

# MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KOMPETENZEN IN DER BERUFLICHEN ERSTAUSBILDUNG – STAND DER FORSCHUNG UND DESIDERATA: EINLEITUNG ZUM THEMENHEFT

*Reinhold Nickolaus, Jan Retelsdorf, Esther Winther & Olaf Köller*

Ziel des vorliegenden Themenhefts ist es, einen zusammenfassenden Überblick über den Stand der Forschung zu mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen in der beruflichen Erstausbildung zu geben und basierend darauf Forschungsdesiderata in diesem Bereich zu identifizieren. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Verknüpfung schulisch erworbener Kompetenzen und beruflicher Kompetenzen in MINT-Berufen (MINT = Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik). Entsprechend geben die Beiträge von Expertinnen und Experten aus der empirischen Schulleistungsforschung und der beruflichen Bildungsforschung einen Überblick über den Zusammenhang zwischen Kompetenzen, wie sie an allgemeinbildenden Schulen erworben werden und beruflichen Kompetenzen, deren Entwicklung sowohl in betrieblichen als auch schulischen Kontexten stimuliert wird. Darüber hinaus werden Herausforderungen und Möglichkeiten der Kompetenzmodellierung und -messung in beiden Bereichen vor dem Hintergrund des Forschungsstandes sowie bislang durchgeführter Studien dargestellt.

Der Aufbau des Beihefts folgt dem Gedanken, dass zunächst eine Vergewisserung zu den Zielperspektiven beruflicher Bildung wünschenswert ist, die Minnameier in seinem Beitrag „Ziele beruflicher Bildung und ihre Einlösung“ vornimmt. Daran schließen sich drei Beiträge zur Bedeutung schulisch erworbener Kompetenzen in verschiedenen Berufsfeldern, a) in gewerblich-technischen Berufen (Geißel, Nickolaus, Ștefănică, Härtig & Neumann), b) in kaufmännischen Berufen (Seeber) und c) für Chemie- und Biologielaborantinnen und -laboranten (Harms, Eckhardt & Bernholt) an, in denen der Forschungsstand referiert, Ergebnisse von vertiefenden Sekundäranalysen vorgestellt und Forschungsdesiderata aufgezeigt werden.

Ein weiterer Abschnitt ist Kompetenzstrukturmodellen und deren Implikationen für die Analyse der Zusammenhänge zwischen allgemeinbildenden und beruflichen Kompetenzen gewidmet. Dazu stellen zunächst Neumann, Vollstedt, Lindmeier, Bernholt, Eckhardt, Harms, Härtig, Heinze und Parchmann den Erkenntnisstand für den allgemeinbildenden Bereich vor, gefolgt von einem Beitrag von Winther, Sangmeister und Schade, die am Beispiel des kaufmännischen Bereichs einen Modellierungsvorschlag einbringen, in dem allgemeinbildende und berufliche Kompetenzen integrativ modelliert werden.

Im dritten Abschnitt stehen Fragen der Kompetenzmessung im Mittelpunkt. Eingebracht werden dazu drei Beiträge, in welchen diagnostische Ansätze und Probleme im Bereich gewerblich-technischer Berufsbildung (Nickolaus, Gschwendtner & Abele), in der kaufmännischen Berufsbildung (Winther & Achtenhagen) und für das Segment mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenzen (Lindmeier, Neumann, Bernholt, Eckhardt, Harms, Härtig, Heinze & Parchmann) vorgestellt werden. Thematisiert werden in diesem Kontext auch Fragen, die sich im Kontext der Analyse des Zusammenhangs von mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen einerseits und der Diagnose berufsfachlicher Kompetenzen andererseits ergeben.

Den Abschluss bildet ein Beitrag von Retelsdorf, Lindner, Nickolaus, Winther und Köller, in dem anschließend an die zuvor skizzierten Forschungsstände ein Projekt skizziert wird, in dessen Rahmen untersucht werden soll, (1) mit welchen Eingangsvoraussetzungen die Auszubildenden in ausgewählte Berufe einmünden, die variierende Bezüge zu mathematischen und naturwissenschaftlichen Anforderungen aufweisen, (2) wie sich mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen im Verlauf der beruflichen Ausbildung in unterschiedlichen Berufen entwickeln und (3) welche prädiktive Kraft mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Entwicklung berufsfachlicher Kompetenzen entfalten. Dazu liegen zwar bereits partiell Studien vor, insgesamt erfordert die Klärung dieser Fragen jedoch spezifische Projektzuschnitte, in denen gesichert wird, dass die Tests für die Erfassung mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenzen einerseits und für die Erfassung berufsfachlicher Kompetenzen andererseits, systematische, auch inhaltsbezogene Vergleiche zulassen. Das vorgestellte und inzwischen angelaufene Projekt, das am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) angesiedelt ist und in Kooperation mit Berufs- und Wirtschaftspädagogen an den Universitäten Paderborn und Stuttgart durchgeführt wird, war zugleich Ausgangspunkt für die Entstehung dieses Beihefts, das zu großen Teilen die Ergebnisse einer ersten Arbeitstagung dokumentiert, an der neben den hier vertretenen Autorinnen und Autoren auch weitere Berufs- und Wirtschaftspädagogen und Experten für forschungsmethodische Fragen teilnahmen. Der Wert dieses Beihefts liegt vor allem darin, dass erstmals eng aufeinander bezogen die relevanten Forschungsstände aus den verschiedenen Bereichen referiert und für einschlägig ausgerichtete Arbeiten fruchtbar gemacht werden. Ergänzende Analysen bestehender Datensätze erbringen zugleich wesentliche neue Einblicke und geben die Möglichkeit, die oben aufgeworfenen Fragen genauer zu adressieren.

**Teil 1:**

**Ziele beruflicher Bildung**



# ZIELE DER BERUFLICHEN BILDUNG UND IHRE EINLÖSUNG

*Gerhard Minnameier*

**KURZFASSUNG:** Moderne berufliche Bildung zielt auf Kompetenzen, deren Modellierung und Messung trotz großer Fortschritte auch heute noch hoch problematisch ist. Speziell im Bereich der Berufsbildung lassen sich Kompetenzen zudem nicht – oder zumindest nicht direkt – auf Fächer bezogen konzipieren, was weitergehende Schwierigkeiten mit sich bringt. Vor diesem Hintergrund überrascht es nicht, dass Kompetenzen zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht in befriedigender Weise expliziert werden können. Wissenschaftliche Kompetenzmodellierungen werden vorgestellt, die in dieser Frage weiterführen. Vor diesem Hintergrund werden auch Resultate der beruflichen Bildung zusammengefasst, präsentiert und diskutiert. Der Beitrag schließt mit Anregungen für (fachdidaktisch fruchtbare) Struktur- und Niveaumodellierungen und für eine verstärkte Hinwendung zu den Prozessen der Kompetenzentwicklung.

**ABSTRACT:** Modern VET aims at competences. However, despite major advances modeling and measuring them has proved to be difficult. Especially in VET, competences cannot be related, at least not directly, to “subject matters”, which entails further difficulties. It comes as no surprise, therefore, that competencies cannot be satisfactorily explicated up to now. Research-based competence models that may take us further are discussed, and also the results they yield with respect to attained competence levels among apprentices (as compared to regular examinations). The paper ends with suggestions for the domain-related didactic explication of structures and levels of competences and calls for a closer analysis of the processes of knowledge acquisition and the development of competences.

## 1. PROBLEMSTELLUNG

In gewisser Weise ist die Frage nach den Zielen der beruflichen Bildung trivial, denn „berufliche Bildung“ ist ja selbst das Ziel! Und wenn man schon wüsste, was man unter „Bildung“ im beruflichen Kontext (und unter „Beruf“!) zu verstehen hätte, dann wäre zumindest der Anspruch klar, und man könnte sich mit der Frage der Einlösung dieses Anspruchs beschäftigen. Aber so einfach liegen die Dinge nicht und das hat vor allem systematische Gründe, die z. T. historisch bedingt sind.

Die berufliche Bildung begann sich erst vor gut hundert Jahren institutionell und flächendeckend durchzusetzen und zwar zum einen vor dem Hintergrund ge-

stiegener Qualifikationsanforderungen im Bereich der Industriearbeit bei gleichzeitiger geographischer und beschäftigungsbezogener Mobilität (vgl. Büchter & Meyer, 2010; Kutscha, 1992), zum anderen im Zuge der etwa mit Beginn des 20. Jahrhunderts entstehenden Berufsbildungstheorie, die von der Möglichkeit und Notwendigkeit einer „Bildung im und durch den Beruf“ ausgeht (vgl. Bruchhäuser & Horlebein, 2010; Gonon, Reinisch & Schütte, 2010). Der erste Aspekt verweist auf „Verberuflichung“ im Sinne der Herausbildung betriebsunabhängiger bzw. -übergreifender Funktionsbündel, der zweite auf die mit dem Beruf verbundene Position und Rolle im gesellschaftlichen Ganzen, deren Reflexion und verantwortungsvolle Ausgestaltung.

Beide Aspekte zusammen markieren, was wir heute unter Beruflichkeit im Sinne funktionaler und metafunktionaler Bildungsansprüche (Kutscha 1992; 2008) bzw. zu vermittelnder oder vom Individuum ausprägender Kognitionen und Einstellungen (vgl. Beck 1997) verstehen. Gerade in diesem Zusammenhang geht man heute im Zuge gestiegener Anforderungen, Handlungsspielräume, Innovationsgeschwindigkeiten etc. von einer „Neuen Beruflichkeit“ (Kutscha, 1992) und einer „Konvergenz“ pädagogischer und ökonomischer Zielsetzungen aus (vgl. ebd.; Harteis, 2000), auch wenn auf der anderen Seite argumentiert wird, das Berufskonzept sei zu starr und müsse vom Konzept der Beschäftigungsfähigkeit abgelöst werden (vgl. z. B. Baethge, 2004; Kraus, 2005). Gleichgültig welcher Auffassung man zuneigt, die Bedingungen heutiger Erwerbsarbeit erfordern sowohl ein solides, grundlegendes und transferierbares fachliches Systemverständnis und Orientierungswissen als auch angemessene Einstellungen zur eigenen Arbeit und deren Einbettung in umfassendere Sozialstrukturen sowie Fähigkeiten des Umgangs mit anderen und vieles mehr. Mit anderen Worten: Bildung im Modus des Berufs ist heute überhaupt nur noch denkbar im Sinne von „Kompetenzen“, und zwar mit einem Anspruch, der die Kompetenzdiskussion im allgemeinbildenden Bereich sogar noch übersteigt. Während man dort Kompetenzen nämlich meist fachspezifisch ausdifferenziert – weil die Fächer zugleich die (schulischen) Lebensbereiche sind, in denen man reüssieren soll – sind berufliche Kompetenzen auf (mittlerweile relative umfassende und allgemeine, schwer greifbare) Funktionsbündel gerichtet.

In diesem Zusammenhang ist nicht nur die Frage zu beantworten, wie solche Kompetenzen zu fassen bzw. auf den Begriff zu bringen und systematisch ausdifferenzieren sind, sondern im Weiteren auch, wie man sie erreichen und wie man ihre Erreichung überprüfen kann. Alle diese Fragen zu erörtern, übersteigt freilich die im vorliegenden Rahmen gegebenen Möglichkeiten. Deshalb soll hier vor allem überblickshaft dargestellt werden, wie sich der Stand der Konzeptualisierung von Kompetenzen in curricularer Sicht und beim gegenwärtigen Stand der Forschung darstellt (Abschnitt 2). Im darauffolgenden Schritt wird erörtert, inwieweit die so gefassten Ziele heute eingelöst werden (Abschnitt 3). Wie sich zeigt, erweisen sich die Resultate beim aktuellen Kenntnisstand als eher dürftig, so dass sich die Frage stellt, wie Forschung und Berufsbildungspraxis darauf reagieren können. Hierzu werden in Abschnitt 4 einige Überlegungen und Desiderate

für die Ausrichtung der Forschung zur Diskussion gestellt, die auch den hier vernachlässigten Aspekt der Bildungsprozesse thematisieren.

## 2. ZIELE BERUFLICHER BILDUNG IN CURRICULARER UND SYSTEMATISCHER SICHT

### 2.1. Curriculare Zielvorgaben für die berufliche Ausbildung

Die generelle Kompetenzorientierung kommt im Berufsbildungsgesetz unmissverständlich zum Ausdruck: „Die Berufsausbildung hat die für die Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit in einer sich wandelnden Arbeitswelt notwendigen beruflichen Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten (berufliche Handlungsfähigkeit) in einem geordneten Ausbildungsgang zu vermitteln“ (§ 1 Abs. 3 Satz 1 BBiG). Gemäß der KMK-Rahmenvereinbarung über die Berufsschule sind deren generelle Ziele die Vermittlung einer beruflichen Grund- und Fachbildung sowie die Erweiterung der vorher erworbenen allgemeinen Bildung (KMK, 1991, 2; vgl. auch KMK, 2011, 10). „Damit will sie zur Erfüllung der Aufgaben im Beruf sowie zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung befähigen“ (ebd.). Die Ziele der beruflichen (Erstaus-) Bildung im dualen System sowie in vollschulischen Ausbildungsgängen beschränken sich damit nicht auf tätigkeitsbezogene Kompetenzen, sondern umfassen auch die Bereitschaft und Fähigkeit, die dem gewählten Berufsfeld entsprechenden Aufgaben und Tätigkeiten im Hinblick auf gesellschaftliche Belange, die wir heute unter dem Konzept der „Nachhaltigkeit“ diskutieren, kritisch zu reflektieren und mitzugestalten.

Allgemein wird damit eine „umfassende Handlungskompetenz“ angestrebt, „verstanden als die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten“ (KMK, 2011, 15, worin auch der o. g. Aspekt der „Beruflichkeit“ deutlich wird). Diese umfassende Handlungskompetenz wird als ein übergreifendes Konstrukt konzipiert, das sich aus (mindestens) drei Komponenten zusammensetzt, und zwar einer *Fachkompetenz*, einer *Selbst-* und einer *Sozialkompetenz* (vgl. ebd.). Die KMK bzw. die Lehrpläne orientieren sich damit an einer auf Heinrich Roth (1971) zurückgehenden Terminologie und Konzeptualisierung (die damals im Übrigen vom Deutschen Bildungsrat speziell im Kontext der Verbindung allgemeiner und beruflicher Bildung aufgegriffen wurde; vgl. Deutscher Bildungsrat, 1974).

Ohne auf die Beschreibungen und deren Probleme hier im Einzelnen einzugehen (zur Kritik vgl. z. B. Minnameier, 1997; 2004; Straka, 2005; 2007) sei angemerkt, dass diese „Kompetenzen“ bislang weder in wissenschaftlich noch praktisch brauchbarer Weise expliziert wurden. Die Konzepte sind alltagssprachlich umschrieben, weisen zahlreiche Unschärfen und Überschneidungen auf und beschreiben nur, wozu befähigt werden soll, nicht jedoch, worin die Fähigkeiten und

Bereitschaften tatsächlich bestehen – ein Problem, das Bildungswissenschaft und Bildungspraxis gleichermaßen plagt.

*Praktisch gesehen* besteht das Problem darin, dass derart allgemeine Kompetenzbegriffe eher nichtssagend und zudem noch nicht einmal trennscharf sind. So heißt es etwa zur Selbstkompetenz: „Sie umfasst Eigenschaften wie Selbstständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein. Zu ihr gehören insbesondere auch die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte“ (KMK, 2011, 15). Man wird aber schwerlich bestreiten können, dass diese Eigenschaften auch zur Sozialkompetenz gehören. Versucht man dagegen, diese allgemeinen Formulierungen zu spezifizieren, gelangt man schnell zu einer nicht mehr beherrschbaren Menge an Unterkompetenzen.<sup>1</sup>

Dieses praktische Problem hat einen aus theoretischer Sicht zentralen Grund. Die Kompetenzen werden nämlich stets durch Rekurs auf dasjenige Verhalten spezifiziert, zu dem sie befähigen bzw. das sie hervorbringen sollen. Mit dem Kompetenzkonzept wird daher auf Konstituenten der überdauernden psychischen Struktur von Individuen *verwiesen*, aber diese selbst bleiben völlig im Dunkeln, d.h. die Psyche verbleibt bei diesem Zugang als eine „Black Box“. Das dürfte mit ein Grund dafür sein, dass genuin wissenschaftliche Kompetenzkonzepte heute auf andere Weise konzipiert und begründet werden.

Nicht verbessert wird die Situation durch den Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR) (vgl. Europäische Kommission, 2008) und den derzeit noch in Entwicklung befindlichen Deutschen Qualifikationsrahmen (DQR). Abgesehen von der Tendenz, dass der Aspekt einer übergreifenden beruflichen Kompetenz zugunsten einzelner und einzeln zertifizierbarer Qualifikationen verloren gehen könnte (und zwar über das ECVET-Leistungspunktesystem; vgl. Rauner, 2006; Hanf & Rein, 2007), wird hier sogar der didaktisch fokussierte Kompetenzaspekt (s.o.) vernachlässigt. Zwar werden auch im EQR Kompetenzen spezifiziert, aber diese dieser Kompetenzbegriff bezieht sich auf Verantwortlichkeitsdimensionen (Entscheidungskompetenzen) und geht am erziehungswissenschaftliche Kompetenzkonzept – gleich, ob man an das von Large Scale Assessments oder das berufspädagogische denkt – glatt vorbei (vgl. Straka, 2007). Des Weiteren werden „Kenntnisse“ und „Fertigkeiten“ spezifiziert, deren Beschreibungen aber sehr allgemein bleiben und zumindest pädagogisch kaum verwendet werden können.

Im Wesentlichen geht es bei EQR und DQR auch nicht um die Explikation von Bildungszielen, sondern um den Vergleich und die Zuordnung verschiedener Abschlüsse in den jeweiligen Ländern. Was z. B. Niveau 6 und 7 der insgesamt 8 Qualifikationsstufen ist, erschließt sich vor allem über Zuordnung zu den Studi-

1 Verwiesen sei hier auf eine Studie von Didi et al. (1993) die über einen Zeitraum von etwa fünf Jahren über 600 verschiedene Schlüsselqualifikationskonzepte aus der Literatur extrahiert haben, sowie auf Gapski (2001), der es bei einer ähnlichen Recherche über vier Jahre allein zur Frage nach der „Medienkompetenz“ auf über 100 verschiedene Definitionen brachte.



enanschlüssen Bachelor und Master, weniger über die Deskriptoren.<sup>2</sup> So verwundert es nicht, dass man sich in der für die Erarbeitung des DQR eingerichteten Bund-Länder-Gruppe über Jahre hinweg nicht einigen konnte, wie man 3- und 3,5-jährige Ausbildungsberufe auf der einen Seite und Schulabschlüsse mit allgemeiner Hochschulreife oder Fachhochschulreife auf der anderen Seite hinsichtlich der Niveaustufen zueinander ins Verhältnis setzen sollte (vgl. Esser, 2012). Kompetenz(niveau)relevante Kriterien hierfür scheint es nicht zu geben. Die Frage scheint allein politisch entschieden zu werden.<sup>3</sup>

Vor diesem Hintergrund erscheint es insgesamt dringend nötig, die bildungspraktische Kompetenzdiskussion auf tragfähige wissenschaftliche Füße zu stellen, um schließlich feststellen bzw. festlegen zu können, was kompetenzorientierte Bildungsziele im pädagogischen Sinne überhaupt sind bzw. sein können (im Allgemeinen wie im Speziellen), und so auch aufklären zu können, wie man sie erreichen und wie man ihre Erreichung messen kann.

## 2.2. Wissenschaftliche Kompetenzkonzepte im Bereich der Berufs- und Wirtschaftspädagogik

Generell werden Kompetenzen relativ breit gefasst, sowohl in der berufs- und wirtschaftspädagogischen Tradition als auch im Rahmen des auf Weinert (vgl. 2001) zurückgehenden Konzepts, das motivationale und volitionale Aspekte der Verhaltensgenese mit einschließt. Die Einteilung nach Handlungskontexten – Sozialkompetenz, Selbstkompetenz, interkulturelle Kompetenz, Teamkompetenz etc. – hat zwar einen wichtigen heuristischen Wert, ist aber, wie schon erwähnt, in systematischer Hinsicht nicht zielführend. Diese Konzepte umfassen jeweils verschiedenste psychologische Aspekte, bleiben einfachen Verhaltens- und Dispositionsbegriffen verhaftet und sind inhaltlich nicht trennscharf. So verwundert es nicht, dass übergreifende Strukturmodelle bislang noch ausstehen (vgl. Nickolaus,

- 2 Für den Bachelorabschluss lauten diese z. B.: (Kenntnisse:) „Fortgeschrittene Kenntnisse in einem Arbeits- oder Lernbereich unter Einsatz eines kritischen Verständnisses von Theorien und Grundsätzen“, (Fertigkeiten:) „Fortgeschrittene Fertigkeiten, die die Beherrschung des Faches sowie Innovationsfähigkeit erkennen lassen, und zur Lösung komplexer und nicht vorhersehbarer Probleme in einem spezialisierten Arbeits- oder Lernbereich nötig sind“ und (Kompetenzen:) „Leitung komplexer fachlicher oder beruflicher Tätigkeiten oder Projekte und Übernahme von Entscheidungsverantwortung in nicht vorhersehbaren Arbeits- oder Lernkontexten; Übernahme der Verantwortung für die berufliche Entwicklung von Einzelpersonen und Gruppen“ (Europäische Kommission, 2008, 12–13).
- 3 Die genannten Ausbildungsabschlüsse sollten nach Auffassung der KMK mit wenigen Ausnahmen, allerdings nicht näher spezifizierter „höherwertiger Berufsabschlüsse“ dem Niveau 4 zugeordnet werden, während Abschlüsse, die zur Hochschulreife führen, dem Niveau 5 zugeordnet werden sollten. Ein praktisches Problem wäre, dass Personen, die nach dem Abitur eine Berufsausbildung aufnehmen, damit einen Abschluss anstreben, der niedriger angesiedelt ist als ihr Abitur.