es zu einer herausfordernden

Problemstellung kommt oder nicht triviale Entscheidungen zu treffen sind. Diese werden in Zusammenarbeit mit dem Gesprächspartner zunächst auf der Handlungsebene ausgewählt, strukturiert und ggf. gegliedert. Als Ergebnis des ersten Schrittes liegt die ausgewählte Aufgabe als eine Abfolge zu lösender Teilprobleme und denen damit verbundenen Lösungsoptionen vor.

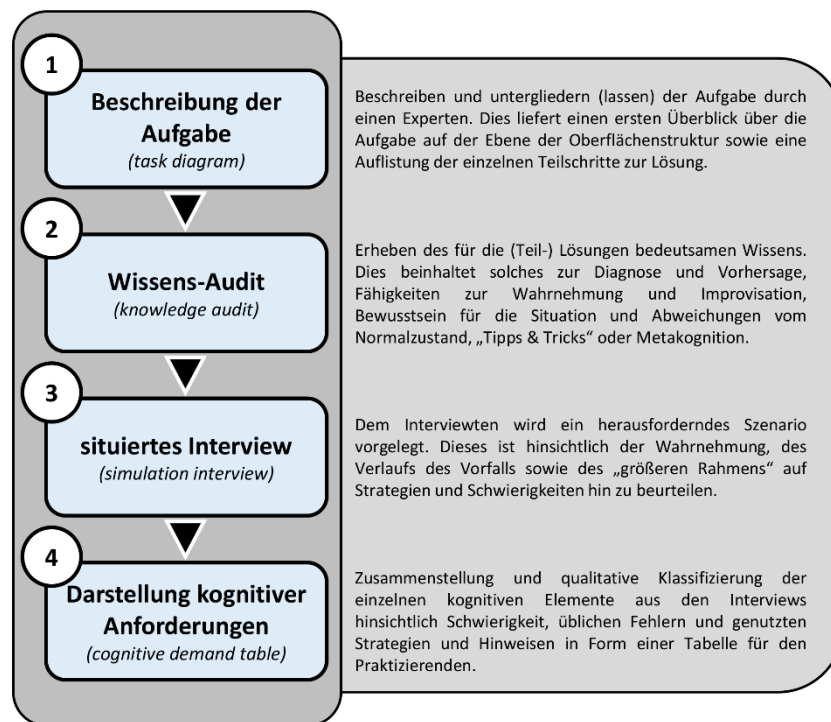


Abbildung 2: Ablauf einer A-CTA nach Militello und Hutton (1998, 1620ff.)

In einem zweiten Schritt wird im Detail das in den Teilproblemen bedeutsame Wissen vom Informanten erfragt: Welche Heuristiken zieht dieser für Diagnosen oder Vorhersagen heran. Dies zielt nicht allein auf reines „Lehrbuchwissen“ ab, sondern beinhaltet im Besonderen auch Wahrnehmungen, Situationsbewusstsein und mögliche (erlebte) Abweichungen vom „Normalzustand“ des gegebenen Teilproblems. Ergebnis dieses Schrittes ist eine Ansammlung von Wissensbeständen, auf die der Experte bei der Bewältigung der einzelnen Teilprobleme jeweils zugreift.

In einem dritten Schritt wird dem Experten ein herausforderndes Szenario vorgelegt und nach dessen Einschätzung der Situation gefragt. Diese Szenarien können dabei aus den Schritten 1 und 2 gewonnen oder aus Erfahrung als problematisch eingeschätzt worden sein. Bei diesem Interview geht es darum, auch den größeren Rahmen der Situation und die Tragweite der einzelnen Entscheidungen zu erfassen.

Im letzten Schritt sind die gewonnenen kognitiven Anforderungen qualitativ zu klassifizieren und in einer geeigneten Form zu dokumentieren. Militello und Hutton (1998) schlagen zu diesem Zweck eine Tabelle vor, welche neben dem Wissen auch Schwierigkeiten, mögliche Feh-

ler und zur Einschätzung der Situation beitragende Hinweise enthält. Diese Übersicht wird mit dem Informanten besprochen und ggf. durch diesen ergänzt.

Es ist sofort einsichtig, dass derart umfangreiche Experten-Interviews mit Auswertungen im Rahmen einer Unterrichtsplanung keineswegs praktikabel erscheinen und bei Lehrenden nur bedingt auf Akzeptanz stoßen wird. Daher wird im nächsten Schritt das Vorgehen der A-CTA für die Unterrichtsplanung adaptiert und in ein praxistaugliches Handlungsskript überführt.

3.1.2 Transfer der A-CTA auf Unterrichtsplanungsprozesse

Wenngleich eine CTA generell nicht im Sinne eines Selbstreports (Yates/Clark 2012, 1; Yates 2007, 109) ausgeführt wird, kann im Kontext der Unterrichtsplanung durchaus auf die Einbindung eines externen (Fach-) Experten verzichtet werden. In der Regel ist die Lehrkraft in der Lage, sowohl die entscheidenden didaktischen Fragen zu stellen als auch fachwissenschaftlich ausgebildet aufzutreten und die Lösungsprozesse aus einer „Außensicht“ heraus zu beschreiben.

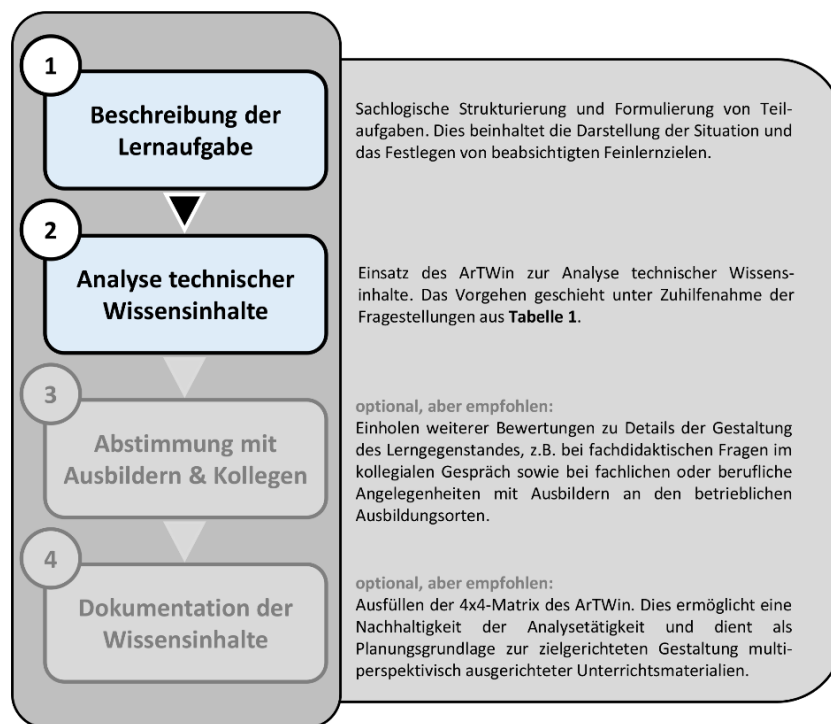


Abbildung 3: Für die Unterrichtsplanung adaptierte Kognitive Aufgabenanalyse

Für den Planungsprozess gehen die Autoren davon aus, dass der Lehrende bereits in Einklang mit den Rahmenlehrplänen der KMK (2018) oder einer didaktischen Jahresplanung eine profunde Vorstellung davon erlangt hat, mit welcher Art von technischer Problemstellung welche Fähigkeiten bei den Schülerinnen und Schülern ausgebildet werden sollen. Auf dieser Grundlage wurde bereits der Lerngegenstand ausgewählt: Im Kontext gewerblich-technischer Unterrichtsplanung kommen dafür sowohl komplexe Projekte, einzelne Arbeitsschritte als auch die Arbeit mit Repräsentationen in Frage, beispielsweise die Inspektion einer einzelnen Abbildung oder Gleichung.

Lehrenden ist es mit ihrem vorliegenden Expertenwissen möglich, eine grundsätzliche Beschreibung und sachlogische Zerlegung dieser Lernaufgabe ohne weitere Probleme vorzunehmen. Diese inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand entspricht dem ersten Schritt in der A-CTA. Ergebnisse dieser Teilaufgaben-Beschreibung im Kontext des Unterrichtsplanungsprozesses sind Lernzielformulierungen und Beschreibungen von (Lern-) Handlungen, die als Arbeitsaufgabe mithilfe eines didaktischen Operators und eines konkreten Objektes formuliert werden.

Im zweiten Schritt werden durch die Lehrkraft sämtliche Wissensbestände erhoben, die mit der Bewältigung der (Teil-) Lernaufgabe aktiviert oder erworben werden können bzw. müssen. Dies sind Wissensbestände, welche im Kontext der jeweiligen Aufgabe notwendig werden, wie beispielsweise bei einer Fehlerdiagnose, dem Wahrnehmen und Einschätzen von betrieblichen Situationen, der Voraussage und Erkennen von Anomalien im Betriebsablauf oder beim Improvisieren. Von der Lehrkraft wird an dieser Stelle verlangt, von den eigenen Lernzielvorstellungen zurückzutreten und einen multiperspektivischen Blick auf den Lerngegenstand einzunehmen. Dabei sollten speziell für den gewerblich-technischen Bereich folgende Fragestellungen die Analyse anleiten, welche sich aus dem Diskurs des Technischen Wissens ergeben (Vincenti 1990, 200ff.; Dasgupta 1996, 150ff.; Faulkner 1998, 176ff.; Ropohl 1997, 1998, 2009, 208ff.; Vries, de 2003, 2005; Compton 2004; Wiemer 2018, 148ff.):

Tabelle 1: Aspekte technischen Wissens und daraus abgeleitete Fragestellungen

Aspekt technischen Wissens	praxisrelevante Fragestellungen
technologisches Gesetzeswissen (Ropohl)	Welche (naturwissenschaftlichen) Prinzipien, Kenngrößen und Verfahren sind für das Problem bedeutsam?
Struktureles Regelwissen (Ropohl)	Aus welchen Komponenten besteht mein System, wie sind diese angeordnet und in welcher Weise wirken diese zusammen? Welche Effekte haben Abweichungen von der Normalkonfiguration?
Funktionales Regelwissen (Ropohl)	Wie bediene ich das System, welche Eingabe und Ausgabe kann ich erwarten? Welches Arbeitsmittel ist das passende für mein Problem, und wie gehe ich dabei am besten vor?
Technisches Know-How (Ropohl/Compton)	Wie führe ich handwerkliche Tätigkeiten aus?
Sozio-technologisches Wissen (Ropohl)	Welche Folgen hat mein Handeln auf Mensch und Umwelt? Welche wirtschaftlichen und gesetzlichen Rahmenbedingungen muss ich bei meinem Handeln beachten und einhalten?
Ressourcen-Wissen (Compton)	Welche Ressourcen stehen mir zur Verfügung? Welche Werkzeuge kommen (üblicherweise) zum Einsatz? Wo bzw. bei wem finde ich Hilfe und weitere Informationen?

Die Multiperspektivität, die durch die weitgehende Beantwortung des Fragekatalogs erreicht wird, umfasst theoretische, schulisch vermittelte Inhalte, allgemein-betriebliche bzw. alltägliche Erfahrungen als auch technische Wissensbestände. Eine Berücksichtigung dieser Viel-

schichtigkeit bietet Lehrenden die Möglichkeit, Schülerinnen und Schülern unterschiedlichste Anknüpfungspunkte zu gestalten, sodass die eigenen Lebenswelten im Lerngegenstand aufgegriffen werden. Als formales Werkzeug hierfür kann das im nächsten Abschnitt näher beschriebene Analyseraster für Technische Wissensinhalte (ArTWin) eingesetzt werden. Hierdurch wird abgesichert, dass möglichst alle Aspekte des Lerngegenstandes beschrieben werden und gleichzeitig wird idealerweise vermieden, dass der Lehrende aus der Perspektive seiner eigenen Lebens- und Erfahrungswelt vorzeitig Einschränkungen vornimmt.

Es bietet sich in Anlehnung an den dritten Schritt der A-CTA an, die vorgenommene Analyse des Lerngegenstandes mit Ausbildern bzw. Kollegen zu besprechen und zu evaluieren. Hierbei können im Sinne der situierten Interviews nach Militello & Hutton (1998) anhand herausfordernder Entscheidungswege die einzelnen, vom Lernenden zu erwerbenden Fertigkeiten bzw. zu erarbeitende Begründungszusammenhänge herausgearbeitet werden. Dieser Schritt ist dabei optional, jedoch im Sinne einer kooperativen Lehrtätigkeit ausdrücklich erwünscht.

Die im vierten Schritt ebenso optionale Dokumentation der bedeutsamen kognitiven Anforderungen kann in Form der 4x4-Tabelle des Analyserasters (siehe Abbildung 4) geschehen, welche sowohl Hinweise auf die inhaltliche Domäne als auch mögliche Vermittlungsansätze der Wissensinhalte bereitstellt. Dieses Raster wird im nächsten Abschnitt theoretisch beschrieben und daraufhin aus Sicht der Anwendung erläutert.

3.2 Analyseraster Technischer Wissensinhalte (ArTWin)

Nachdem der grundsätzliche Analyseprozess beschrieben worden ist, soll sich der speziell technik-didaktischen Dimension zugewendet werden. Im vorangegangenen Abschnitt wurden in Tabelle 1 bereits technik-spezifische Leitfragen für die inhaltliche Bewältigung der Analyse vorgestellt. Um Lernwege, Schwierigkeiten oder pädagogische Maßnahmen ableiten zu können, sind die Wissensbestände jedoch nicht nur nach inhaltlichen, sondern auch nach lernpsychologischen Aspekten einzuordnen.

Dazu wird das für die Schritte 2 bis 4 das vorgeschlagene Analyseraster Technischer Wissensinhalte (ArTWin) als Ableitung aus dem Modell Technikdidaktischen Wissens (Erlebach/Frank in Vorbereitung) vorgestellt und theoretisch begründet. Anschließend wird dessen Nutzung als Analyseraster im Hinblick auf bekannte Konzepte wie beispielsweise didaktische Operatoren und Anforderungsbereiche dargestellt.

3.2.1 Modell Technikdidaktischen Wissens als Grundlage des Analyserasters

Das Modell Technikdidaktischen Wissens (Erlebach/Frank in Vorbereitung) gestaltet sich als eine Tabelle aus vier Spalten und vier Zeilen, wobei sich in den Spalten das Wissen inhaltsorientiert (Sachwissen, Handlungswissen sowie technisches Artefaktwissen) und in den Zeilen lernpsychologisch orientiert (deklaratives, prozedurales und konzeptuelles Wissen) anordnet. In Abbildung 4 ist das Modell dargestellt und wird im Folgenden schrittweise erklärt.

		Sachwissen		Handlungswissen	
		(techn.) Artefaktwissen			
prozedurales Wissen	deklaratives Wissen				
	konzeptuelles Wissen				
	deklaratives Wissen				
	konzeptuelles Wissen				

Abbildung 4: Das Modell Technikdidaktischen Wissens (Erlebach/Frank in Vorbereitung) als Analyseraster

Grundsätzlich baut das Modell auf der aus der Psychologie komplexer Problemlösungen entstammenden Unterscheidung in einen inhaltlichen sowie einen lernpsychologischen Aspekt von Wissen (Süß 1996, 2008) auf:

- Inhaltlich gliedert sich Wissen in Handlungs- und Sachwissen (Wittmann et al. 1996). Sachwissen beschreibt das Wissen über die Welt, während Handlungswissen das Wissen über eigene Handlungen oder Handlungsoptionen darstellt, mit denen Veränderungen in der Umwelt bewirkt werden können. Handlungswissen ist oft an konkrete Situationen gebunden und somit kontextabhängig, Sachwissen liegt hingegen in generalisierter Form vor, wie z.B. als Naturgesetz.
- Lernpsychologisch ist zwischen Kennen und Können, d.h. zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen (Anderson/Lebiere 1998 o. ä.), zu unterscheiden. Dieses Wissen kann sich sowohl auf Sach- als auch auf Handlungsaspekte beziehen.

Tabelle 2: Wissensmodell nach Süß (1996, 66)

	Sachwissen	Handlungswissen
deklaratives Wissen	deklaratives Sachwissen (z.B. Variablenwissen, Relationswissen, Wissen über Eigenschaften)	deklaratives Handlungswissen (z.B. Strategien, Heuristiken)
prozedurales Wissen	prozedurales Sachwissen	prozedurales Handlungswissen

Damit ergeben sich die in Tabelle 2 dargestellten vier Wissensarten des deklarativen und prozeduralen Sach- sowie deklarativen und prozeduralen Handlungswissens (Süß 1996, 64ff.; Wittmann et al. 1996). Die psychologische Vorhersage aus der Problemlöseforschung, dass die Möglichkeit einer Transformation von einer Wissensart in eine andere besteht, ließ sich empirisch bestätigen (Süß 2008, 259ff.). Beispielsweise ist eine Überführung gesammelter Erfahrungen (deklaratives Handlungswissen) in eine generelle Erkenntnis über die Wirkweise des bedienten Systems (deklaratives Sachwissen) möglich, jedoch stets mit zusätzlichen kognitiven Transferleistungen verbunden.

In weiterer Auseinandersetzung mit dem Wissensdiskurs (Erlebach/Frank in Vorbereitung) ist das Modell auf der lernpsychologischen Ebene um konzeptionelles Wissen erweitert worden: Konzeptionelles Wissen lässt sich dabei auf deklaratives (Compton 2004; McCormick 1997; Renkl 1996) als auch auf prozedurales (Jong, de/Ferguson-Hessler 1996; Renkl 2009) Wissen beziehen. Somit ergibt sich rein-deklaratives, konzeptuell-deklaratives, konzeptuell-prozedurales und rein-prozedurales Wissen. Eine genauere Erläuterung dieser Operationalisierung findet im Abschnitt 3.2.2 statt.

Bezüglich des inhaltlichen Aspekts wurde das Modell um einen technikspezifischen Bereich ergänzt. In Anlehnung an das Technikverständnis von Ropohl (2009, 29ff.), Arthur (2011, 45ff.) und Wolffgramm (2012, 31) wird technisches Wissen in dem Modell als Wissen verstanden, das sich auf ein Artefakt (oder eine Klasse von Artefakten) bezieht z.B. Werkzeuge, Halbzeuge oder ganze Produkte. Als Artefakt werden hierbei alle durch Menschen hergestellten, dinglichen Gegenstände verstanden.

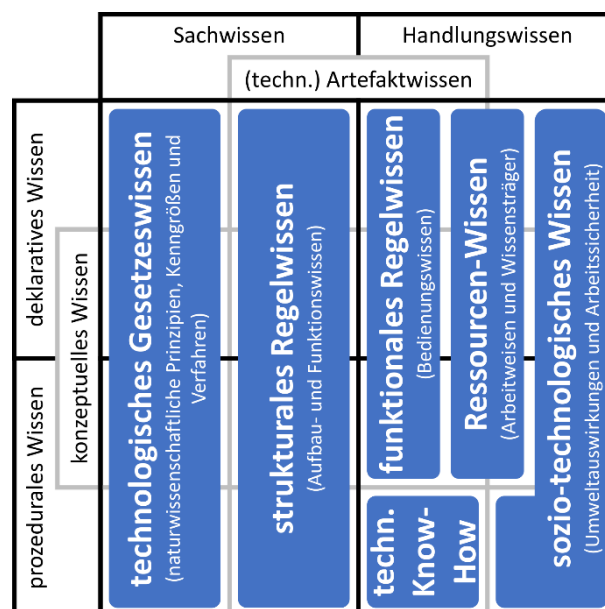


Abbildung 5: Zuordnung Aspekte technischen Wissens aus den Fragestellungen aus Tabelle 1 zu den einzelnen Bereichen

Technikspezifisches Wissen kann sich somit im Sinne des vorgestellten Modells als Sachwissen auf das eigentliche Sachsystem beziehen, das heißt auf dessen Aufbau- und Funktionsge-

füge als auch auf den intentionalen Umgang mit diesem. Letzteres schließt als technisches Handlungswissen neben der Nutzung auch die Erschaffung, Umnutzung, Zweckentfremdung oder Entsorgung mit ein. Diese Unterteilung geht mit der Struktur technischen Wissens einher: strukturelles Regelwissen auf der technik-spezifischen Sachwissenseite, funktionales Regelwissen und technisches Know-How auf der Handlungswissenseite. Technologisches Gesetzeswissen, das sich an naturwissenschaftlichen Inhalten und Methoden orientiert, ist hingegen nicht Teil technischen Artefaktwissens und deshalb als technik-fernes Sachwissen in dem Modell vorzufinden. Handlungsanleitendes sozio-technologisches Wissen und Ressourcenwissen sind ebenfalls keine Teilmengen technischen Artefaktwissens und ordnen sich nach dem Modell als technik-fernes Handlungswissen ein.

Das Modell erfasst somit technisches Wissen im engeren Sinne als auch für Technik bedeutsames Wissen aus Bezugswissenschaften sowie der Arbeits- und Lebenswelt und vermag daher, die einzelnen Aspekte des technischen Wissens aus Tabelle 1 aufzunehmen. Abbildung 5 stellt diese Zuordnung dar.

3.2.2 Vorgehensweise zur Nutzung als Analyseraster

Das zuvor dargestellte Modell wird im Folgenden als Analyseraster Technischer Wissensinhalte (ArTWin) genutzt und im Rahmen der Schritte 2 bis 4 des im Abschnitt 3.1.2 dargestellten kognitiven Analyseprozesses eingesetzt. Wir gehen davon aus, dass Schritt 1 bereits erledigt ist und eine Lernaufgabe oder Lernsituation vorliegt. Ziel ist es, mithilfe u. a. der Leitfragen aus Tabelle 1 für die Aufgabe notwendiges und zum tieferen Verständnis hilfreiches Wissen zu ermitteln.

Bei der Anwendung des Analyserasters ArTWin zeichnen sich die beiden Ebenen in Form von zwei voneinander getrennten Entscheidungsschritten ab: jeweils ein Entscheidungsschritt bezüglich der inhaltlichen und der lernpsychologischen Ebene des Rasters.

Analyse einer Lernsituation mithilfe des ArtWin...

...auf inhaltlicher Ebene:

Bezieht sich das Wissen auf die (objektive) Welt...

→ Spalten A und B 

... oder handlungsanleitend auf (eigene) Gestaltungsmöglichkeiten?

→ Spalten C und D 

Bezieht sich dieses Wissen auf ein Halbzeug, Werkzeug oder Produkt?

→ Spalte B oder C 

...auf lernpsychologischer Ebene:

Handelt es sich um Einzelfakten?

→ Zeile 1 

Sind es Zusammenhänge oder faktenbasierte Konzepte?

→ Zeile 2 

Sind es Zusammenhänge von Routinen und Fakten?

→ Zeile 3 

Handelt es sich um automatisierte Routinen?

→ Zeile 4 

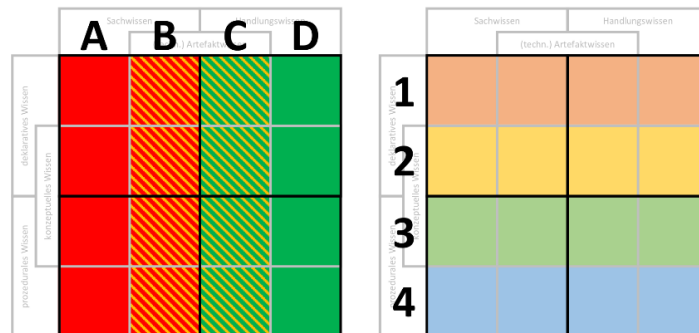


Abbildung 6: Vorgehen zur Analyse mithilfe des ArtWin

In der *inhaltlichen Ebene* (Abbildung 6 links) ist dabei zu entscheiden, ob es sich um Sach- oder um Handlungswissen handelt, das heißt ob es Wissen über die objektive Welt, so wie diese ist, darstellt oder ob es sich um Wissen handelt, auf welche Weise man die Welt verändert und sich selbst einbringen kann. Die Aufteilung findet sich in dem Analyseraster in den beiden linken oder den beiden rechten Spalten.

In einem zweiten Schritt ist dann zu entscheiden, ob sich das Wissen auf ein Artefakt – ein Werkzeug, ein Werkstück oder ein Produkt – bezieht und es sich damit um technisches Wissen im engeren Sinne handelt. Dabei kann es sich um Wissen über ein Artefakt oder Wissen über den Umgang mit einem solchen handeln, d.h. artefakt-spezifisches Sach- oder Handlungswissen. Als solches findet es sich in einer beiden mittleren Spalten wieder.

Die Entscheidungsfindung auf der *lernpsychologischen Ebene* (Abbildung 6 rechts) lässt sich hingegen an der Art der didaktischen Operatoren ausrichten. Rein-deklarativem Faktenwissen sind dabei die Operatoren der Aufzählung und Nennung zugeordnet. Operatoren, die konzeptuelle Zusammenhänge einfordern, wie beispielsweise das Begründen, Erläutern oder Darstellen, verorten das Wissen auf konzeptuell-deklarativer Ebene und damit in der zweiten Zeile des ArtWin. Begründen oder Erläutern von Handlungsabfolgen und Lösungsstrategien, sowie Planungs- und Reflektionsaktivitäten bezüglich eigener Vorgehensweisen stellen im Gegensatz dazu konzeptuell-prozedurale Wissensinhalte dar, die in die darunterliegende Zeile einzuordnen sind. Schließlich finden sich in der vierten Zeile alle rein-prozeduralen (und meist impliziten) Wissensinhalte, die zur ausschließlichen Durch- und Ausführung notwendig sind (siehe Abbildung 7).

Die Frage, in welcher Reihenfolge die beiden Ebenen aus Abbildung 6 zu bearbeiten und entscheiden sind, ist dabei unerheblich. Aus der empirischen Beforschung der Unterrichtsplankompetenz ist bekannt, dass sich Novizen bevorzugt am (eigenen) Inhaltswissen, Experten an lernpsychologischen Aspekten eines Lerngegenstandes orientieren (Westerman 1991). Insofern vermeidet es das Modell, dem anwendenden Lehrenden eine der beiden Entscheidungsabfolgen vorzuschreiben.

Grundsätzlich lassen sich zu einer gegebenen Aufgabe aus dem gewerblich-technischen Bereich die meisten, in einigen Fällen sogar sämtlich der 16 Felder des Analyserasters mit assoziierbarem und aktivierbarem Vorwissen befüllen. Diese unterschiedlichen Wissensinhalte setzen sich dabei aufgrund der Vielschichtigkeit technischen Wissens aus unterschiedlichsten Domänen und Handlungsfeldern (Naturwissenschaften, technische Handlungen, betriebliche Abläufe, Alltagserfahrungen und Interessen) zusammen und bieten multiple Perspektiven auf die gestellte Aufgabe (siehe Abbildung 6). Diese Vielschichtigkeit und Multiperspektivität bietet dem Lehrenden, differenzierte Zugangs- und Anknüpfungspunkte zu gestalten und die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler explizit einzubinden.

Die differenzierte Betrachtung des Vorwissens und die Identifikation der vielfältigen kognitiven Zugänge zu dem Lerngegenstand ermöglicht darüber hinaus, lernerorientiert Schwierigkeitsmerkmale zu identifizieren und Herausforderungen zu antizipieren. Bei Schülerinnen und Schülern, die beispielsweise mit stark handlungsbezogenem Vorwissen an den Lerngegenstand herantreten, stellen für die Lösung eines gegebenen technischen Problems bedeutsame sachwissensorientierte Wissensinhalte eine wesentliche Lernherausforderung dar. Für Lernende ohne berufliche Vorerfahrungen, aber im schulischen Kontext erworbenen sachwissensorientierten Vorwissen hingegen liegt der Schwerpunkt auf dem Erwerb praktischer Handlungsrouinen. Das Analyseraster zeigt dadurch mögliche Wege auf, durch den Transfer – sei es in horizontaler oder vertikaler Richtung im Modell – kognitives Wachstum durch unterstützende Maßnahmen gezielt zu fördern.

Darüber hinaus leistet das Analyseraster noch mehr: Da Vorwissen als Grundlage zur Bewältigung von didaktisch aufbereiteten (Teil-) Aufgaben anzusehen ist, gibt die vertikale Position eines Wissensinhalts im Analyseraster über die zugeordneten Operatoren ebenso einen Hinweis auf den Anforderungsbereich einer mit diesem Wissen verknüpften Teilaufgabe (siehe Abbildung 7). Dabei ist rein-deklaratives Wissen allein nur für Aufgabenstellungen des Anforderungsbereichs I bedeutsam. Konzeptuell-deklarativ und konzeptuell-prozedurales Wissen hingegen ermöglichen Aufgabenstellungen des Anforderungsbereichs II, wenn die Problemstellung weitgehend bekannt, oder gar des Anforderungsbereichs III, wenn bekanntes Wissen auf unbekannte, neuartige Probleme zu übertragen ist. Für rein-prozedurale, d.h. weitgehend automatisierte oder sensomotorische Tätigkeiten, existieren darüber hinaus keine Anforderungsbereiche (vgl. mit der Sportdidaktik: Kurz (2010, 68) oder das Sportcurriculum des Niedersächsischen Kultusministeriums (2018)).

Die Schülerinnen und Schüler...

		Sachwissen		Handlungswissen		Anforderungsbereich:
		(techn.) Artefaktwissen				
nennen / zählen auf / geben wieder / beschreiben / dokumentieren	deklaratives Wissen	Werte, Formeln	Bauteile, Funktion, Anordnung	Bedienungs- abfolge, Eingabe- möglichkeit	Gesetze, Sicherheits- regeln	I
erklären / erläutern / begründen	konzeptuelles Wissen	Zusammen- hänge, Modelle	Funktion v. Baugruppen, Normalkon- figuration	Vorgehen bei der Bedienung	Umsetzung von Sicherheits- regeln	II / III
planen / entwickeln / beurteilen / berechnen	prozedurales Wissen	math. Modelle (Formeln)	Funktions- fähigkeit, Arbeits- parameter	Arbeitspläne, Bedienungs- anleitungen	Gefahren- und Sicherheits- beurteilung	II / III
demonstrieren / führen aus		math. Rechen- operationen	Diagnose, Fehlersuche Beurteilung	Arbeits- auftrag	Erste Hilfe- Maßnahmen	k.A.

Abbildung 7: Häufig verwendete didaktische Operatoren, Lernaktivitäten und zugeordnete Anforderungsbereiche im ArTWin

Es ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die Arbeit mit den für Prüfungszwecke entwickelten Anforderungsbereichen durchaus gängige Unterrichtspraxis darstellen, dieses Vorgehen aber in einem unauflöslichen Konflikt mit dem lebensweltorientierten Ansatz steht: Die Beurteilung der Aufgabenschwierigkeit (einzig) aufgrund einer Zuordnung des verwendeten Operators zu einem der drei normativen Anforderungsbereiche berücksichtigt nicht individuelle Schwierigkeiten eines Schülers bzw. einer Schülerin. Eine solche Berücksichtigung wäre zumindest notwendig, wenn es gilt, bereits vorhandenes Vorwissen der jeweils einzelnen Schülerinnen und Schüler und den (vermutlich) einzuschlagenden Lernpfad in die eigene Unterrichtsplanung einzubeziehen. Im nächsten Abschnitt wird dieser Sachverhalt exemplarisch anhand konkreter Schülerpersönlichkeiten verdeutlicht.

4 Anwendung am Fallbeispiel „Getriebedichtung“

Die Anwendung des Analysetools ArTWin im Rahmen des im Abschnitt 3 skizzierten Handlungsskriptes zur Unterrichtsplanung soll im Folgenden am Fallbeispiel einer Lernaufgabe zum Thema Fügen durch Kleben (Abbildung 8) illustriert werden. Dabei zeigen wir an drei exemplarischen Schülerpersönlichkeiten auf, wie dieses Modell dabei helfen kann, lebensweltliche Anknüpfungspunkte zu identifizieren und im Klassenraum nutzbar zu machen.

Diese Aufgabe ist im 1. Lehrjahr eines Bildungsganges für Industriemechaniker im Lernfeld 3 entsprechend des Rahmenlehrplans der KMK (2018, 11) angesiedelt. Die Schülerinnen und Schüler sind mit Teil-, Gruppen- und Gesamtzeichnungen, Anordnungsplänen sowie technischen Informationsquellen bereits grundlegend vertraut und können Funktionsbeschreibungen, Stücklisten sowie Arbeits- und Montagepläne erstellen. Sie kennen die Grundlagen des kraft-, form- und stoffschlüssigen Fügens sowie die für die Metalltechnik üblichen Werkzeuge und Vorrichtungen dafür.

Situation:

Ihr Unternehmen produziert zweiteilige Getriebegehäuse im Gussverfahren. Der Kunde Scholl GmbH fertigt die weiteren Teile des Getriebes und übernimmt auch die Montage. Bislang wurde zur Abdichtung eine Fugendichtung auf Kunststoffbasis verwendet. Moderne Getriebeöle sind jedoch zunehmend in der Lage, diese Dichtungen zu unterlaufen und aus dem Gehäuse auszutreten. Die Scholl GmbH hat daher entschieden, auf eine silikonbasierende Klebedichtung auszuweichen. Bei handgefertigten Prototypen konnte die Klebedichtung erfolgreich verwendet werden. Die beiden Gehäuseteile wurden optimal verklebt und es konnte kein Getriebeöl austreten. Seit das Gehäuse in Serie produziert wird, gibt es jedoch starke Probleme mit der Verklebung. Die Verklebung lässt sich rückstandsfrei vom Gehäuse abziehen. Dadurch ist keine vollständige Abdichtung mehr gegeben.

Arbeitsauftrag:

1. **Erklären** Sie die Begriffe Adhäsion und Kohäsion.
2. **Erläutern** Sie die wichtigsten Einflussfaktoren auf eine hohe Klebeleistung.
3. **Entwickeln** Sie begründete Lösungsansätze für die dargestellte Situation.

Abbildung 8: Fallbeispiel der Lernaufgabe „Getriebedichtung“

Durch die Bewältigung der Lernaufgabe erwerben die Schülerinnen und Schüler die technologischen und naturwissenschaftlichen Grundlagen des Fügens durch Kleben sowie die dazu erforderlichen Kenntnisse über Werk-, Hilfs- und Zusatzstoffe. Das vordergründige Lernziel der Aufgabe, den Zusammenhang von Oberflächenrauheit und Klebewirkung zu verstehen, ist dabei auch von Relevanz für die IHK-Abschlussprüfung (vgl. z.B. Item 6 in PAL 2013, 4).

Eine Analyse der Lernsituation wurde, wie in Abschnitt 3.2.2 dargestellt, von der Lehrkraft unter Zuhilfenahme der Fragestellungen aus Tabelle 1, der Operatoren-Beschreibung aus Abbildung 7 hinsichtlich der einzelnen Inhaltsaspekte sowie der darin enthaltenen Vorwissensbestände durchgeführt. Diese Analyse führte als Ergebnis zu der Auflistung in Abbildung 9. Hierin sind, um einen Überblick aufgrund der unterschiedlichen Inhaltsbereiche zu gewährleisten, metalltechnische Inhalte **gelb**, Inhalte zum Thema Klebstoffe und Klebeverbindungen **blau** sowie Arbeitssicherheit und Umweltschutz in **grüner** Farbe hinterlegt. Zusätzlich sind in den jeweiligen Farben inhaltliche Zusammenhänge und Verknüpfungen der einzelnen Wissensaspekte dargestellt, sodass einzelne Lernpfade nachvollziehbar gestaltet werden können. Ebenso enthalten ist das Zielwissen (Teilaufgabenstellung 1 bis 3), welches fett gedruckt dargestellt ist.

Aus Abbildung 9 ist zu erkennen, dass für die Bewältigung der relativ simplen Lernaufgabe ein stark differenziertes und diversifiziertes Feld an Vorwissen bedeutsam wird. Im folgenden Abschnitt möchten wir anhand von drei fiktiven Schülern aufzeigen, wie diese Diversität im Sinne eines lebensweltorientierten Ansatzes im Unterricht nutzbar gemacht werden kann. Die Persönlichkeitsprofile der drei Schülerinnen und Schüler sind dabei bewusst kontrovers konstruiert, um die Anwendung der Kognitiven Aufgabenanalyse und im Speziellen des Analyserasters auf eine Lernsituation zu demonstrieren.

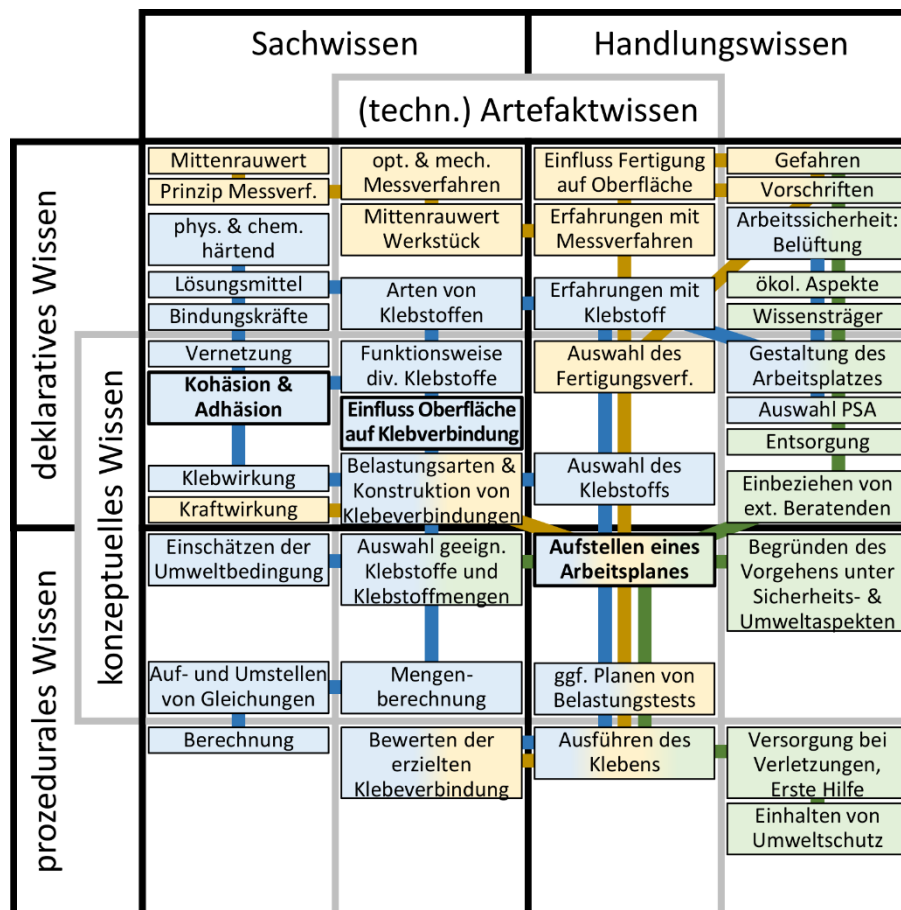


Abbildung 9: Analyse der Lernaufgabe „Getriebedichtung“ mithilfe des ArtWin. Die Inhaltsbereiche **Metalltechnik**, **Klebstoffe und Klebverbindungen** sowie **Umwelt- und Arbeitsschutz** sowie mögliche Lernpfade sind jeweils entsprechend farblich unterlegt.

Gehen wir davon aus, dass die Lerngruppe in der vorliegenden Berufsschulklasse zu zwei Dritteln aus Schülerinnen und Schülern besteht, die in einem Kfz-Konzern ausgebildet werden, wobei der Schwerpunkt des Standortes auf der Endmontage von Fahrzeugen liegt. Das restliche Drittel der Schülerinnen und Schüler wird hingegen bei Zulieferern für Spezialbauteile für die Kfz-Industrie mit Schwerpunkt CNC, Fräsen und Drehen ausgebildet. Bereits diese berufliche Aufteilung unterstreicht das inhaltliche Clustering in Inhalte der Metalltechnik sowie solcher des Fügens durch Kleben.

Noch konkreter lässt es sich an einzelnen Schülerpersönlichkeiten darstellen. Zur Illustration wird ein fiktiver Schüler namens „Peter“ betrachtet: Peter ist einer der Schülerinnen und Schüler, die bei besagtem Kfz-Konzern in der Endmontage von PKWs ausgebildet werden. Seit etlichen Jahren betreibt Peter neben seiner Berufsbildung als Hobby den Modellbau von flugfähigen Modellflugzeugen. Als solcher ist er stark vernetzt in einer Community, mit der er dieses Hobby teilt und sich über praktische Erfahrungen austauscht. Auf dem Feld des praktischen Einsatzes von Klebstoffen ist er bereits als ein „Experte“ im Sinne lebensweltlicher Didaktik anzusehen.



Abbildung 10: Profilbeschreibung für Schüler „Peter“, rechts: naheliegende Lernpfade zu den Teilzielen 1-3 der Lernaufgabe entsprechend Abbildung 9, Startpunkt ist 🏠.

Peter würde daher über seine konkreten Erfahrungen im Einsatz von Klebstoffen sehr niederschwellig in das Thema einsteigen können (siehe Startpunkt 🏠 in Abbildung 10) und sich über eine vertiefte Auseinandersetzung mit den verschiedenen Arten von Klebstoffen in deren Funktionsweise einarbeiten. Zu Hilfe kommen ihm dabei seine bereits gesammelten praktischen Erkenntnisse über den Einfluss der Oberflächenrauheit auf die Klebeverbindung. Dabei ist der Erwerb profunder Vorstellungen von den Bindungskräften, von den Vorgängen der Vernetzung sowie den Konzepten „Kohäsion und Adhäsion“ naheliegend (blaue Lernpfade). Über das Thema Oberflächenrauheit stößt Peter dann entsprechend auch in die metalltechnischen Grundlagen der Produktion sowie Umweltschutz und Arbeitssicherheit vor und erweitert sein Wissen in diesen beiden Domänen, die für ihn bislang persönlich weniger bedeutsam waren.

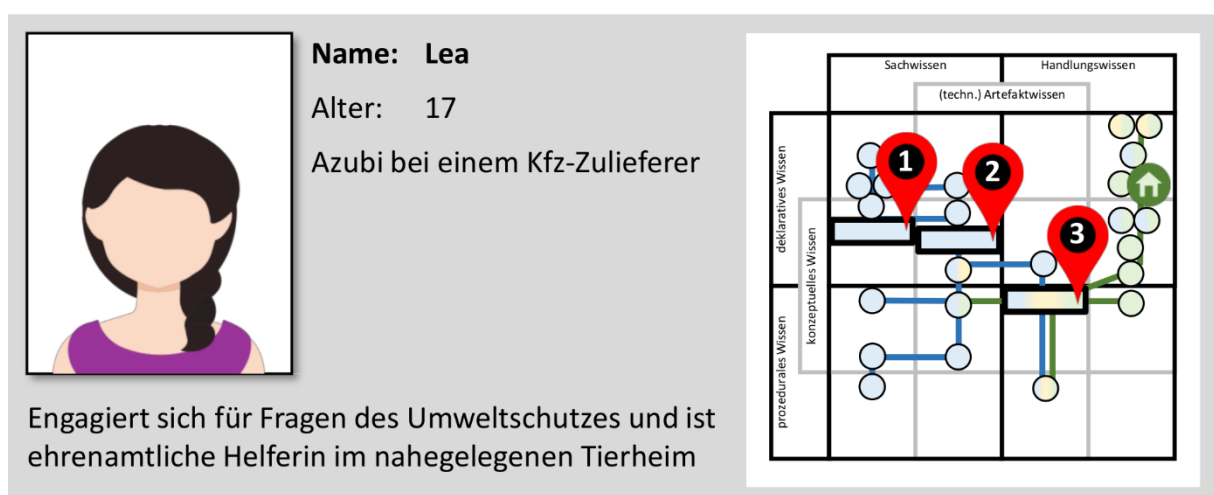


Abbildung 11: Profilbeschreibung für Schülerin „Lea“, rechts: naheliegende Lernpfade zu den Teilzielen 1-3 der Lernaufgabe entsprechend Abbildung 9, Startpunkt ist 🏠.

Beim zweiten Fall handelt es sich um die Schülerin „Lea“. Lea ist Auszubildende in einem mittelständigen Zulieferbetrieb. Persönlich sind ihr Themen wie Natur- und Umweltschutz sehr wichtig, und sie engagiert sich in einer lokalen Umweltschutzbewegung. Ausschlaggebend für die Wahl ihres Arbeitgebers war, dass dieser ein Zulieferer für Bauteile elektrisch betriebener Kraftfahrzeuge ist. Für sie ist das Thema Fügen durch Kleben speziell durch die arbeits- und umweltschutzrelevanten Aspekte von hohem Interesse. Sie steigt daher über dieses Themenfeld in das Thema ein (siehe Startpunkt 🏠 in Abbildung 11). Um auf diesem Gebiet mehr zu erfahren, muss sie sich nicht nur mit den Inhaltsstoffen verschiedener Kleber auseinandersetzen, sondern sie aktiviert auch persönliche Ressourcen, um externe Expertisen von Wissensträgern aus ihrer Community der Umweltschützer zu erhalten (grüne Lernpfade). Im Bestreben, die Auswirkungen auf die Umwelt durch möglichst geringen Einsatz von Klebstoff zu minimieren, setzt sie sich mit den technischen Zusammenhängen zwischen Oberflächenrauheit und Klebeverbindung auseinander (blaue Lernpfade). Auf diesem Weg gelangt sie schließlich ebenso in das Themenfeld der Metallbearbeitung.

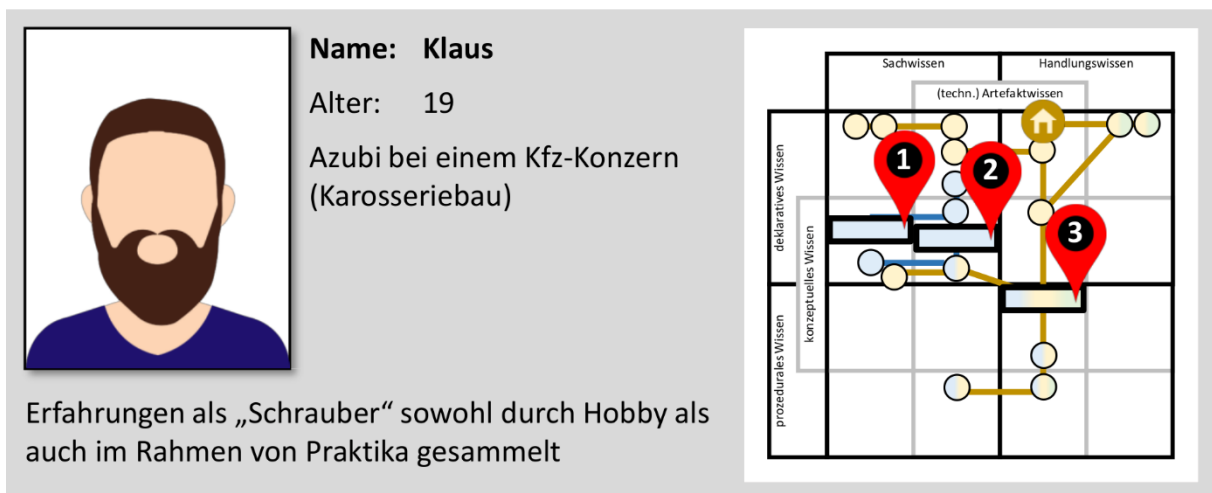


Abbildung 12: Profilbeschreibung für Schüler „Klaus“, rechts: naheliegende Lernpfade zu den Teilzielen 1-3 der Lernaufgabe entsprechend Abbildung 9, Startpunkt ist 🏠.

Der dritte zu betrachtende Fall ist „Klaus“. Klaus absolviert seine Ausbildung wie Peter im Karosseriebau des Kfz-Konzerns. Bereits im Alter von 16 Jahren begann Klaus, sich an Fahrzeugen als „Schrauber“ zu betätigen – zunächst an seinem eigenen Moped, später im Praktikum in einer Autowerkstatt und nun im Rahmen seiner Ausbildung. Klaus hat daher bereits umfangreiches Wissen im Themenfeld Metallbearbeitung und kennt sich mit dem Einfluss unterschiedlicher Fertigungsverfahren auf die Oberflächenrauheit hervorragend aus, einschließlich der gängigen Messverfahren nach ISO 25178. Er steigt, wie Peter über situative Erfahrungen ein, wobei diese jedoch aus dem Metallbau entstammen (siehe Startpunkt 🏠 in Abbildung 12, gelbe Lernpfade). Das Thema Klebeverbindung ist für ihn jedoch neu. Er bemerkt im Unterricht schnell, dass er in Peter einen kompetenten Ansprechpartner für dieses Thema findet, ihm aber gleichzeitig beim Thema Metallbearbeitung unterstützen kann. Beide, Klaus und Peter, wiederum entdecken, dass ebenso Leas Perspektive für die Erarbeitung einer fachmännischen Umsetzung unverzichtbar ist. Jeder dieser drei Akteure trägt durch seine in-

dividuellen Voraussetzungen und Interessenslagen einen wichtigen Beitrag zur Problemlösung bei.

Betrachtet man die mutmaßlich verfolgten Lernpfade der drei Lernenden, so stellt man schnell fest, dass Peter aufgrund seiner lebensweltlichen Vorerfahrungen vermutlich die kürzesten Strecken zum Erreichen der drei Teilziele zurückzulegen hat, an Lea und Klaus hingegen inhaltlich höhere Anforderungen gestellt werden, um sich kohärentes und an die eigene Lebensweltlichkeit anknüpfungsfähiges Wissen zu erarbeiten. Dies erhöht, wie in Abschnitt 3 bereits angedeutet, einerseits die Schwierigkeit der Lernaufgabe, bietet andererseits den beiden Schülern aber wesentlich vielfältigere Lerngelegenheiten.

Es lässt sich an dieser Stelle feststellen, dass kognitives Wachstum immer dann zu erwarten ist, wenn Lernende ihr Wissen auf einen damit in Verbindung stehenden Sachverhalt transferieren, diesen explorieren und auf diese Weise mit ihren Wissensbeständen verknüpfen. Diese Form von Transfer wird nicht nur auf der inhaltlichen Ebene wie in diesem Beispiel Metallbau, Kleben oder Umweltschutz, sondern auch in der kognitiven Ebene durch das Modell Technikdidaktischen Wissens bzw. das ArTWin dadurch deutlich, dass Lernende sich von einer Zelle der 4x4-Matrix in eine andere vorarbeiten.

Aus lebensweltorientierter Sicht wäre es somit Aufgabe eines Lehrenden, eine umfassende Kognitive Aufgabenanalyse seiner Lernsituation durchzuführen und aus deren Ergebnis bedeutsames Vorwissen für eine Lernsituation und entsprechende Unterstützungsmöglichkeiten abzuleiten und zu gestalten. In diesem Fall könnte dies beispielsweise durch Lernkarten, welche jeweils einzelne Fragestellungen beleuchten, oder unterschiedliche Leittexte gestaltet werden, welche die verschiedenen Lernwege (siehe Abbildung 9) nachzeichnen. Auf eine tiefergehende Betrachtung einer unterrichtsmethodischen Umsetzung soll an dieser Stelle verzichtet werden, da dies den Rahmen des Artikels sprengen und den Fokus auf den Analyseprozess verlassen würde. Festzuhalten ist jedoch, dass das Vorgehen und die Durchführung der Analyse zu inhaltlichen Impulsen für eine Erweiterung der eigenen Aufgabenstellungen führen, welche in der Gestaltung des eigenen Unterrichts aufgegriffen und flexibel Berücksichtigung finden kann. Rückmeldungen von Schülerinnen und Schülern – sowohl formell eingefordert oder informell im Rahmen von Lehrer-Schüler-Gesprächen erhalten – sind hierbei als hilfreiche Hinweise selbstverständlich zu berücksichtigen.

5 Diskussion und Fazit

Im Rahmen dieses Beitrags wurde eine Vorgehensweise entwickelt, mit deren Hilfe Lernsituationen im gewerblich-technischen Bereich hinsichtlich der in diesen enthaltenen kognitiven Strukturen analysiert werden können. Dafür wurde ausgehend vom Verständnis eines qualitätsvollen Unterrichts im Sinne der kognitiven Aktivierung der Lernenden aufgezeigt, dass die hiermit verbundenen Anforderungen im Einklang mit dem lebensweltorientierten Ansatz stehen. Dabei hat sich speziell eine multiperspektivische Betrachtung des Lerngegenstandes als entscheidende Zielsetzung für eine lebensweltorientierte und kognitiv aktivierende Aufbereitung des Lerngegenstandes herauskristallisiert.

Im Zuge dessen wurde herausgearbeitet, dass für die praktische Umsetzung dieser Zielsetzungen im Rahmen der Unterrichtsplanung keine geeignete Beschreibung für die Lehrkräfte über die hierfür notwendige Vorgehensweise zur Verfügung steht. Des Weiteren wurde gezeigt, dass die herkömmlichen didaktischen Modelle keine hinreichenden Lösungen bieten.

Um dieses Desiderat zu beheben, wurde unter der Voraussetzung, dass der Prozess der Unterrichtsplanung aus kognitiver Perspektive als eine Kombination verschiedener Handlungsskripte beschrieben werden kann, die Methode der Kognitiven Aufgabenanalyse (CTA) für diesen Bereich adaptiert und in bestehende Handlungsskripte eingeordnet. Ergänzend wurde als Unterstützungswerkzeug aus dem Modell Technikdidaktischen Wissens (Erlebach/Frank in Vorbereitung) ein Analyseraster abgeleitet, welches zur systematischen Beschreibung der mit einer Lernaufgabe verbundenen technikbezogenen Wissensinhalte geeignet ist. Dabei konnte anhand einer komplexen Lernaufgabe demonstriert werden, wie dieses Vorgehen und der Einsatz des vorgestellten Analyserasters Technischer Wissensinhalte (ArTWin) einen Lehrenden dabei unterstützt, konkrete Anknüpfungspunkte für die einzelnen Schülerinnen und Schüler in der Klasse bereitzustellen.

Ein solches Vorgehen entspricht dem lebensweltorientierten Ansatz, nach welchem Lernende als teilkompetente Gesprächspartner anzusehen sind. Durch das Anbieten passender Anknüpfungspunkte erlangt deren Vorwissen und Erfahrungen für die Bearbeitung besondere Bedeutung (Kaiser 1990). Diese Vorerfahrungen können dabei einerseits aus bereits selbst vollführten oder beobachteten Handlungen in konkreten Situationen, andererseits aus meist schulisch-vermittelten, generalisierten Inhalten und Fertigkeiten bestehen.

Konkret konnte anhand eines fiktiven Fallbeispiels aufgezeigt werden, wie ein Lehrender verschiedenen Schülerinnen und Schülern den thematischen Einstieg über deren eigene Lebensweltlichkeit ermöglicht und ihnen Wege bereitet, sich den gesetzten Lernzielen anzunähern. Demgemäß können die vorhandenen Ressourcen der einzelnen Schülerinnen und Schüler gezielt aktiviert werden. Außerdem kann ihnen auf diese Weise die notwendige Unterstützung zur thematischen Bewältigung ermöglicht werden. Gleichzeitig können durch die Analyse auch individuelle Wissenslücken und Fertigungsdefizite antizipiert und Lernprozesse im Sinne einer kognitiven Aktivierung pädagogisch geplant und gesteuert werden.

Weiterhin konnte aufgezeigt werden, dass sich die entwickelte Vorgehensweise an dem gewohnten Umgang mit didaktischen Operatoren und Anforderungsbereichen (AFB) grundsätzlich spiegeln lässt. Jedoch zeigte sich, dass das Analyseraster Wissensbereiche miterfasst, für die keine Anforderungsbereiche existieren. Ebenso lassen sich die AFB II und III nicht eindeutig zuordnen. Ursächlich hierfür ist der Umstand, dass dem Konstrukt der Anforderungsbereiche die Annahme eines homogenen Vorwissens in der Schülerschaft einer Klasse zugrunde liegt: Was bekannt und was neu für jeden Schüler sein soll, bestimmt sich allein aus der Aufgabenstellung. Dieser „one size - fits all“-Ansatz steht im unauflösbaren Widerspruch zur Lebensweltorientierung, wodurch sich die dargestellten Passungsprobleme des Analyserasters erklären.

Den Autoren ist bewusst, dass das vorgestellte Verfahren in der Durchführung als zeitintensiv wahrgenommen werden könnte. Eine längere Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand in der Unterrichtsvorbereitung steht auf dem ersten Blick dem Wunsch nach einem zeitökonomischen Handeln in der Praxis des Lehreralltages entgegen. Allerdings kann die für eine Lernsituation durchgeführte und dokumentierte Analyse auch von anderen Kollegen zur Weiterentwicklung und Adaption der Aufgabengestaltung verwendet werden.

Abgesehen vom Gedanken der Nachhaltigkeit dieses expliziten Analyseprozesses nivelliert sich der für die Einarbeitung in das Modell erforderliche Aufwand nach der Bearbeitung weniger Beispiele auf ein praktikables Maß. Die Autoren empfehlen deshalb, dieses Vorgehen im Rahmen der Aus- und Fortbildung von Fachlehrern im gewerblich-technischen Bereich eingehender auf Wirksamkeit hinsichtlich der damit erzielten Unterrichtsqualität und Lernwirksamkeit zu untersuchen.

Literatur

Adl-Amini, B. (1981): Grauzonen der Didaktik - Plädoyer für die Erforschung didaktischer Ermittlungsprozesse. In: Adl-Amini, B./Künzli, R. (Hrsg.): Didaktische Modelle und Unterrichtsplanung. München, 210-237.

Albert, M. et al. (2015): Jugend 2015. Eine pragmatische Generation im Aufbruch. Frankfurt am Main.

Anderson, J. R./Lebiere, C. J. (1998): The Atomic Components of Thought. New York.

Arthur, W. B. (2011): The Nature of Technology. What It Is and How It Evolves. New York.

Baumert, J./Kunter, M. (2006): Stichwort Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9 (4), 469-520.

Bröcher, J. (1997): Lebenswelt und Didaktik. Unterricht mit verhaltensauffälligen Jugendlichen auf der Basis ihrer (alltags-) ästhetischen Produktionen. Heidelberg.

Bromme, R. (1992): Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens. Bern.

Clark, R. E. et al. (2008): Cognitive Task Analysis. In: Spector, J. M./Merrill, M. D./Merriënboer, J. van et al. (Hrsg.): Handbook of Research on Educational Communications and Technology. 3. Auflage. New York, Oxon, 577-594.

Clark, R. E. et al. (2012): The Use of Cognitive Task Analysis to Improve Instructional Descriptions of Procedures. In: Journal of Surgical Research, 173 (1), e37-e42.

Compton, V. J. (2004): Technological Knowledge. A developing framework for technology education in New Zealand. Briefing Paper prepared for the New Zealand Ministry of Education Curriculum Project. In: TKI. NZ Curriculum Marautanga Project: o.A.

Dasgupta, S. (1996): The Nature of Technological Knowledge. In: Technology and Creativity. New York, Oxford, 150-179.

Deci, E. L./Ryan, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik, 39 (2), 223-238.

DPhV (2020): Arbeitsbelastung, Zufriedenheit und Gesundheit von Lehrkräften an Gymnasien. Online: https://www.dphv.de/uploads/media/Endfassung_Bundescharts_05__003_.pdf (01.05.2020).

Einsiedler, W./Hardy, I. (2010): Kognitive Strukturierung im Unterricht. Einführung und Begriffsklärungen. In: Unterrichtswissenschaft, 38 (3), 194-209.

Engelhardt, M. von (1982): Die pädagogische Arbeit des Lehrers. Eine empirische Einführung, Band 1146. Paderborn.

Erlebach, R./Frank, C. (in Vorbereitung): Modell des Technikdidaktischen Wissens.

Faulkner, W. (1998): Knowledge Flows in Innovation. In: Williams, R./Faulkner, W./Fleck, J. (Hrsg.): Exploring Expertise. London, 173-195.

Felsing, C. et al. (2019): Arbeitszeitstruktur von Gymnasiallehrkräften im Tages- und Wochenverlauf. In: ASU. Zeitschrift für medizinische Prävention, (1/2019).

Frank, C. (2020): Welche Art von Fachwissen ist für die Gestaltung kognitiv aktivierender Lernaufgaben notwendig? Eine anforderungsbezogene Konzeptualisierung von Fachwissen im Kontext Unterrichtsplanung am Beispiel der Beruflichen Fachrichtung Metalltechnik. In: Heer, M./Heinen, U. (Hrsg.): Die Stimmen der Fächer hören. Paderborn, 363-394.

Geißler, H. (Hrsg.) (1979): Unterrichtsplanung zwischen Theorie und Praxis. Unterricht von 1861 bis zur Gegenwart. Stuttgart.

Haas, A. (1998): Unterrichtsplanung im Alltag. Eine empirische Untersuchung zum Planungshandeln von Hauptschul-, Realschul- und Gymnasiallehrern, Band 540. Regensburg.

Heimann, P. et al. (1965): Unterricht - Analyse und Planung. Hannover.

Hüfner, G. (2003): Arbeitsbelastung in Schulen. Ausmaß und Bereiche von Belastungen Möglichkeiten der Entlastung. Erste Befragungsergebnisse. Online: https://www.boeckler.de/pdf/v_2010_03_01_rusteberg_umfrage.pdf (23.04.2020).

Jenewein, K. (2017): Berufsbildung, demografischer Wandel und zunehmende Heterogenität. Eine Analyse der Entwicklungen in den neuen Bundesländern. In: Löwenbein, A./Sauerland, F./Uhl, S. (Hrsg.): Berufsorientierung in der Krise? Der Übergang von der Schule in den Beruf. Münster, 83-94.

Jong, T. de/Ferguson-Hessler, M. G. (1996): Types and qualities of knowledge. In: Educational psychologist, 31 (2), 105-113.

Jordan, A. et al. (2008): Aufgaben im COACTIV-Projekt. In: Journal für Mathematik-Didaktik, 29 (2), 83-107.

Kaiser, A. (1990): Wie arbeiten lebensweltorientierte Ansätze? In: Grundlagen der Weiterbildung, 1 (1), 13-18.

Kaiser, A. (2000): Was ist aus dem lebensweltorientierten Ansatz geworden? In: Grundlagen der Weiterbildung, 11 (1), 27-30.

Klein, G./Militello, L. (2001): Some guidelines for conducting a cognitive task analysis. In: Salas, E. (Hrsg.): Advances in human performance and cognitive engineering research, Band 1. Bingley, 161-199.

KMK (2004): Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.

KMK (2018): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.

Knauth, T. (1997): Wie orientiert man sich an unterschiedlichen Lebenswelten? In: Pädagogik, 49 (5), 50-52.

Kunter, M. et al. (2006): Mathematikunterricht in den PISA-Klassen 2004. Rahmenbedingungen, Formen und Lehr-Lernprozesse. In: Prenzel, M./Baumert, J./Blum, W. et al. (Hrsg.): PISA 2003. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres. Münster, Westfalen u. a., 161-194.

Kunter, M./Trautwein, U. (2018): Psychologie des Unterrichts. Paderborn.

Kurz, D. (2010): Sport im Abitur. Ein Schulfach auf dem Prüfstand. Aachen.

Lipowsky, F. (2015): Unterricht. In: Wild, E./Möller, J. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Berlin, Heidelberg, 69-105.

Luker, K. R. et al. (2008): The use of a cognitive task analysis–based multimedia program to teach surgical decision making in flexor tendon repair. In: The American Journal of Surgery, 195 (1), 11-15.

McCormick, R. (1997): Conceptual and Procedural Knowledge. In: International Journal of Technology and Design Education, 7 (1), 141-159.

Militello, L. G./Hutton, R. J. (1998): Applied cognitive task analysis (ACTA). A practitioner's toolkit for understanding cognitive task demands. In: Ergonomics, 41 (11):, 1618-1641.

Müller-Fohrbrodt, G. et al. (1978): Der Praxisschock bei jungen Lehrern. Formen, Ursachen, Folgerungen. Eine zusammenfassende Bewertung theoretischer und empirischer Erkenntnisse. In: Lehrerausbildung und -weiterbildung. Stuttgart.

Niedersächsisches Kultusministerium (2018): Anhang A1. Operatoren für Theorie und Praxis. In: Kerncurriculum Sport für Gymnasium – gymnasiale Oberstufe. Hannover, 57-59.

Nitzschke, A. et al. (2017): Motive, Vorerfahrungen und kognitive Eingangsvoraussetzungen von Technikerschülern und Technikerschülerinnen. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 113 (3), 490-516.

PAL (Hrsg.) (2013): Fertigungstechnik Teil A (W13 3930 K4). In: Abschlussprüfung Teil 2 Industriemechaniker/-in, Berufs-Nr. 3930, Winter 2013/14. Stuttgart.

Rauner, F./Piening, D. (2010): Umgang mit Heterogenität in der beruflichen Bildung. Eine Handreichung des Projekts KOMET. Online: https://www.radko-stoeckl-schule.de/fileadmin/abteilung1/komet/Handreichung_Heterogenitaet.pdf (30.03.2020).

Reckwitz, A. (2018): Die Gesellschaft der Singularitäten. Zum Strukturwandel der Moderne. 6. Auflage. Berlin.

Renkl, A. (1996): Träges Wissen. Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. In: Psychologische Rundschau, 47 (2), 78-92.

Renkl, A. (2009): Wissenserwerb. In: Wild, E./Möller, J. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Berlin, Heidelberg. 3-26.

Ropohl, G. (1997): Knowledge types in technology. In: International Journal of technology and design education, 7 (1-2), 65-72.

Ropohl, G. (1998): Technisches Wissen. In: Ropohl, G. (Hrsg.): Wie die Technik zur Vernunft kommt. Beiträge zum Paradigmenwechsel in den Technikwissenschaften. Amsterdam, 88-96.

Ropohl, G. (2009): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. Karlsruhe.

Schank, R. C./Abelson, R. P. (1977): Scripts, plans, goals and understanding. An inquiry into human knowledge structures. Hillsdale, New Jersey

Schneekloth, U./Albert, M. (2019): Jugend und Politik: Demokratieverständnis und politisches Interesse im Spannungsfeld von Vielfalt, Toleranz und Populismus. In: Albert, M./Hurrelmann, K./Quenzel, G. et al. (Hrsg.): Jugend 2019 – 18. Shell Jugendstudie. Eine Generation meldet sich zu Wort. Weinheim, 47-102.

Schraagen, J. M. et al. (2000): State-of-the-Art Review of Cognitive Task Analysis Techniques. In: Schraagen, J.M./Chipman, S.F./Shalin, V.L. (Hrsg.): Cognitive Task Analysis, 467-488.

Seamster, T. L. et al. (2017): Applied Cognitive Task Analysis in Aviation. New York.

Stender, A. (2014): Unterrichtsplanung. Vom Wissen zum Handeln - Theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung des Transformationsmodells der Unterrichtsplanung. Kiel.

Sullivan, M. E. et al. (2014): The Use of Cognitive Task Analysis to Reveal the Instructional Limitations of Experts in the Teaching of Procedural Skills. In: Academic Medicine, 89 (5), 811-816.

Süß, H. M. (1996): Intelligenz, Wissen und Problemlösen. Kognitive Voraussetzungen für erfolgreiches Handeln bei computersimulierten Problemen. Göttingen.

Süß, H. M. (2008): Die Rolle von Intelligenz und Wissen für erfolgreiches Handeln in komplexen Problemsituationen. In: Franke, G. (Hrsg.): Komplexität und Kompetenz. Ausgewählte Fragen der Kompetenzforschung. Bielefeld, 249-275.

Tebrügge, A. (2001): Unterrichtsplanung zwischen didaktischen Ansprüchen und alltäglicher Berufsanforderung. Eine empirische Studie zum Planungshandeln von Lehrerinnen und Lehrern in den Fächern Deutsch, Mathematik und Chemie, Band 829. In: Europäische Hochschulschriften Reihe 11, Pädagogik. Frankfurt am Main.

Vincenti, W. G. (1990): What Engineers Know and How They Know it Analytical Studies from Aeronautical History. Boston/Baltimore.

Vries, M. J. de (2003): The Nature of Technological Knowledge. Extending empirically informed studies into what engineers know. In: *Techné: Research in philosophy and technology*, 6 (3), 117-130.

Vries, M. J. de (2005): The Nature of Technological Knowledge. Philosophical Reflections and Educational Consequences. In: *International Journal of Technology and Design Education*, 15 (2), 149-154.

Walker, F./Faath-Becker, A. (2019): Videovignetten. Ein Ansatz zur Einlösung der Anforderungen an die professionelle Kompetenz zukünftiger Lehrkräfte für berufsbildende Schulen? In: *Berufsbildung*, 73 (177), 16-19.

Weber, B. (2015): Multiperspectivity, Values and Criticism in Economic and Civic Education. In: *Journal of Social Science Education*, 14 (4), 2-6.

Weidemeier, C. (2014): Handlungsansätze zur Prävention und Intervention von Ausbildungsabbrüchen unter dem Aspekt wachsender Heterogenität. In: *BBP-Arbeitsberichte*, 83.

Wengert, H. G. (1989): Untersuchungen zur alltäglichen Unterrichtsplanung von Mathematiklehrern. Eine kognitionspsychologische Studie. Frankfurt am Main.

Westerman, D. A. (1991): Expert and Novice Teacher Decision Making. In: *Journal of Teacher Education*, 42 (4), 292-305.

Wiemer, T. (2018): Technisches Wissen. Kategorienbildung für die allgemeine technische Bildung. Oldenburg.

Wittmann, W. W. et al. (1996): Determinanten komplexen Problemlösens. In: *Berichte des Lehrstuhls Psychologie II der Universität Mannheim*, 9, 1-25.

Wolffgramm, H. (2012): Allgemeine Techniklehre. Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten. Neu strukturierte, ergänzte, erweiterte und aktualisierte Fassung. Online: <https://dgtb.de/wp-content/uploads/2018/11/Wolffgramm-Allgemeine-Techniktheorie-klein.pdf> (30.03.2020).

Yates, K. A./Clark, R. E. (2012): Cognitive Task Analysis. In: Hattie, J./Anderman, E.M. (Hrsg.): *International Handbook of Student Achievement*. New York.

Yates, K. A. (2007): Towards a taxonomy of cognitive task analysis methods. A search for cognition and task analysis interactions. Los Angeles.

Zinn, B. et al. (2018): Die Vielfalt bei Auszubildenden im gewerblich-technischen Bereich – am Beispiel der beiden Berufsfelder Elektro- und Metalltechnik. In: Zinn, B. (Hrsg.):

Inklusion und Umgang mit Heterogenität in der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung. In: Pädagogik. Stuttgart, 75-94.

Dieser Beitrag wurde dem **bwp@-Format**: ☒ **BERICHTE & REFLEXIONEN** zugeordnet.

Zitieren dieses Beitrages

Erlebach, R./Leske, P./Frank, C. (2020): Ein Analyseraster Technischer Wissensinhalte als Grundlage für eine lebenswelt- und ressourcenorientierte Unterrichtsplanung. In: *bwp@* Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Ausgabe 38, 1-30. Online: https://www.bwpat.de/ausgabe38/erlebach_etal_bwpat38.pdf (24.06.2020).

Die Autor*innen



Dipl.-Phys. RALF ERLEBACH

Bergische Universität Wuppertal, Didaktik der Technik

Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

ralf.erlebach@uni-wuppertal.de

<https://www.ddt.uni-wuppertal.de>



M.Ed. PEER LESKE

Bergische Universität Wuppertal, Didaktik der Technik

Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

leske@uni-wuppertal.de

ifb.uni-wuppertal.de / ddt.uni-wuppertal.de



Prof. Dr. CAROLIN FRANK

Bergische Universität Wuppertal, Didaktik der Technik

Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

cfrank@uni-wuppertal.de

<https://www.ddt.uni-wuppertal.de>