

DOROTHEE ERMEL (RWTH Aachen University)

JOSEF RIESE (RWTH Aachen University)

**Praxisbericht: Entwicklung und Evaluation eines Fachpraktikums
für das Techniklehramt**

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

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

DOROTHEE ERMEL / JOSEF RIESE

Praxisbericht: Entwicklung und Evaluation eines Fachpraktikums für das Techniklehramt

ZUSAMMENFASSUNG: Praktische Tätigkeiten und Handlungen besitzen im allgemeinbildenden Technikunterricht hohen Stellenwert, wenn z.B. Maschinen bedient und Artefakte konstruiert und gefertigt werden. Im Rahmen der Lehramtsausbildung sollten Techniklehrkräfte deswegen bestmöglich auf die Anwendung und Durchführung fachpraktischer Handlungen vorbereitet werden. Ziel dieser Arbeit ist es daher, im Rahmen des Lehramtsstudiengangs Technik der RWTH Aachen ein Fachpraktikum zu entwickeln, in dem berufsrelevante fachpraktische Kompetenzen erworben werden. Die empirisch gestützte Entwicklung des Fachpraktikums erfolgt als iterativer Prozess und wird durch das Modell der Didaktischen Rekonstruktion strukturiert, nach welchem die fachliche Klärung gleichwertig zur Betrachtung der Studierendenperspektive berücksichtigt wird.

Schlüsselwörter: Fachpraktische Kompetenzen, Praktikum, Lehramtsstudium Technik, Didaktische Rekonstruktion

Practice report: Development and evaluation of a practical course for the student teachers of technology

ABSTRACT: Practical activities have great relevance in the field of technical education, for example, when students operate machines or construct and manufacture artefacts. As part of the study of teaching technology the prospective teachers should prepare for the use and implementation of those technical and practical tasks. Therefore, the aim of this research is to develop a practical course for the student teachers of technology at the RWTH Aachen University to acquire necessary and valuable practical competences. For the development the model of didactic reconstruction is used, which is an empirical based, theoretical and methodological framework. It consists of the three parts technical clarification, recording student perspectives and didactic structuring.

Keywords: Practical competence, practical training, study of technical education, didactic reconstruction

1 Einleitung

Zur Visualisierung und aktiven Auseinandersetzung mit Technik werden im allgemeinbildenden Technikunterricht häufig handlungs- und produktorientierte Unterrichtsformen eingesetzt (vgl. Bleher 2001). Bei diesen werden z.B. verschiedene technische Experimente und Verfahren umgesetzt, Maschinen und Geräte bedient oder Artefakte konstruiert und gefertigt (Hüttner 2009, Höpken, Osterkamp & Reich 2004, S. 80). Wie bei anderen Unterrichtsmethoden auch ist hierbei eine lernförderliche Unterrichtsgestaltung und zielführende Unterstützung seitens der Lehrkräfte nötig, um eine kognitive Auseinandersetzung mit dem praktischen Lerngegenstand zu fördern. Die dafür benötigten Kompetenzen müssen im Rahmen der Lehramtsausbildung vermittelt werden. Dem Lehramtsstudium kommt demnach eine zentrale Rolle zu, zumal der Bedarf an qualifizierten Techniklehrkräften aktuell und auch in den nächsten Jahren kaum gedeckt werden kann (vgl. Klemm 2020). Wie auch Schray betont, ist für die Qualität des Schulunterrichts die Qualität der Lehrkräftebildung von wesentlicher Bedeutung, da Lehrkräfte technische Sachverhalte auswählen und gestalten sollten, die die Neugier der Lernenden wecken und sie in ihrer Lebens- und Erfahrungswelt abholen (Schray 2018, S. 141). Eine differenzierte Beschreibung und Darstellung speziell der im Lehramtsstudium zu erwerbenden fachspezifischen Kompetenzen scheint jedoch insbesondere im Fach Technik kaum vorhanden zu sein (Geißel, Gschwendtner & Nickolaus 2020, Zinn 2017). Eine solche Beschreibung ist jedoch Voraussetzung für eine bedarfsgerechte und an das spätere Berufsfeld ausgerichtete Lehramtsausbildung, um die methodisch-didaktische Gestaltung von Lehrangeboten aus kompetenzorientierter Perspektive steuern, evaluieren und fördern zu können (König 2020, Schaper 2009).

Vor diesem Hintergrund soll im Rahmen dieser Arbeit ein Fachpraktikum als Teil des Lehramtsstudiums Technik an der RWTH Aachen bedarfsgerecht für angehende Techniklehrkräfte entwickelt und evaluiert werden, das den Erwerb von im Beruf benötigten fachpraktischen Kompetenzen ermöglicht. Dazu wurde in einem ersten Schritt unter Berücksichtigung normativer Perspektiven und unter Einbezug einer empirischen Bedarfserhebung beschrieben, welche Kompetenzen im Studium erworben werden sollen. In einem zweiten Schritt wurde die Studierendenperspektive erfasst, um das Fachpraktikum an das Vorwissen und die Vorerfahrungen der Studierenden adaptieren zu können. Im Folgenden werden zunächst die für diese Arbeit relevanten theoretischen Grundlagen zusammen mit der allgemeinen methodischen Rahmung zur Vorgehensweise bei der Praktikumsentwicklung dargestellt. Darauf aufbauend werden das Ziel der Arbeit und die Forschungsfragen für die begleitende Forschung sowie das Entwicklungsdesign für die Praktikumsentwicklung beschrieben. Abschließend werden der aktuelle Entwicklungsstand und ausgewählte Ergebnisse der Begleitforschung vorgestellt.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Kompetenzbegriff

Das zu entwickelnde Fachpraktikum soll den Erwerb berufsrelevanter fachpraktischer Kompetenzen ermöglichen. Da eine rein händische Ausbildung nicht dem Charakter eines wissenschaftlich orientierten Hochschulstudiums entsprechen würde, soll die Vermittlung fachpraktischer Kompetenzen immer auch mit dem Erwerb kognitiver Kompetenzen einhergehen (z. B. in Verbindung

mit der inhaltlichen Vorbereitung der Studierenden auf die jeweiligen Praktikumseinheiten), wozu zunächst der genutzte Kompetenzbegriff eingeführt wird.

Im Bereich der Lehrkräftebildung variieren Vorstellungen zum Kompetenzbegriff zwischen einem Verständnis von Kompetenz, „dass die Konkretisierung in Form von Dispositionen fokussiert und der Auffassung, dass Kompetenzen vor allem situativ zu denken sind“ (König 2020, S. 165). In der Auffassung A) von Kompetenz als Disposition bzw. Handlungsvoraussetzung (vgl. Klieme & Leutner 2006) werden multidimensionale Facetten als Voraussetzung für das erfolgreiche Bewältigen berufsrelevanter Anforderungen bzw. als Voraussetzung für das professionelle Handeln von Lehrkräften angesehen (vgl. z.B. Weinert 2001, Baumert & Kunter 2006). Hierzu zählen der kognitive Bereich, welcher insbesondere das Professionswissen umfasst, sowie der affektiv-motivationale Bereich. Dem gegenüber steht der Ansatz B) von Kompetenz, diese unmittelbar als Performanz in einer situationsspezifischen Situation aufzufassen. Die Performanz wird demnach nur in komplexen berufsrelevanten Situationen beobachtbar und messbar, wie sie für den Lehrberuf typisch sind (vgl. König 2020). Die Ursachen hierfür (wie z.B. Wissen oder Motivation) stehen im Gegensatz zur Auffassung A) von Kompetenz als Disposition nicht im Fokus, da sich (hohe) Kompetenz erst durch erfolgreiches Handeln zeigt.

Diese dichotome Herangehensweise an die Auffassungen des Kompetenzbegriffs übersieht laut Blömeke, Gustafsson und Shavelson (2015) jedoch einen wesentlichen Punkt: „[...] and this is how knowledge, skills and affect are put together to arrive at performance“ (Blömeke, Gustafsson & Shavelson 2015, S. 7). Um die beiden Ansätze A) und B) zusammenzuführen, stellten Blömeke, Gustafsson und Shavelson (2015) ein integratives Kompetenzmodell vor, welches Kompetenz als Kontinuum vom Wissen bis hin zum Können auffasst. Ausgehend von kognitiven, affektiven und motivationalen Dispositionen werden zentrale situationsbezogene Fähigkeiten – Wahrnehmen, Interpretieren, Entscheiden – genutzt, um in komplexen, realistischen Situationen (erfolgreich) zu handeln. Der Kompetenzbegriff umfasst also neben kognitiven Voraussetzungen (das Wissen) auch situationsspezifische Fähigkeiten sowie das Handeln (das Können) in einer komplexen berufsrelevanten Situation. Dabei ist grundsätzlich anzunehmen, dass bestimmte Dispositionen vorhanden sein müssen, bevor situationsspezifische Fähigkeiten und Fertigkeiten erworben werden können (ebd., S. 7).

Übertragen auf die fachpraktischen Kompetenzen von Techniklehrkräften werden diese im Rahmen dieser Arbeit wie folgt definiert. Sie umfassen dabei sowohl kognitive Dispositionen und motivationale Bereitschaft, die als Voraussetzung für fachpraktische Handlungen und Tätigkeiten angesehen werden, als auch fachpraktische Fähigkeiten zur Interpretation, Wahrnehmung und Entscheidungsfindung in einer konkreten, berufsrelevanten Handlungssituation. Im Zusammenhang mit den Artefakten des praktischen Bereichs umfasst die fachpraktische Kompetenz darüber hinaus die Performanz als Ausführung technischer Tätigkeiten im Rahmen des Technikunterrichts bzw. eines Fachpraktikums während des Studiums. Konkret bedeutet dies z. B. in der Anforderungssituation „Fehlersuche in einer elektrischen Schaltung“ (vgl. Abschnitt 5), dass angehende Lehrkräfte zunächst Grundlagenwissen, z. B. zu elektrischen Bauteilen und deren Funktion, erwerben müssen. Liegt dann eine fehlerhafte elektrische Schaltung vor, muss die Schaltung zunächst analysiert werden, d. h. die fehlerhafte Funktion der Schaltung oder der Fehler selbst (etwa eine fehlerhafte Verlötlung) muss wahrgenommen und das offensichtlich Wahrzunehmende muss interpretiert werden (z. B. welche Bauteile können für das Fehlerbild verantwortlich sein). Schließlich muss eine Entscheidung getroffen werden (z. B. Austausch eines Bauteils), die in eine praktische Handlung mündet (z. B. Einlöten eines neuen Bauteils). Angesichts der Weite des Anforderungsfelds hat dieser Kompetenzbegriff das Potential, fachpraktische Kompetenzen im Spannungsfeld vom Wissen zum Können angemessen zu beschreiben.

2.2 Fachbezogene Bezugsrahmen im Lehramtsstudium Technik

Wird der Kompetenzbegriff für die Konzeption und Inhalte der Lehrkräfteausbildung herangezogen, so beschreibt dieser häufig die Erwartungen, was Lehrkräfte wissen und können sollten, und welche Einstellungen oder Haltungen sie vertreten sollten, um professionell handeln zu können. Die Kompetenzen definieren somit die fachlichen Ziele des Studiums (König 2020, S. 166). Speziell im Hinblick auf fachpraktische Studienteile im Lehramtsstudium Technik bilden dabei die fachwissenschaftlichen Bezugsdisziplinen den Rahmen, aus welchem Strukturüberlegungen für die Konzeption von Lehrveranstaltungen abgeleitet werden können. Sowohl zur Entwicklung solcher Lerngelegenheiten als auch für die Überprüfung von deren Wirksamkeit sind in einem ersten Schritt zunächst diejenigen Kompetenzen präzise zu beschreiben, die erworben werden sollen. Dabei können neben normativen Vorgaben und Standards auch reale Handlungsanforderungen in der Schulpraxis einen Ausgangspunkt bilden (Schaper 2009). Entsprechende Kompetenzbeschreibungen können demnach etwa auf der Basis empirischer, eher induktiver Methoden wie Anforderungsanalysen oder Expertenbefragungen generiert werden. Ebenso möglich ist eine Modellierung auf der Grundlage normativer Annahmen, fachsystematischer Konzeptionen oder durch deduktive Ableitungen aus bestehenden Kompetenzkategorien, wobei eine kombinierte Strategie das größte Potential bietet (vgl. Klieme et al. 2003, Schaper 2009).

Die empirische Befundlage zur Beschreibung und Erfassung von Kompetenzen angehender Techniklehrkräfte scheint jedoch insbesondere im Vergleich zu anderen Fächern wie der Mathematik und Physik gering ausgeprägt zu sein (Zinn 2017, S. 14, vgl. auch Geißel, Gschwendtner & Nickolaus 2020). Dies betrifft im Speziellen den Bereich der fachpraktischen Kompetenzen und zugehörigen einzelnen Aspekte. Ebenso ist die empirische Forschungslage bezüglich technikbezogener Lehr-/Lernprozesse im Lehramtsstudium als entwicklungsbedürftig anzusehen (Geißel, Gschwendtner & Nickolaus 2020, S. 559, Zinn 2017, S. 19). Da, wie aufgezeigt, nicht auf differenzierte, empirisch geprüfte Vorschläge zur Strukturierung und detaillierten Beschreibung fachpraktischer Kompetenzen zurückgegriffen werden kann, erfolgt im Folgenden eine allgemeine Annäherung durch die Betrachtung der normativen Empfehlungen und Vorgaben zum Lehramtsstudium Technik. Darauf aufbauend werden in Abschnitt 2.3 Anforderungen an die Inhalte und Struktur des fachpraktischen Studienbereichs genauer erläutert, um dies als Grundlage zur konkreten Entwicklung des Praktikums nutzen zu können.

Die strukturelle, materielle und personelle Ausgestaltung des Lehramtsstudiums sowie die unterschiedlichen Ausrichtungen und Bezugsrahmen bei der Inhaltsbestimmung der technischen Bildung in Deutschland fallen je nach Bundesland und Hochschule sehr unterschiedlich aus (Zinn 2014, S. 25–26, Radermacher 2010, S. 158). Betrachtet man Standards für das Unterrichtsfach Technik (VDI 2007), Kernlehrpläne des Landes NRW (z.B. MSB 2020b) oder schulinterne Curricula, so orientieren sich diese an der Systematik der Problem- und Handlungsfelder (vgl. Sachs 2001), innerhalb derer technische Sachsysteme erschlossen und Bewertungsperspektiven eingenommen werden. Im Gegensatz dazu wird die Strukturierung der Systemtheorie nach Ropohl (2009) mit Fokus auf der Sachperspektive (vgl. Schmayl 2019, S. 184) in Teilen für die Vorgaben zum Lehramtsstudium (KMK 2019, VDI 2006) herangezogen. Ungeachtet des jeweiligen Bezugsrahmens besteht bei jeglicher Strukturierung der fachwissenschaftlichen Anteile im Lehramtsstudium stets die Herausforderung, die vielfältigen wissenschaftlichen Bezugsdisziplinen der Technikwissenschaft in entsprechend breiter Auslegung ausreichend tief zu behandeln. Zusätzlich müssen die notwendigen fachlichen Grundlagen auch auf das spätere Einsatzgebiet Schule bezogen werden.

Im Hinblick auf die konkrete Beschreibung fachpraktischer Kompetenzen und zugehöriger Lehr-/Lernprozesse dienen die Strukturierungen des VDI (2006, S. 10) und der KMK (2019, S. 16) als Ausgangspunkt. Diese beschreiben insgesamt jeweils sechs bzw. sieben Studienbereiche für das Lehramtsstudium, welche in Tabelle 1 gegenübergestellt sind. Der Unterschied der Empfehlungen vom VDI gegenüber den Vorgaben der KMK besteht darin, dass die geforderten „theoretischen und praktischen Lernformen“ (VDI 2006, S. 8) integriert erarbeitet und dargestellt werden. Die KMK stellt die Fachpraxis als eigenen Bereich des Studiums dar.

Tabelle 1: Studieninhalte laut VDI (2006) und KMK (2019)

VDI	KMK
Natur – Technik – Gesellschaft	Technik – Gesellschaft – Natur
Technik und Produktion	Technische Methoden und Verfahren
Stoffumsatz in technischen Systemen	Stoffverarbeitende Systeme
Energieumsatz in technischen Systemen	Energieverarbeitende Systeme
Informationsumsatz in technischen Systemen	Informationsverarbeitende Systeme
Technikdidaktik	Fachdidaktik
	Fachpraxis

Die Gliederung auf diese Studienbereiche soll jedoch nicht als Abgrenzung oder Gliederung in einzelne Lehrveranstaltungen verstanden werden. Die konkrete Zuordnung von Inhalten zu Lehrveranstaltungen soll differenziert nach Lehramt und Schulform getroffen werden und kann insbesondere im fachwissenschaftlichen Bereich Teil des Studienangebots eines anderen Faches sein (KMK 2019, S. 5). Auch die generelle Ausrichtung der Lehramtsstudiengänge an Pädagogischen Hochschulen und an Universitäten bewirken hier Unterschiede. Die Umsetzung variiert dabei zwischen eigens für die Lehramtsstudiengänge zugeschnittenen fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen bis hin zur direkten Einbindung von bereits vorhandenen ingenieur- und naturwissenschaftlichen Veranstaltungen in den Lehramtsstudiengang (Geißel, Gschwendtner & Nickolaus 2020, S. 558). Die Gestaltung der fachwissenschaftlichen Studienanteile unterscheidet sich außerdem durch die Orientierung a) an Problem- und Handlungsfeldern, b) an ausgewählten Inhalten der Ingenieurwissenschaften (z. B. Bau-, Elektro- und Maschinentechnik) oder c) an der Systemtheorie (z.B. Systeme des Energie-, Informations- und Stoffumsatzes) (Geißel, Gschwendtner & Nickolaus 2020, S. 558).

Die vorliegenden und dargestellten Vorgaben, was die Gestaltung und Inhalte des Studiums angehen, sind jedoch weitgehend allgemein gehalten und zum Großteil normative Empfehlungen, die je nach Bundesland, Schulform oder Schwerpunktsetzung noch konkret innerhalb der Hochschule ausgestaltet werden müssen. Zinn fasst zusammen, dass dementsprechend noch ausgearbeitet werden muss, welches „Kompetenzprofil die Techniklehrkräfte in der gymnasialen Bildung nach der ersten und zweiten Lehrerbildungsphase aufweisen müssen, um [...] im Kontext der Zielsetzungen des Fachs Technik und dem wissenschaftspropädeutischen Anspruch in einer wün-

schenswerten Form gerecht zu werden“ (Zinn 2014, S. 39). Die weitere Betrachtung der fachwissenschaftlichen Ausbildungsziele im Studium fokussiert im Folgenden die Fachpraxis als wesentlichen Studienanteil (Gschwendtner & Geißel 2018, S. 184, vgl. auch KMK 2019, Radermacher 2010). Im weiteren Verlauf wird dargestellt, in welcher Form und Größe fachpraktische Studienanteile gestaltet werden sollten, und es werden Vorgaben und Empfehlungen zur detaillierten Beschreibung fachpraktischer Kompetenzen zusammengefasst.

2.3 Fachpraxis im Lehramtsstudium Technik

Um der Spannbreite berufsrelevanter Anforderungsbereiche im Lehramtsstudium Technik zu begegnen, müssen sowohl erforderliche berufsmotorische als auch zugehörige kognitive Inhalte im Studium adressiert werden. Wie Gschwendtner und Geißel zusammenfassen, kann das notwendige fachwissenschaftliche Wissen in ein fachtheoretisches und ein fachpraktisches Wissen und Können differenziert werden (Gschwendtner & Geißel 2018, S. 184). Dies entspricht dem in Abschnitt 2.1 dargestellten Kompetenzbegriff, nach welchem fachpraktisches Wissen und Können jeweils an den beiden Enden des horizontalen Prozesses zur Beschreibung fachpraktischer Kompetenzen eingeordnet werden können. Die Ziele fachpraktischer Studienanteile benennen Gschwendtner und Geißel (2018, S. 184) dabei wie folgt:

„Fachpraktisches Wissen und Können soll bei wirksamen Techniklehrern (1) als ein solides und anwendungsfähiges Wissen über relevante Werkstoffe, Werkzeuge, Messinstrumente, Maschinen, den sicherheitsgerechten Werkzeug- und Maschinenumgang, die Wartung und Pflege sowie (2) als ein fachpraktisches Können (Handwerkliche Fertigkeiten) vorhanden sein.“

Die KMK (2019) formuliert in den ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen für das Lehramtsstudium Technik, dass angehende Lehrkräfte am Ende des Studiums über praktische Kompetenzen verfügen sollen, um Werkzeuge, Werkzeugmaschinen und Vorrichtungen im Unterricht allgemeinbildender Schulen einsetzen zu können (KMK 2019, S. 16). Eine detailliertere Betrachtung zugehöriger inhaltspezifischer und –übergreifender Kompetenzfacetten wird im weiteren Verlauf zur gezielten Praktikumsentwicklung vorgenommen. Wie der VDI beschreibt, erfordert die Lehrkräftebildung im Bereich der Technik „eine moderne technische Ausstattung der Fachräume mit Werkzeugen, Geräten, Maschinen und Verbrauchsmaterialien sowie Einrichtungen für das Lernen mittels technischer Modelle“ (VDI 2006, S. 8), mit deren Hilfe die Studierenden in typische technische Handlungen eingeführt werden können (VDI 2006, S. 9). So ist es auch innerhalb des Studiums wichtig, die Möglichkeiten und Anforderungen eines Fachraums kennenzulernen, um entsprechende Infrastrukturen, Organisationsformen der Werkzeuge und Hilfsmittel in die Schulpraxis mitnehmen zu können (Schmayl 2019, S. 255). Da ein allgemeingültiges Sortiment im Fachraum aufgrund der verschiedenen Lehrpläne und zusätzlich individueller Ausprägung und Ausgestaltung des Unterrichts durch die Lehrkräfte nicht realisierbar ist (Schmayl 2019, S. 262), erscheint eine repräsentative Auswahl an Geräten und Materialien, wie sie auch in Schulen zu finden sind, auch für das Studium sinnvoll zu sein. Radermacher nennt die benötigten praktischen Fertigkeiten „überdurchschnittlich“ und verweist auf die „möglichst vielen Disziplinen“, in denen diese entwickelt werden sollen (Radermacher 2010, S. 158). Auch die fachpraktischen Anteile des Studiums sollten sich demnach auf die unterschiedlichen fachwissenschaftlichen Bezugsdisziplinen beziehen, sodass Techniklehrkräfte technische Produkte und Systeme (des Energie-, Informations- und Stoffumsatzes) entwickeln, herstellen, nutzen, warten und auflösen können sowie imstande sind, Technik „praktisch umzusetzen“ (Höpken, Osterkamp & Reich. 2004, S. 64).

Zusätzlich müssen angehende Techniklehrkräfte darauf vorbereitet werden, das notwendige handwerkliche Können und das relevante Wissen zu den fachpraktischen Handlungen bedarfsgerecht beim Unterricht mit Schülerinnen und Schülern einzusetzen (KMK 2019, S. 16). Weiterhin sollen sie darin ausgebildet werden, Lernumgebungen zu schaffen und zu pflegen, in denen Sicherheitsaspekte berücksichtigt und die flexibel an unterschiedliche Bedingungen angepasst werden können (Höpken, Osterkamp & Reich 2004, S. 85). Eine Orientierung am späteren Einsatz fachpraktischer Elemente im Unterricht sowie deren Eignung für den Unterricht soll dementsprechend von Anfang an auch bei der Gestaltung des Praktikums berücksichtigt werden.

Die Entwicklungsarbeit der fachpraktischen Lehr-Lern-Gelegenheit sollte sich nicht nur an allgemeinen fachbezogenen Bezugsrahmen (vgl. Abschnitt 2.2) orientieren, sondern idealerweise auch typische berufsrelevante fachpraktische Aufgaben, Inhalte und Schwierigkeiten aus dem Technikunterricht berücksichtigen, auf die die Studierenden vorzubereiten sind. Darüber hinaus sollten neben fachbezogenen Aspekten auch die Perspektive der Studierenden sowie deren Vorerfahrungen berücksichtigt werden, da das Anknüpfen am Wissensstand der Lernenden sowie das Aufzeigen der Relevanz des behandelten Gegenstands wichtige Faktoren bei einer bedarfsgerechten sowie lernförderlichen Konzeption einer Lerngelegenheit auch im Studium darstellen (vgl. Klieme et al. 2003, Terhart 2007). Auch bei der Ausbildung von Lehrkräften kommt es darauf an, ein angemessenes Maß für die inhaltliche Tiefe der fachlichen Inhalte sowie deren Notwendigkeit für das spätere Berufsfeld zu berücksichtigen. So legt Lohmann (2006, S. 65) nahe, „Erkenntnisse und Methoden sowie Lehr- und Lernstrategien aus dem schulischen auf den Hochschulbereich zu übertragen“. In diesem Sinne bietet das Modell der Didaktischen Rekonstruktion, das im Folgenden erläutert wird, einen methodischen Rahmen zur empiriegeleiteten Konzeption von Lehr-Lernprozessen auch im Techniklehramt.

2.4 Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion

Ursprünglich innerhalb der Biologiedidaktik (Kattmann et al. 1997) entwickelt, hat sich das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (MDR) mittlerweile bei theorie- und empiriegeleiteten Entwicklungsarbeiten in den Fachdidaktiken des naturwissenschaftlichen und mathematischen Bereichs bewährt (Reinfried, Mathis & Kattmann 2009) und findet auch Einzug in gesellschaftswissenschaftliche Forschung (vgl. Komorek & Moschner 2019). Konkret schlägt das MDR vor, die fachlichen Inhalte, die Lernendenvoraussetzungen sowie den Lernzuwachs wechselseitig aufeinander zu beziehen. So erfolgt die Konzeption von Lehr-Lernprozessen nicht nur aus fachlicher oder theoretischer Perspektive und beinhaltet zusätzlich forschende und entwickelnde Aspekte bei der Konzeption und Evaluation einer Lernumgebung. Bei der Didaktischen Rekonstruktion eines Lerngegenstands sind demnach drei zentrale Bereiche zu bearbeiten (Kattmann et al. 1997, S. 4): a) die Klärung der fachlichen Perspektive, b) die Erfassung der Lernendenperspektive sowie c) die didaktische Strukturierung (siehe Abb. 1). Die fachliche Klärung dient hierbei der systematischen und kritischen Untersuchung fachwissenschaftlicher Termini, Vorgaben, Theorien und Methoden im Hinblick auf die Vermittlungsabsicht. Die Erfassung der Lernendenperspektive umfasst die Untersuchung individueller Lernvoraussetzungen, um einen Einblick

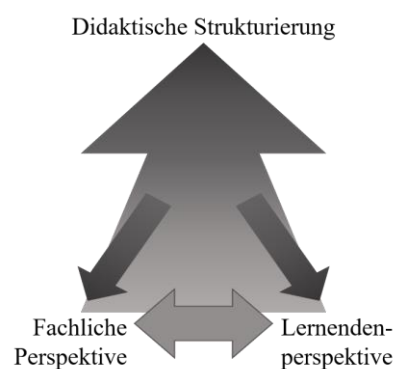


Abb. 1: Modell der Didaktischen Rekonstruktion nach Kattmann et al. (1997)

in Vorstellungen und Vorwissen der Lernenden zu erhalten. Die Didaktische Strukturierung beschreibt den Planungsprozess, der zur Gestaltung der Lehr-Lern-Prozesse führt und die grundsätzlichen Ziel-, Inhalts- und Methodenentscheidungen beinhaltet (insbesondere die Abfolge der ausgewählten Inhalte). Typischerweise läuft der gesamte Entwicklungsprozess dabei iterativ ab, indem Erkenntnisse aus der Evaluation der didaktischen Strukturierung unmittelbar in die Weiterentwicklung eingespeist werden.

Die Übertragbarkeit des ursprünglich für den Schulunterricht konzipierten Modells auf die Hochschule wurde bereits innerhalb verschiedener Forschungs- und Entwicklungsarbeiten betrachtet und umgesetzt. Beispielsweise entwickelte Theyßen (1999) ein Physikpraktikum für Medizinstudierende nach dem MDR und untersuchte insbesondere die Vorstellungen der Studierenden zur Bedeutung der Praktikumsinhalte im Hinblick auf das spätere Berufsfeld, um an relevante Bezugspunkte anknüpfen zu können. Auch Neumann (2004) konzipierte ein physikalisches Praktikum für Physikstudierende zur Förderung von Kompetenzen, die für die Bewältigung von typischen Arbeitsweisen des Forschungsalltags erforderlich sind. In beiden Arbeiten ist im Gegensatz zum ursprünglichen Modell nicht nur die Entwicklung eines konkreten Unterrichtsgegenstands vorgesehen. Im Rahmen der jeweils betrachteten Praktika werden eine Vielzahl von Inhalten berücksichtigt. Bei der Didaktischen Rekonstruktion solcher Lerngelegenheiten müssen die Inhalte also einerseits global für das gesamte Praktikum und andererseits im Detail für die einzelnen Praktikumsversuche erarbeitet werden. Schwerpunkt der fachlichen Klärung ist somit zusätzlich die Erhebung und Auswahl von Zielen und Inhalten der Lernumgebung. Zusätzlich kann der Fokus bei der Analyse der Lernendenperspektive auf das konkrete Vorwissen, die Vorstellungen oder die Vorerfahrungen der Studierenden gelegt werden. In diesem Sinne soll das MDR den methodischen Rahmen für die Entwicklung des Fachpraktikums im Lehramtsstudium Technik bilden.

3 Ziel und Forschungsfragen

Das Ziel dieser Arbeit ist eine theorie- und empiriegeleitete Entwicklung und Evaluation eines Fachpraktikums für Studierende des Techniklehramts an der RWTH Aachen mit begleitender Forschung. Die Entwicklung soll dabei nach dem MDR (vgl. Abschnitt 2.4) erfolgen, um sowohl fachliche Perspektive als auch Vorerfahrungen und Sichtweisen der Studierenden gleichermaßen in die didaktische Strukturierung des Praktikums einfließen zu lassen.

Die Herangehensweise bei der Klärung der fachlichen Perspektive und der damit einhergehenden Beschreibung der im Praktikum zu erwerbenden Kompetenzen (näher erläutert in Abschnitt 5) soll durch die Kombination eines normativ-deduktiven Ansatzes und eines empirisch-induktiven Ansatzes realisiert werden (vgl. Abschnitt 2.2). Dazu werden sowohl theoretische Bezugsrahmen und normative Vorgaben (vgl. Abschnitt 2.2 und 2.3) als auch Erkenntnisse aus einer Bedarfsanalyse aus der Sicht von Fachleitungen und Techniklehrkräften berücksichtigt. Ziel ist die Beschreibung notwendiger fachpraktischer Kompetenzen und relevanter Inhalte für das Fachpraktikum. Daraus ergibt sich die erste Forschungsfrage:

FF1: Welche fachpraktischen Kompetenzen und Themenfelder sind (aus der Sicht von Fachleitungen und Techniklehrkräften) für angehende Techniklehrkräfte von Bedeutung? (Fachliche Perspektive)

Die noch nicht starke Verbreitung von Technikunterricht an allgemeinbildenden Schulen, kann auch Einfluss auf die Vorkenntnisse der Lehramtsstudierenden haben. So wird in NRW Technikunterricht aktuell an rund 630 von etwa 5000 Schulen angeboten (MSB 2020a, S. 73), weswegen die Studierenden des Techniklehramts nicht zwangsläufig selbst Technikunterricht in der

Schule gehabt haben. Im Zusammenhang mit der Erfassung der Lernendenperspektive sollen deswegen in Anlehnung an die Arbeiten von Theyßen (1999) und Neumann (2004) Vorerfahrungen und der Wissensstand der Studierenden bestimmt werden, woraus sich die zweite Forschungsfrage ergibt:

FF2: Welche fachpraktischen Kompetenzen und Vorerfahrungen sind bei den Studierenden bereits vorhanden? (Lernendenperspektive)

Der Schwerpunkt liegt bei der Feststellung ausgewählter kognitiver Dispositionen. Hierbei wird differenziert zwischen allgemeinem Vorwissen zu den fachlichen Grundlagen der Themenbereiche des Praktikums sowie zu konkreten Inhalten und Aufgaben des Praktikums. Ziel ist somit, kognitive Voraussetzungen zum Verständnis der fachpraktischen Aufgaben zu analysieren und differenziert im Praktikum ansprechen zu können. Vorhandene Vorerfahrungen zum „Können“ im Bereich der fachpraktischen Kompetenzen werden durch Selbsteinschätzung von den Studierenden erfasst, da reale Handlungsproben im Vorfeld des Praktikums nicht ökonomisch einzuholen sind.

Die Didaktische Strukturierung des Fachpraktikums wird unter Nutzung der Hinweise aus der Untersuchung von FF1 und FF2 konzipiert. Im Zusammenhang mit der Evaluation der Didaktischen Strukturierung, die sowohl die allgemeine Inhaltsstruktur und Methodik der Lernumgebung als auch die Struktur einzelner Aufgaben umfasst, soll eine dritte Forschungsfrage im Rahmen dieser Arbeit behandelt werden:

FF3: Welche Strukturelemente des Praktikums begünstigen den Erwerb einzelner fachpraktischer Kompetenzen im Laufe des Praktikums? (Didaktische Strukturierung)

Ziel der Didaktischen Strukturierung ist die Förderung sowohl von den kognitiven Aspekten (grundlegendes Wissen) bis hin zu den handlungsnahen Aspekten (Performanz) fachpraktischer Kompetenzen.

4 Entwicklungsdesign und Methoden

Das Vorgehen zur Konzeption des Praktikums im Sinne der didaktischen Strukturierung soll im Folgenden dargestellt werden, indem das Design zur Entwicklung mit den verwendeten Methoden erklärt und auf die drei zentralen Aspekte der didaktischen Rekonstruktion bezogen wird.

In Abb. 2 ist das Vorgehen der Begleitforschung zur Praktikumsentwicklung dargestellt, in welchem sich die Grundstruktur bestehend aus der fachlichen Perspektive, der Lernendenperspektive sowie der didaktischen Strukturierung am Modell der Didaktischen Rekonstruktion orientiert.

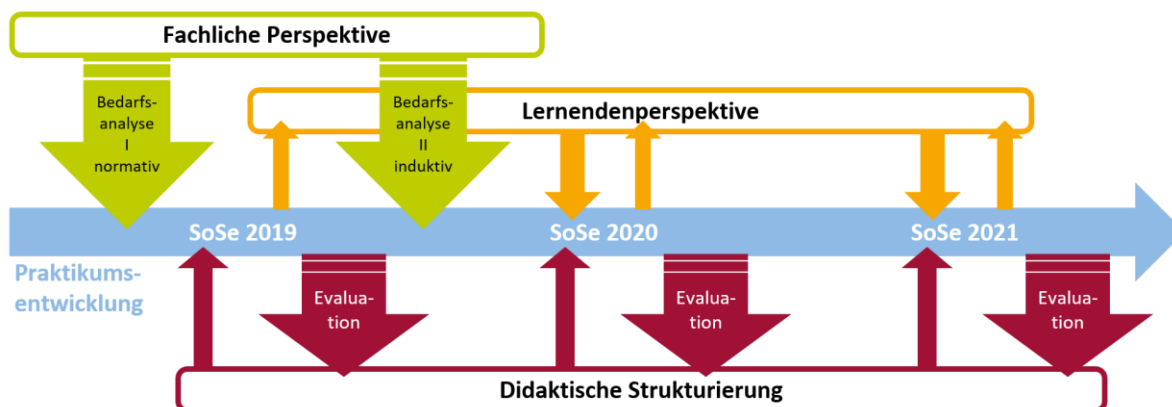


Abb. 2: Vorgehen bei der Praktikumsentwicklung nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion

Dabei werden Forschungsergebnisse, z. B. resultierend aus einer Evaluation, direkt für die weitere Gestaltung der Lernumgebung genutzt und somit die Struktur und Umsetzung der Lerngelegenheit überwacht und systematisch über mehrere Durchläufe weiterentwickelt. Die jeweiligen methodischen Herangehensweisen zur Klärung der drei zentralen Aspekte des MDR werden nachfolgend erläutert.

4.1 Fachliche Perspektive

Im Rahmen der Klärung der fachlichen Perspektive und der damit einhergehenden Festschreibung der Kompetenzerwartungen wurden zunächst in Form einer Bedarfsanalyse I relevante normative Empfehlungen zum Lehramtsstudium (z: B. KMK 2019, VDI 2006), landesspezifische Vorgaben zum allgemeinbildenden Technikunterricht (KLP Sek I und Sek II, z.B. MSB 2020b) sowie Empfehlungen aus der Literatur (z.B. Bienhaus 2018) gesichtet und zusammengetragen (normativ-deдукtive Komponente, vgl. Abschnitt 2.2). Davon ausgehend werden die wichtigsten Inhalte und Konzepte, die für den fachpraktischen Bereich der Lehramtsausbildung bedeutsam sind, gebündelt und strukturiert, um sie unter Berücksichtigung studiengangspezifischer Randbedingungen im Rahmen der fachlichen Perspektive in das Praktikum einfließen zu lassen.

Anschließend wurden mit Hilfe der Bedarfsanalyse II die zuvor deduktiv abgeleiteten Ergebnisse durch leitfadengestützte Experteninterviews mit 16 Techniklehrkräften (davon 3 Fachleitungen) aus 11 Schulen in NRW ergänzt bzw. konkretisiert (empirisch-induktive Komponente, vgl. Abschnitt 2.2). Konkret wurde in den Interviews unter anderem nach typischen praktischen Vorhaben und Tätigkeiten sowie Anforderungen an Techniklehrkräfte in der Schule gefragt: *„Sind besondere praktische Fähigkeiten zur Nutzung bestimmter Geräte oder Materialien nötig?“* Des Weiteren gaben die Lehrerinnen und Lehrer Bewertungen von verschiedenen technischen Geräten ab (*„Bitte bewerten Sie die folgenden Geräte/Gegenstände, die im Technikunterricht eine Rolle spielen, nach ihrer Wichtigkeit, wie z. B. Häufigkeit, Einsatz, Bezug zur Alltagswelt.“*). Darüber hinaus nannten sie hilfreiche und wünschenswerte Inhalte für das Lehramtsstudium im fachpraktischen Bereich: *„An welche gewinnbringenden oder auch weniger hilfreichen Elemente Ihrer fachpraktischen Ausbildung erinnern Sie sich und was würden Sie sich wünschen?“*

Hierdurch sollen Hinweise zur Beantwortung von FF1 gewonnen werden. Der methodischen Festlegung auf Interviews liegt die Annahme zugrunde, dass Lehrkräfte sehr gut einschätzen können, welche praktischen Themen und Inhalte im Unterricht gefragt sind und insbesondere auch die Fachleitungen sinnvolle Anforderungen an die Lehrkräftebildung stellen zu können. Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Äußerungen einiger Lehrkräfte eher persönliche Einstellungen oder eine möglicherweise defizitäre Praxis widerspiegeln. Ebenso fehlt ggf. die Sicht zu fehlenden Elementen, oder Einschätzungen werden nur auf Grundlage bekannter Rahmenbedingungen (wie die Ausstattung der Fachräume) getroffen. Dementsprechend können die Äußerungen der Lehrkräfte die theoretische Perspektive nicht ersetzen, sondern nur präzisieren bzw. erweitern. In den Interviews wurden somit insbesondere häufig im Schulalltag vorkommende fachpraktische Elemente, typische Anwendungsmöglichkeiten und konkrete Einsatzformen der Fachpraxis (Instruktionsformen, Methoden, Aufgaben etc.) für das spätere Berufsfeld zur praxisnahen Gestaltung des Praktikums erfasst. Ferner wurde nach einer subjektiven Einschätzung zu zentralen fachpraktischen Kompetenzen im Lehrberuf sowie zu wünschenswerten Studienelementen gefragt.

Die Auswertung der Interviews erfolgte durch eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015), um Erkenntnisse zu praktischen Inhalten und Themen sowie zu Möglichkeiten der inneren

Differenzierung zu erhalten (Interrater-Reliabilität $\kappa_n=0,82$). Das zur Auswertung entwickelte Kategoriensystem, was sich an dem Leitfaden der Interviews orientiert, besteht aus den drei aufeinander bezogenen Hauptkategorien „Inhalte im Technikunterricht“, „Benötigte Kompetenzen im Lehrberuf“ und „Wünschenswerte Studienelemente“. Bei der Inhaltsanalyse wurden induktiv weitere Kategorien ergänzt, um bspw. wünschenswerte Studienelemente auf bestimmte Bereiche der Fachpraxis (Holz-/Metall-/Kunststoffbearbeitung, Elektronik, Energiesysteme und Informationsverarbeitung/technische Informatik) aufzuteilen und so zielgerichtet die Anforderungen und Inhalte dieser zu ergänzen oder bereits festgestellte Informationen aus Sicht der Schulpraxis zu bestätigen.

4.2 Lernendenperspektive

Im Rahmen der Erfassung der Lernendenperspektive (FF2) wurden die fachlichen und fachpraktischen Voraussetzungen (im Sinne kognitiver Dispositionen und relevanter Vorerfahrungen für erfolgreiches fachpraktisches Handeln, vgl. Abschnitt 2.1) der Lernenden zusammengetragen und untersucht. Dies ist für die Zielgruppe angehender Techniklehrkräfte besonders relevant, da die noch nicht starke Verbreitung von Technikunterricht an allgemeinbildenden Schulen dazu führt, dass nur geringe Erfahrungen zur fachspezifischen Lernausgangslage der Lehramtsstudierenden vorliegen. So wird in NRW Technikunterricht aktuell an rund 630 von etwa 5000 Schulen angeboten (MSB 2020a, S. 73), weswegen die Studierenden des Techniklehramts nicht zwangsläufig selbst Technikunterricht in der Schule gehabt haben (vgl. acatech/VDI 2009, S. 29). Für eine Zielgruppe, die sich wie die Lehramtsstudierenden im Fach Technik also aus einer vergleichsweise heterogenen Studierendenschaft zusammensetzt, ist die Berücksichtigung des Lernstands besonders bedeutsam.

Konkret wurden die Vorerfahrungen der Studierenden durch Selbsteinschätzung zu den Praktikumsinhalten mit Hilfe von Fragebögen festgestellt. So wurden die Studierenden beim Einstieg ins Studium (im ersten Fachsemester) zu allgemeinen Punkten befragt. Hierzu zählen der Umfang, in welchem die Studierenden Technikunterricht in der Schule genossen haben, sowie die Ausprägung der Vorkenntnisse (z.B. aus einem anderen Studium oder einer Ausbildung) und praktischen Erfahrungen im technischen Bereich. Dafür wurde der Fragebogen einer ausbildungsstandortübergreifenden Analyse der Universitäten Magdeburg, Oldenburg sowie Duisburg-Essen verwendet (Bünning et al. 2018). Erste Vorbefragungen ($n=36$) bestätigten die Vermutungen zur Heterogenität der Studierendenschaft. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, auch zu den konkreten Praktikumsinhalten, die im Rahmen der fachlichen Perspektive ausgewählt wurden, die theoretischen und praktischen Vorkenntnisse und Vorerfahrungen zu erheben, um noch gezielter auf die Studierenden eingehen zu können. Hierfür wurden Selbsteinschätzungen auf einer 6-stufigen Likert-Skala durch Einsatz eines Fragebogens erhoben, inwiefern theoretische Vorkenntnisse (Dispositionen) oder praktische Vorerfahrungen (Performanz) innerhalb der Themengebiete und konkreten Praktikumsinhalte ausgeprägt sind.

Um fehlende bzw. vorhandene Erfahrungen und Kenntnisse nicht nur bei den Studierenden des Praktikums zu erheben, wurden zusätzlich Einschätzungen zu angehenden Techniklehrkräften der im Rahmen der Interviews befragten Lehrkräfte und Fachleitungen erhoben ($n=16$). Dazu wurden diese nach subjektiv empfundenen, typischen Defiziten Studierender bzw. bei Referendaren im fachpraktischen Bereich gefragt. Fehlende fachpraktische Kompetenzen im Studium oder bei angehenden Lehrkräften, die im Rahmen von Praktika oder dem Vorbereitungsdienst an den Schu-

len waren, können auch als mögliche Defizite zu Studienbeginn aufgefasst werden. Die Schulperspektive dazu soll Aufschluss darüber geben, welche Kompetenzen auch nach einem (größtenteils) abgeschlossenen Studium noch nicht ausreichend vorhanden sind und somit in einem Fachpraktikum im Studium insbesondere gefördert werden können.

4.3 Didaktische Strukturierung und Evaluation

Die Gestaltung der Lernumgebung im Praktikum erfolgte schließlich als Konsequenz aus der Betrachtung der Lernendenperspektive sowie der fachlichen Perspektive im Rahmen der Formulierung der didaktischen Strukturierung. So wurden konkrete Inhalte und Aufgaben ausgewählt und in Hinblick auf eine nötige Differenzierung ausgestaltet, indem die Voraussetzungen der Zielgruppe berücksichtigt und die fachlichen Aspekte in Bezug zur Schulpraxis genauer analysiert wurden. Außerdem wurden die Rahmenbedingungen des Praktikums sowie die generelle Studienstruktur an der RWTH Aachen einbezogen. Das in dieser Arbeit betrachtete Praktikum stellt die erste Lehrveranstaltung im Studienverlauf dar, in welchem die Studierenden fachpraktische Kompetenzen für den Technikunterricht in verschiedenen praktischen Situationen erwerben. Hierfür wurde das Praktikum in Anlehnung an zwei methodische Konzepte gestaltet, nach welchen einerseits kognitive und andererseits handlungsrelevante Aspekte zum Kompetenzerwerb angesprochen werden sollen.

Zur Berücksichtigung der sehr unterschiedlich ausgeprägten bzw. fehlenden Kompetenzen werden die Aufgaben des Praktikums in Orientierung an das Konzept des Cognitive Apprenticeship ausgearbeitet (Collins, Brown & Newman 1989). Dabei werden die Lerninhalte schrittweise in der Komplexität erhöht und es wird eine zunehmende Selbstständigkeit bei der Bearbeitung angebahnt. Die Herangehensweise beim Cognitive Apprenticeship wird in einem 6-Phasen-Modell beschrieben, nach welchem die in Tabelle 2 aufgelisteten Phasen durchlaufen werden sollen (Collins, Brown & Newman 1989, S. 481). In der Tabelle sind die Phasen jeweils durch eine Erklärung und ein für das Praktikum relevantes Beispiel veranschaulicht.

Tabelle 2: Phasen und Methoden des Cognitive Apprenticeship

Phase	Erklärung und Bsp.
1. Modelling	Modellhaftes Vormachen von Handlungsschritten oder –mustern, welche die Lernenden durch gezielte Anleitung und Unterstützung anwenden und üben Bsp.: Einführung/Gebrauch von elektr. Schaltungen nach Komplexität
2. Coaching	
3. Scaffolding	
4. Articulation	Problemlösestrategien und Reflexionsprozesse werden gefördert, Artikulation der Denk- und Handlungsprozesse Bsp.: Reflexion der Aufgabenbearbeitung im Portfolio
5. Reflection	
6. Exploration	Selbstständiges Arbeiten, Generalisierung der erworbenen Kompetenzen Bsp.: Weiterführende (Projekt-)Aufgaben

Das Konzept des Cognitive Apprenticeship eignet sich als Orientierung zur Ausrichtung der Praktikumsstruktur. Aufgrund der vorgesehenen bedarfsgerechten Unterstützung und dessen gezielter Rücknahme (Scaffolding) kann das Konzept im Rahmen des Fachpraktikums eine individuelle Bearbeitung der Praktikumsaufgaben auch durch bedarfsgerechte Fokussierung auf die Wissens- oder Handlungsaspekte der fachpraktischen Kompetenzen ermöglichen.

Weiterhin wird zur gezielten Förderung fachpraktischer Kompetenzen die technische Unterweisung in Form der Leittextmethode aus der Berufsbildung zu Grunde gelegt (Tenberg 2018), nach welcher die Instruktionen hauptsächlich über Medien zum eigenständigen Wissenserwerb zur Verfügung gestellt werden. Dabei wird die Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand über Leitfragen oder –texte induziert und zusätzlich die Erfahrungen und Handlungen unter anderem in Gesprächen mit der Praktikumsbetreuung reflektiert und Probleme rückgemeldet. Direkte Instruktionen sind dabei nicht ausgeschlossen, auch sind Absprachen und Diskussionen zwischen den Studierenden im Praktikum erwünscht. Wie Bonz (2009, S. 149-150) darstellt, kennzeichnet sich die Leittextmethode durch einen systematischen Einsatz von Texten, Aufgaben, Anregungen und weiteren Hilfen, die in einem Prozess aus sechs Phasen strukturiert werden. Ähnlich der Darstellung des Cognitive Apprenticeship Ansatzes werden diese in folgender Tabelle 3 erklärt und mit einem für das Fachpraktikum relevanten Beispiel veranschaulicht:

Tabelle 3: Phasen und Methoden der Leittextmethode

Phase	Erklärung und Bsp.
1. Informieren	Anleiten der Studierenden durch gezielte Vorstellung der Aufgaben, fachbezogener Grundlagen und den Arbeitsablauf (sowie Alternativen).
2. Planen	Anregung zur Planung der Arbeitsschritte und Auswahl sowie Zusammenstellung notwendiger Hilfsmittel/Werkzeuge, Aufzeigen von Alternativen.
3. Entscheiden	Entscheidung zwischen den in den ersten beiden Phasen erkundeten Möglichkeiten auf Grundlage von Diskussionen und/oder Fachgesprächen.
	Bsp.: Problemlösungsaufgabe durch Bau einer elektrischen Schaltung, Vorstellung und Beschreibung möglicher Bauteile und Schaltpläne.
4. Ausführen	Durchführung des geplanten Arbeitsprozesses (z.B. Herstellung eines Artefakts) und Aneignung notwendiger Fertigkeiten und Kenntnisse.
5. Kontrollieren	Anleiten der Kontrolle der ausgeführten Tätigkeiten.
6. Bewerten	Bewertung und Reflexion der Arbeit und dem Ergebnis der Kontrollphase zur Klärung von Fehlern und deren Vermeidung.
	Bsp.: Schaltung plangemäß aufbauen und Funktion der Schaltung überprüfen. Analyse der Bearbeitung durch Diskussion und Aufzeigen eigener Fehler und Schwierigkeiten im Herstellungsprozess.

Die Leittextmethode vereint „berufsmotorische und kognitive Lernziele“ (Bonz 2009, S. 151) mit dem Ziel des selbstgesteuerten Lernens und stellt deswegen für das Fachpraktikum (auch in Bezug zur Integration von Kognition und Handlung fachpraktischer Kompetenzen, vgl. Abschnitt 2.1) eine geeignete Orientierung dar. Es lassen sich Schwerpunkte setzen, welche Phasen durch das Anleiten mittels Texten oder Aufgaben am stärksten gefördert werden sollen.

Im Rahmen dieser Arbeit leiten sich aus den vorgestellten methodischen Konzepten die folgenden Konsequenzen für die didaktische Strukturierung des Fachpraktikums ab:

- Die Ausprägungen fachpraktischer Kompetenzen vom Wissen zum Können sollen im Praktikum ganzheitlich berücksichtigt werden. So sollen die Studierenden bspw. zunächst benötigtes Grundlagenwissen zur Ausführung der geforderten Handlungen erwerben, um darauf aufbauend situationsbezogene Fähigkeiten für konkrete Handlungen zu nutzen.

- Die Studierenden sollen schrittweise an die Praktikumsinhalte herangeführt werden, indem die Komplexität der zu bearbeitenden Aufgaben sukzessive und bedarfsgerecht erhöht wird.
- Die Aufgaben und Materialien sind so zu gestalten, dass seine selbstständige und handlungsorientierte Arbeit ermöglicht wird.
- Die Studierenden sollen dazu angeregt werden, ihre Tätigkeiten zu reflektieren sowie mögliche und eigene Fehler und Schwierigkeiten zu analysieren.

Zur Evaluation des Erwerbs fachpraktischer Kompetenzen und Identifikation lernwirksamer Elemente des Praktikums (FF3) wurden neben der direkten Erfassung der im Praktikum regulären formal zu erbringenden Studienleistungen auch die Handlungen und Ergebnisse der Studierenden während der Arbeit im Praktikum genauer untersucht. Die konkreten Studienleistungen wurden bei der Bearbeitung in der zugehörigen abschließenden Prüfung beurteilt. Die Handlungen während des Praktikums und die Ergebnisse der zu bearbeitenden Aufgaben wurden durch Dokumentation seitens der Studierenden in einem Portfolio herangezogen. Das Portfolio wurde somit als Reflexionsmöglichkeit für das Lernen im Praktikum (vgl. Gläser-Zikuda & Ziegelbauer 2016, S. 24) genutzt. Die eigenen Tätigkeiten und bearbeiteten Aufgaben sollen hierbei beurteilt und auch im Hinblick auf das spätere Berufsfeld sowie auf die Gesamtprozesse fachpraktischer Verfahren reflektiert werden. Das Portfolio wurde dabei nach grober struktureller Vorgabe gefertigt, indem Leitfragen wie „*Was habe ich dazugelernt?*“, „*Wo hatte ich Probleme, was lief gut?*“ oder „*Wie kann ich die Inhalte für mich/für die Schule in Zukunft nutzen?*“ beantwortet werden. Hier ist das Ziel, dass der intendierte Schulbezug erkannt wird, das Praktikum also nicht als losgelöstes Element im Rahmen des Studiums gesehen wird, aber auch die Einbindung fachpraktischer Handlungen in den Technikunterricht reflektiert werden kann. Zusätzlich geben die Studierenden Feedback zum Praktikum und schätzen den eigenen Lernzuwachs ein (Leitfrage: „*Was konnte/wusste ich vorher?*“). Neben der direkten Beurteilung von gefertigten Artefakten oder durchgeführten Messungen soll somit der Lernerfolg im Sinne eines fachpraktischen Kompetenzerwerbs (z.B. Reflexion eventueller Schwierigkeiten, vgl. Abschnitt 2.1) bewertet werden. Die Portfolios (n=33) wurden in Hinblick auf die Zunahme fachpraktischer Kompetenzen in konkreten Praktikumsbereichen über die bloßen fachpraktischen Handlungen hinaus und in Hinblick auf eventuelle Vorkenntnisse qualitativ ausgewertet und analysiert (vgl. Mayring 2015). Bei dieser Inhaltsanalyse wurden induktiv Kategorien zur Bestimmung des dort geäußerten vorhandenen oder fehlenden Lernzuwachses gebildet. Zusätzlich wurden Verbesserungsvorschläge und Feedback zur Praktikumsstruktur zusammengefasst und die Einschätzungen der Studierenden zur Bedeutung der Inhalte in Bezug auf das weitere Studium und das spätere Berufsfeld gesammelt.

Im nächsten Schritt wurde die wahrgenommene Qualität des Fachpraktikums nach jedem Praktikumsdurchlauf mit einem Fragebogen zur Qualität von Praktika in der Hochschullehre (PraQ, Rehfeldt 2017) erfasst (n=32). Dieser wurde ursprünglich für naturwissenschaftliche Praktika konzipiert und somit in Bezug auf das Fach Technik und das Setting des entwickelten Fachpraktikums adaptiert. Es werden Aspekte wie die Bewertung der Praktikumsstruktur, das Interesse an den getätigten Handlungen oder der eventuell erlernte Umgang mit möglichen Fehlern und Problemen erfragt. Die Studierenden sollen dabei bestimmte Aspekte des Praktikums auf einer 6-stufigen Likert-Skala einschätzen. Dabei bewerteten sie verschiedene Items (in insgesamt 11 Skalen mit je 3-8 Items) der Form „Im Praktikum habe ich gelernt/hatte ich die Möglichkeit...“ von „trifft gar nicht zu“ (1) bis „trifft völlig zu“ (6). In folgender Tabelle 4 sind die Teilskalen, die Anzahl der zugehörigen Items sowie die Reliabilitäten nach Cronbachs α (vgl. Bortz & Döring 2006) dargestellt, welche mit Werten von $0,72 < \alpha < 0,95$ als durchweg angemessenen angesehen werden können.

Tabelle 4: Teilskalen und Reliabilitäten der Fragebogenauswertung zur Praktikumsqualität

Skala (Anzahl Items)	α_c
Planung der Arbeiten und Geräte/Materialien (8)	0,80
Durchführung – Aufbau technischer Systeme (4)	0,83
Durchführung – Dokumentation der Arbeiten und Ergebnisse (3)	0,84
Durchführung – Beachtung möglicher Probleme und Fehlerquellen (3)	0,83
Auswertung der Ergebnisse und Produkte (4)	0,72
Bewertung und Bedeutung getätigter Handlungen (4)	0,79
Schriftliche Dokumentation (5)	0,95
Zeitmanagement (5)	0,90
Kommunikation im Praktikum (5)	0,91
Kooperation in der Gruppe (5)	0,93
Persönliches (5)	0,86

Für die Skala „Planung der Arbeiten und Geräte/Materialien“ müssen die Studierenden bspw. angeben, inwiefern sie gelernt haben, „die Eignung von Geräten und Materialien für die praktische technische Arbeit einzuschätzen“. Die Adaption bei diesem Item für das technische Praktikum war der Austausch von ehemals „naturwissenschaftliche Arbeit“ zu „praktische technische Arbeit“.

5 Ergebnisse

Nachfolgend werden die Erkenntnisse zur Klärung der fachlichen Perspektive im Rahmen zweier Bedarfsanalysen (normativ-deduktiv und induktiv) sowie zur Erfassung der Lernendenperspektive vorgestellt. Darauf aufbauend werden der aktuelle Stand bzgl. der didaktischen Strukturierung des Praktikums sowie ausgewählte Ergebnisse der Evaluation erläutert.

5.1 Fachliche Perspektive

Normative Bedarfsanalyse:

Im Rahmen der ersten Bedarfsanalyse (vgl. Abschnitt 4) haben sich in einem ersten Schritt drei allgemeine Leitlinien ergeben, die bei der Einführung der angehenden Techniklehrkräfte in praktische technische Inhalte beachtet werden sollten:

- **Exemplarität fachpraktischer Inhalte:** Die Exemplarität weist darauf hin, dass die Praktikumsinhalte generisch zu gestalten sind, um anhand von sinnvollen Beispielen, die eine bestimmte Klasse von Inhalten des Lerngegenstands repräsentieren, Handlungen und Fähigkeiten verallgemeinern bzw. transferieren zu können.
- **Breite fachpraktischer Anwendungsfelder:** Die Fachpraxis sollte so gestaltet sein, dass sich anhand der gewählten Inhalte Zugänge zu allgemeinen bzw. vergleichbaren Vorgängen oder Systemen eröffnen. Der Nutzen bzw. die Anwendbarkeit technischer Verfahren und Systeme sollten für unterschiedliche Themenbereiche (z.B. bei der Zuordnung zu Problem- und Handlungsfeldern) und Methoden (z.B. Fertigung oder Projekt) erkannt werden, um die Breite an unterschiedlichen Anwendungsfeldern zu adressieren.
- **Variierende Rahmenbedingungen:** Unterschiede hinsichtlich Ausstattung und Umfang des Technikunterrichts erfordern eine hohe Anpassungsfähigkeit von Techniklehrkräften. Auch

sollte der Fachraum und dessen Ausstattung nicht auf einem einmal erreichten Stand abschließen, sondern „Weiterentwicklungen und auch die Einbeziehung neuer Inhalte zulassen“ (Schmayl 2019, S. 252), was ebenso auf einen Fachraum für ein universitäres Fachpraktikum übertragbar ist.

In einem zweiten Schritt wurde eine Strukturierung fachpraktischer Inhalte und Themenfelder vorgenommen. Diese orientiert sich an grundlegenden Funktions- oder Konstruktionsprinzipien, um eine gezielte Inhaltsauswahl und Festschreibung der zu erwerbenden Kompetenzen vornehmen zu können. Zur Einteilung bieten sich z.B. die Empfehlungen von VDI (2006) und KMK (2019) bzgl. der Inhaltsbereiche zur Informations-, Stoff- und Energieumsetzung sowie zu technischen Methoden und Verfahren an. Konkreter bedeutet dies, dass fachpraktische Tätigkeiten bspw. auf Themenfelder wie Elektrotechnik und Regelungstechnik bezogen werden können, aber auch auf Verfahren wie die voll- oder teilautomatisierte Bearbeitung von Holz, Kunststoff oder Metall (vgl. Abschnitt 2.2). Eine Werkstoff- bzw. Bereichsorientierung sowie eine untergeordnete Einteilung in technologische Verfahren nimmt auch Bienhaus (2018) bei der Einteilung der Werkzeuge für die Fachräume des Technikunterrichts vor. Dabei nennt er bspw. die Bereiche Holz, Metall, Kunststoff, Elektronik oder technografische Verfahren mit zugehörigen Verfahren wie das Trennen oder Messen/Prüfen.

Dementsprechend wurde zunächst eine Werkstoff- bzw. inhaltliche Bereichsorientierung sowie in einer zweiten Dimension eine untergeordnete Einteilung in technologische Verfahren zur Berücksichtigung typischer fachpraktischer Handlungen vorgenommen. In Tabelle 5 ist die ange-deutete Aufteilung der Fachpraxis bezogen auf die Dimension der Werkstoffe und Inhaltsbereiche dargestellt.

Tabelle 5: Inhaltsbereiche fachpraktischer Handlungen im Lehramtsstudium

Stoffumsatz		Informationsumsatz		Energieumsatz	
Holz-/Metall-/Kunststoffbearbeitung	Informationsverarbeitung/technische Informatik	Elektronik/Elektrotechnik	Energiesysteme und -wandler		
...		

Die Zusammenführung und Struktur dieser Bereiche zeichnet sich durch ähnliche oder zusammenhängende fachpraktische Handlungen aus. Davon ausgehend wurden die Themenbereiche aufgeteilt und konkretisiert, um bspw. die dort genutzten Werkzeuge, Maschinen und Materialien genauer zu bestimmen, was hier aus Platzgründen nicht im Detail dargestellt werden kann.

Induktive Bedarfsanalyse:

Ausgehend von der oben beschriebenen Vorstrukturierung der Fachpraxis wurde eine induktiv geleitete Anreicherung (vgl. Abschnitt 4) vorgenommen. Zentrale Erkenntnisse zu den Interviews werden im Folgenden zusammengefasst.

- Fachpraktische Inhalte und zugehörige Handlungen können auf die bereits dargestellten verschiedenen Inhaltsbereiche aufgeteilt und vereinzelt ausgeschärft werden: Das Feld der Elektronik und Handlungen rund um das Löten bilden dabei einen zentralen Bereich, der viele praktische Tätigkeiten und das Potential für die Durchführung von Projekten bietet. Daneben ist die Robotik mit der Programmierung z.B. von Mikrocontrollern ein zentraler Bereich der Au-

tomatisierungstechnik. Moderne, computerunterstützte Fertigung und Design (zusammengefasst unter CAD/CAM) sollte genauso Teil des Technikunterrichts (und damit auch des Lehramtsstudiums) sein wie die „klassische“ Holz-, Kunststoff- oder Metallbearbeitung. Als weiteren Bereich fachpraktischer Handlungen wird die Energiethematik genannt, zu der neben Experimenten zur Stromerzeugung und Energienetzwerken auch der Umgang mit Elektromobilität angeführt wird.

- Für das Unterrichten fachpraktischer Kompetenzen sind die Fehleranalyse und die Gabe von Hilfestellungen bzw. –vorrichtungen besonders bedeutsam. Je nach Themengebiet unterscheiden sich dabei jedoch die Komplexität der Fehlersuche und die Wichtigkeit von Hilfsvorrichtungen in Anbetracht der Sicherheitsbestimmungen im Umgang mit Geräten und Materialien. Dabei sollten nach Aussagen in den Interviews insbesondere die eigenen Schwierigkeiten und Fehler betrachtet und auf den späteren Einsatz im Berufsleben hin reflektiert werden.
- Eine Durchführung von praktischen Schulprojekten seitens der Studierenden wird als wünschenswertes Studienelement gewertet, jedoch scheint eine Unterscheidung von Fertigung, Experiment und Projekt sinnvoll. Andere Unterrichtsmethoden wurden dabei nicht explizit erwähnt, was möglicherweise gewisse Schwerpunktsetzungen in der Schulpraxis widerspiegelt. Jedoch empfiehlt auch Bleher (2001), dass „zumindest eine der fachspezifischen Unterrichtsmethoden (Konstruktionsaufgabe, Fertigungsaufgabe, Lehrgang, Technisches Experiment, Produktanalyse) kompetent gehandhabt [...] [wird], um als Ausgangsbasis und Muster für den weiteren Kompetenzerwerb zu dienen“ (Bleher 2001, S. 178).

Benötigte fachpraktische Kompetenzen (FF1) können wie bspw. die Fehleranalyse inhaltsübergreifend sein, lassen sich aber in den verschiedenen Inhaltsbereichen weiter ausschärfen. Für den Bereich der Elektronik umfassen die benötigten Kompetenzen z.B. die Planung elektronischer Schaltungen, über das dafür notwendige Wissen zum Einsatz und zur Funktion bestimmter Bauteile bis hin zur Fehleranalyse gefertigter Schaltungen (vgl. Beispiel in Abschnitt 2.1). Diese im Rahmen der fachlichen Perspektive vorgenommene Konkretisierung benötigter fachpraktischer Kompetenzen und den Prozessen vom Wissen zum Können dienen im Folgenden als Grundlage für die Auswahl spezifischer Praktikumsinhalte. Weiterhin werden diese in Bezug zur Lernendenperspektive weiter ausgeschärft, um eine bedarfsgerechte Praktikumsgestaltung zu ermöglichen.

5.2 Lernendenperspektive

In diesem Abschnitt werden ausgewählte Ergebnisse aus der Erfassung der Lernendenperspektive (vgl. Abschnitt 4) im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion präsentiert (FF2).

- Die Studierenden beginnen das Studium mit sehr unterschiedlichen Grundvoraussetzungen was den allgemeinen Bereich betrifft, da etwa zwei Drittel (vgl. auch die Befunde von acatech/VDI 2009, S. 29) der befragten Studierenden keinen Technikunterricht in der Schule genossen haben (siehe Abb. 3).
- Viele Zweitfächer liegen nicht im MINT-Bereich (ein Drittel der Studierenden hat bspw. Deutsch als Zweitfach). Dies hat zur Folge, dass fachwissenschaftliche

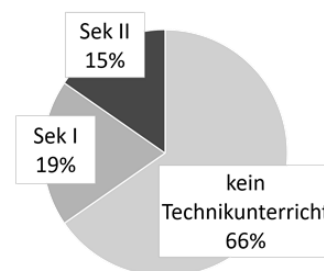


Abb. 3: Technikunterricht in der Schule

Grundkompetenzen (kognitive Dispositionen) bei einem Teil der Studierenden mit einem höheren Aufwand erworben werden müssen gegenüber Studierenden, die bspw. im mathematischen oder physikalischen Zweifach Leistungen erwerben, die für das erfolgreiche Absolvieren bestimmter Studienteile im Technikstudiengang nützlich sind.

- Einige Studierende können bereits eine Ausbildung oder ein Studium in einem technischen Bereich vorweisen, woraus häufig ein höheres Maß an fachbezogenen Kompetenzen resultiert.
- Etwa ein Drittel der Studierenden hat bereits praktische Erfahrungen im technischen Bereich. Die Dauer dieser Vorerfahrungen variiert dabei zwischen mehreren Wochen und mehreren Jahren (bis zu 7 Jahre). Für den Großteil dieser Studierenden waren die eigenen praktischen Erfahrungen ein Grund für die Studienfachwahl.
- Bei angehenden Lehrkräften wurden von den Fachleitungen insbesondere im fachpraktischen Bereich und bei der Verknüpfung von Zusammenhängen verschiedener Themenbereiche häufig Defizite beschrieben.

Als Konsequenz aus der Betrachtung der Lernvoraussetzungen wird deutlich, dass eine Binnendifferenzierung innerhalb des Praktikums nötig ist. Diese bezieht sich einerseits auf die konkreten themenspezifischen Praktikumsinhalte, andererseits auf allgemeines theoretisches Vorwissen und fachliche Grundlagen, welche für die praktischen technischen Tätigkeiten hilfreich oder notwendig sind.

5.3 Didaktische Strukturierung und Evaluation

Die Praktikumsstruktur sowie die allgemeine Gestaltung der Aufgaben im Praktikum werden nachfolgend dargestellt, um daraufhin auf die Evaluationsergebnisse (FF3) aus dem Fragebogen und der Portfolioauswertung einzugehen.

Didaktische Ausgestaltung des Praktikums:

Für das Fachpraktikum im Lehramtsstudium wurde eine Kombination aus den in Abschnitt 4 genannten Methoden (Cognitive Apprenticeship und Leittextmethode) umgesetzt und je nach konkretem Lerngegenstand und Themenbereich angepasst. Ziel ist eine differenzierte Gestaltung der Praktikumsinhalte zum Wissen über und zum Umgang mit typischen und grundlegenden Geräten, Materialien und Werkzeugen des Technikunterrichts. Das Praktikum ist so konzipiert, dass die Studierenden nach einer selbstständigen Vorbereitung mit einem Skript, das den Erwerb mit kognitiven Grundlagenkompetenzen ermöglicht, praktische Arbeiten in drei Themenbereichen „Elektronik und Löten“, „Robotik und Programmieren“ sowie „Fertigungstechnik und Designen“ durchführen. Zu den Aufgaben im Bereich „Elektronik und Löten“ gehören beispielsweise das Aufbauen und Dimensionieren verschiedener elektronischer Schaltungen auf einem Breadboard oder einer Platine. Im zweiten Bereich werden Mikrocontroller programmiert sowie Sensoren eingebunden und für das Steuern verschiedener Aktoren verwendet. Zuletzt wird das computerunterstützte Designen (CAD) und die automatisierte Fertigung mit verschiedenen Verfahren erprobt und der Umgang mit den Maschinen eingeübt. Beendet wird jeder Themenbereich durch das Anfertigen eines Portfolios, das sich jeweils auf die Arbeiten in den drei zentralen Themenbereichen (Elektronik und Löten, Robotik und Programmieren, Fertigung und Designen) bezieht (Aufbau des Portfolios vgl. Abschnitt 4). Eine praktische Prüfung zu den behandelten Inhalten schließt das gesamte Praktikum ab.

Evaluationsergebnisse:

Im Hinblick auf die Evaluation des Erwerbs fachpraktischer Kompetenzen (FF3, vgl. Abschnitt 4) werden nachfolgend die Ergebnisse zur Portfolioanalyse sowie zur Auswertung der Fragebögen dargestellt. Aus der Portfolioanalyse geht hervor, dass ein fehlender Lernzuwachs von sehr wenigen Studierenden angemerkt wurde, da in über 70% der Portfolios keine Angabe zu fehlendem Lernzuwachs gemacht wurde. Das schließt diesen Sachverhalt zwar nicht aus, kann jedoch als Hinweis auf ein wahrgenommenes positives Lernerlebnis aufgenommen werden.

Bei der Angabe von einem empfundenen Lernzuwachs (zum Wissen sowie zum Können als Bestandteile fachpraktischer Kompetenzen) konnten die folgenden Bereiche in den drei Themenblöcken des Praktikums festgestellt werden. Im Themenbereich „Elektronik und Löten“ (Abb. 4) wurde in über 60% der Portfolios ein Lernzuwachs im Verständnis von elektronischen Bauteilen und bei der Handhabung und dem Vorgehen beim Löten angegeben.

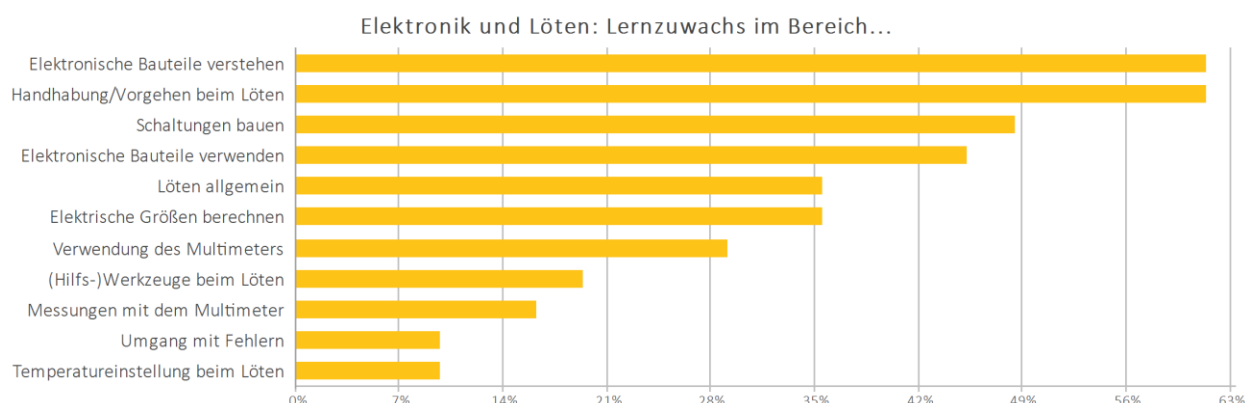


Abb. 4: Portfolioanalyse zum Lernzuwachs im Themenblock „Elektronik und Löten“

Ebenso wurde der Bau von Schaltungen und die Verwendung elektronischer Bauteile häufig als ein gelerntes Element des Praktikums genannt. Auch scheinen die Berechnung elektrischer Größen sowie die Verwendung des Multimeters und Messungen mit diesem gelernt worden zu sein.

Im Themenbereich „Robotik und Programmieren“ (Abb. 5) wurde bei über der Hälfte der Portfolios das textbasierte Programmieren als erlerntes Element benannt.

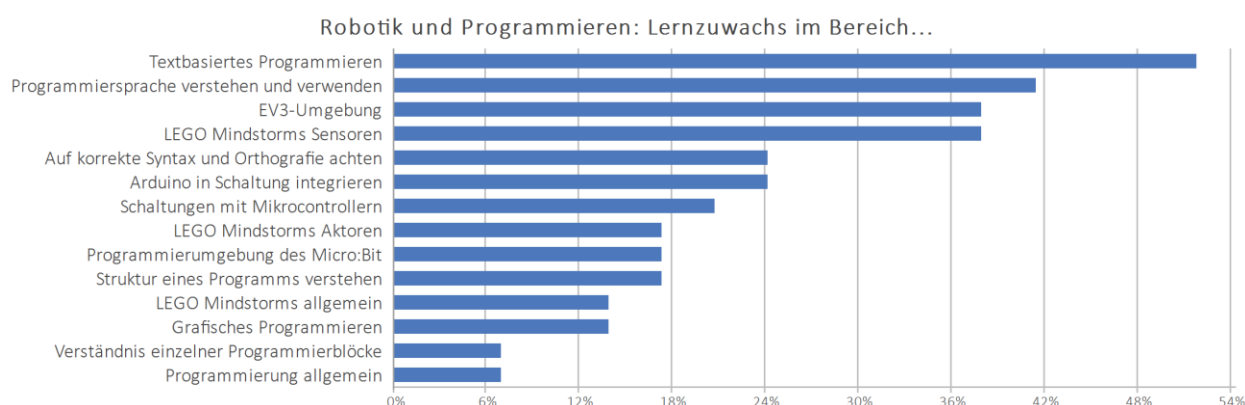


Abb. 5: Portfolioanalyse zum Lernzuwachs im Themenblock „Robotik und Programmieren“

Die generelle Verwendung und das Verständnis von Programmiersprachen, insbesondere aber auch die Programmierungsumgebung EV-3 der LEGO-Mindstorms-Roboter wurden ebenfalls häufig genannt. Auch wurden speziellere Inhalte, wie die Syntax beim Programmieren oder das Integrieren eines Arduino-Controllers in eine Schaltung in den Portfolios erwähnt.

Im dritten Bereich „Fertigungstechnik und Designen“ ergab die Portfolioanalyse (Abb. 6), dass insbesondere das Durchführen und Nachvollziehen der dort behandelten Arbeitsabläufe sowie die damit verbundenen Parametereinstellungen im Praktikum gelernt wurden. Auch die Konstruktion von 2D- und 3D-Objekten und der Umgang mit Fehlern wurde in mehr als 40% der Einschätzungen zum Lernzuwachs genannt.

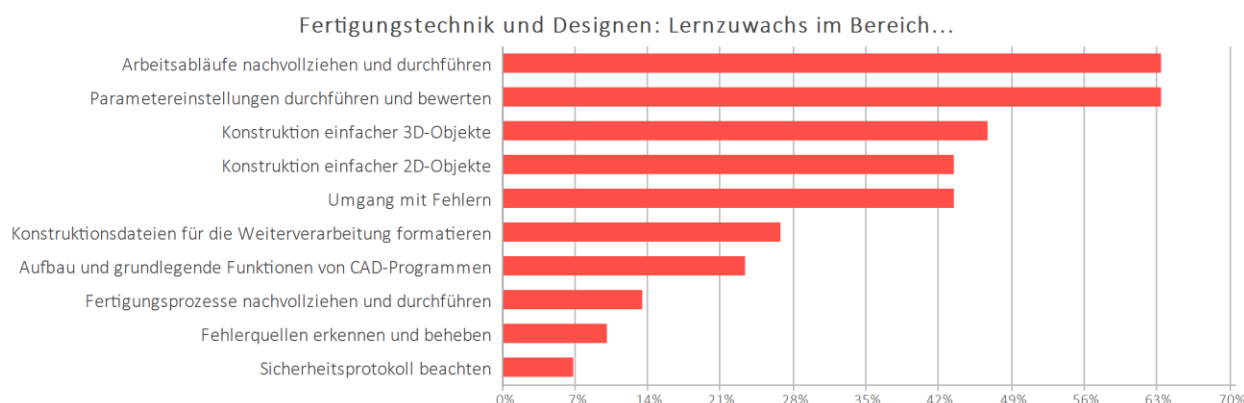


Abb. 6: Portfolioanalyse zum Lernzuwachs im Themenblock „Fertigungstechnik und Designen“

Die Auswertung des Fragebogens PraQ (Mittelwerte der Skalen sowie Standardabweichungen s. Tabelle 6) zur Praktikumsqualität (11 Skalen mit je 3-8 Items, s. auch Tabelle 4) hat zusätzlich Folgendes ergeben. Mit mittleren Bewertungen zwischen 4,35 und 5,3 (bei einer bestmöglichen Bewertung von 6) wurden die Aspekte des Fragebogens von den Studierenden als positiv, also als im Praktikum gelernt oder angesprochen, eingeschätzt.

Tabelle 6: Ergebnisse der Fragebogenauswertung zur Praktikumsqualität

Skala	Mittelwert	Std.-ab- weichung
Planung der Arbeiten und Geräte/Materialien	5,02	0,89
Durchführung – Aufbau technischer Systeme	5,30	0,89
Durchführung – Dokumentation der Arbeiten und Ergebnisse	4,69	1,26
Durchführung – Beachtung möglicher Probleme und Fehlerquellen	4,71	1,20
Auswertung der Ergebnisse und Produkte	4,98	1,03
Bewertung und Bedeutung getätigter Handlungen	4,59	1,20
Schriftliche Dokumentation	4,47	1,34
Zeitmanagement	4,35	1,47
Kommunikation im Praktikum	5,19	1,29
Kooperation in der Gruppe	5,23	1,23
Persönliches	4,94	1,43

Insbesondere die Skalen zur Planung der praktischen Arbeiten mit der Berücksichtigung von benötigten Geräten und Materialien sowie der Aufbau der technischen Systeme wurden als Stärken des Praktikums eingeschätzt. Die Möglichkeiten, am eigenen Zeitmanagement zu arbeiten sowie die präzise schriftliche Dokumentation von Sachverhalten in korrekter angemessener Form durchzuführen, wurden als nicht so stark bewertet. Zur weiteren Analyse möglicher Gründe für eine gute und nicht so gute Bewertung des Praktikums sollen in einem nächsten Schritt die Ergebnisse des PraQ mit den Ausführungen in den Portfolios abgeglichen werden.

Zusammenfassend lassen die Ergebnisse aus Portfolio- und Fragebogenauswertung aber auf eine positive Einstellung und Bewertung des Praktikums schließen. Vergleichende Analysen insbesondere in Bezug auf einzelne Elemente des Praktikums sollen dabei noch weiteren Aufschluss über den fachpraktischen Kompetenzerwerb der Studierenden geben.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Das in diesem Beitrag vorgestellte Projekt zielt auf die Entwicklung eines Fachpraktikums im Fach Technik ab. Die dafür durchgeführte Entwicklungsarbeit wurde unter Nutzung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion umgesetzt. Für die dabei betrachtete fachliche Klärung und Inhaltsauswahl wurde zunächst der fachpraktische Studienanteil strukturiert und die benötigten fachpraktischen Kompetenzen von Techniklehrkräften beschrieben. Das dabei zugrundeliegende Kompetenzmodell umfasst die Kompetenzen als einen Prozess von grundlegenden kognitiven Dispositionen, über den Einbezug bestimmter Fähigkeiten bis zur konkreten Handlung. Um auf den sehr unterschiedlichen Wissensstand und die heterogenen Vorerfahrungen der Studierenden einzugehen, wurde die Praktikumsstruktur für eine differenzierte und selbstgesteuerte Bearbeitung optimiert. Die drei Themenbereiche „Elektronik und Löten“, „Robotik und Programmieren“ und „Fertigungstechnik und Designen“ wurden in Form praktischer Aufgaben und Tätigkeiten umgesetzt und ließen eine selbstständige Bearbeitung und Reflexion der umgesetzten Handlungen zu. Die aufgezeigten Evaluationsergebnisse zeigen eine generell gute Bewertung des Praktikums aus Sicht der Studierenden und lassen den Schluss zu, dass das intendierte Ziel der Differenzierung im Praktikum erfüllt werden konnte. Weitere Untersuchung zur Wirksamkeit einzelner Elemente des Praktikums in Bezug auf eventuelle Vorkenntnisse oder Vorerfahrungen der Studierenden und auf einen möglichen Kompetenzzuwachs werden aktuell durchgeführt. Inwiefern ein Kompetenzerwerb tatsächlich stattgefunden hat, muss jedoch noch im Vergleich mit den tatsächlichen Leistungen im Praktikum analysiert werden. Hierfür wird die praktische Prüfung am Ende des Praktikums hinzugezogen, indem die Ergebnisse einzelner Aufgaben genauer betrachtet werden. Außerdem sollte beachtet werden, dass das Ausmaß und die Tiefe des Zuwachses nicht beurteilt werden kann. Ob also die Studierenden nach dem Praktikum tiefgehendes Wissen und Können zum Programmieren oder zum Umgang mit 3D-Druckern besitzen, lässt sich nicht aus den Portfolios entnehmen. Hier wäre der Einsatz einer Handlungsprobe für spätere Forschungsarbeiten denkbar. Vielmehr kann in den Portfolios erkannt werden, ob im Rahmen der Teilnahme am Praktikum die entsprechenden fachpraktischen Kompetenzen angesprochen wurden. Weiterhin sollen die einzelnen Praktikumsэлеmente in Bezug zum Vorwissen der Studierenden analysiert werden, um zu untersuchen, welche Inhalte und Themen mit welchen Vorkenntnissen als besser oder schlechter empfunden wurden und somit gegebenenfalls noch umstrukturiert werden sollten.

Literatur

- acatech/VDI (2009). Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. München/Düsseldorf: Deutsche Akademie der Technikwissenschaften/Verein Deutscher Ingenieure.
- Baumert, J. Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9(4), 469–520.
- Bienhaus, W. (2018). Das Fachraumsystem des allgemeinbildenden Technikunterrichts: Hinweise zur Planung - Anlage - Einrichtung - Ausrüstung. 1. Auflage. Konstanz: Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG.

- Bleher, W. (2001). Das Methodenrepertoire von Lehrerinnen und Lehren des Faches Technik: Eine empirische Untersuchung an Hauptschulen in Baden-Württemberg. Hamburg: Verlag Dr. Kovac (Didaktik in Forschung und Praxis 3).
- Blömeke, S., Gustafsson, J. & Shavelson, R. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13.
- Bonz, B. (2009). Methoden der Berufsbildung: Ein Lehrbuch. 2., neubearbeitete und ergänzte Auflage (weiter lernen). Stuttgart: Hirzel.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Heidelberg: Springer.
- Brennan, R. L. & Prediger, D. J. (1981). Coefficient Kappa: Some Uses, Misuses, and Alternatives. *Educational and Psychological Measurement* (1981), 41, 687–699.
- Bünning, F., Haverkamp, H., Lang, M., Pohl, M. & Röben, P. (2018). Lehramtsstudierende mit dem Unterrichtsfach Technik. Eine Ausbildungsstandortübergreifende-Analyse. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(4), 52–66.
- Collins, A., Brown, J. S. & Newman, S. E. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the Craft of Reading, Writing, and Mathematics. In L. Resnick (Hrsg.), *Knowing, Learning, and Instruction. Essays in Honor of Robert Glaser* (453–494). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Geißel, B., Geschwendtner, T. & Nickolaus, R. (2020). Technik in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Das Fach im allgemeinbildenden und berufsbildenden Schulwesen. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (557–564). Bad Heilbrunn: UTB.
- Gläser-Zikuda, M. & Ziegelbauer, S. (2016). Das Portfolio als Innovation in Schule, Hochschule und LehrerInnenbildung: Perspektiven aus Sicht von Praxis, Forschung und Lehre. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Gschwendtner, T. & Geißel, B. (2018). Wirksamer Technikunterricht - Der Versuch einer Zusammenschau. In B. Geißel, T. Gschwendtner (Hrsg.), *Wirksamer Technikunterricht* (182–199). [1. Auflage]. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH (Unterrichtsqualität, Band 10).
- Höpken, G., Osterkamp, S. & Reich, G. (2004). Standards für eine allgemeine technische Bildung: Wie man die Qualität technischer Bildung verbessert. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag GmbH (2).
- Hüttner, A. (2009). Technik unterrichten: Methoden und Unterrichtsverfahren im Technikunterricht. 3. Aufl. Haan-Gruiten: Verl. Europa-Lehrmittel Nourney Vollmer (Bibliothek der Schulpraxis).
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion: Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Klemm, K. (2020). Lehrkräftemangel in den MINT-Fächern: Kein Ende in Sicht: Zur Bedarfs- und Angebotsentwicklung in den allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufen I und II am Beispiel Nordrhein-Westfalens. Essen.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. & Vollmer, H. J. (2003). Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise. Berlin.
- Klieme, E. & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 876–903.
- KMK (2019). Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. Berlin/Bonn: Kultusministerkonferenz.
- Komorek, M. & Moschner, B. (2019). Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- König, J. (2020). Kompetenzorientierter Ansatz in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (163–171). Bad Heilbrunn: UTB.
- Lohmann, G. (2006). Didaktische Rekonstruktion in der Hochschuldidaktik. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 6(2), 65–73.
- Mayring, P. (2015). Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. 12., überarb. Aufl., Weinheim: Beltz (Beltz Pädagogik).
- MSB (2020a). Das Schulwesen in Nordrhein-Westfalen aus quantitativer Sicht [Themenheft]. Statistische Übersicht (408). Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW, Düsseldorf.
- MSB (2020b). Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gesamtschule/Sekundarschule in Nordrhein-Westfalen: Technik. 1. Aufl. Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW, Düsseldorf (Heft 3124).

- Neumann, K. (2004). Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker. Berlin: Logos-Verlag (Studien zum Physiklernen 38).
- Radermacher, M. (2010). Inhalte allgemeinbildenden Technologieunterrichts: Ein praxisgeleitetes, integratives Strukturmodell auf der Basis etablierter Lehrpläne und Standards. Hamburg: Verlag Dr. Kovac (Didaktik in Forschung und Praxis 51).
- Reinfried, S., Mathis, C. & Kattmann, U. (2009). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht. Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 27(3), 404–414.
- Rehfeldt, D. (2017). Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika. Berlin: Logos-Verlag (Studien zum Physik- und Chemielernen 246).
- Ropohl, G. (2009). Allgemeine Technologie: eine Systemtheorie der Technik. 3. Aufl. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe.
- Sachs, B. (2001). Technikunterricht: Bedingungen und Perspektiven. *tu - Zeitschrift für Technik im Unterricht*, 100, 5–12.
- Schaper, N. (2009). Aufgabenfelder und Perspektiven bei der Kompetenzmodellierung und -messung in der Lehrerbildung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 2(1), 166–199.
- Schmayl, W. (2019). Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts. 3. Auflage. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Schray, R. (2018). Von der Werkerziehung zum Technikunterricht. In B. Geißel & T. Gschwendtner (Hrsg.), *Wirksamer Technikunterricht*. [1. Auflage] (141–148). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH, (Unterrichtsqualität, Band 10).
- Tenberg, R. (2018). Die technische Unterweisung aus Kompetenz-Perspektive: Eine Methoden-Analyse. In B. Zinn, R. Tenberg & D. Pittich (Hrsg.), *Technikdidaktik: Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme* (123–146). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Terhart, E. (2007). Standards in der Lehrerbildung - eine Einführung. *Unterrichtswissenschaft*, 35(1), 2–14.
- Theyßen, H. (1999). Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin: Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Berlin: Logos-Verlag (Studien zum Physiklernen 9).
- VDI (2007). Bildungsstandards Technik für den Mittleren Schulabschluss. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure.
- VDI (2006). Empfehlungen des VDI zum Bachelor-Master-Studiengang für Techniklehrer an allgemeinbildenden Schulen. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (17–31). Weinheim/Basel: Beltz Verlag.
- Zinn, B. (2014). Technische Allgemeinbildung - Bedeutungsspektrum, Bildungsstandards und Forschungsperspektiven. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 2(1), 24–47.
- Zinn, B. (2017). Editorial: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften für Technik - Besonderheiten und Ansatzpunkte für die fachdidaktische Forschung. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 1(5), 14–26.

DOROTHEE ERMEL

RWTH Aachen, 1. Physikalisches Institut IA, AG Didaktik der Physik und Technik
Sommerfeldstr. 14, 52074 Aachen
ermel@physik.rwth-aachen.de

PROF. DR. JOSEF RIESE

RWTH Aachen, 1. Physikalisches Institut IA, AG Didaktik der Physik und Technik
Sommerfeldstr. 14, 52074 Aachen
riese@physik.rwth-aachen.de

Zitieren dieses Beitrags:

Ermel, D. & Riese, J. (2022). Entwicklung und Evaluation eines Fachpraktikums für das Techniklehramt. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 10(1), 25–47.