

1. Einleitung

Aus einer fiktiven Physikstunde einer siebten Klasse:

Die Schülerinnen und Schüler versammeln sich in Kleingruppen zur Bearbeitung eines Experimentierauftrags. Auf dem Arbeitsblatt lesen sie etwas von einer Bonbontüte, deren Masse sie bestimmen sollen. Viel interessanter finden sie aber die vielen Experimentiermaterialien vor sich auf dem Tisch: Zwei Metallstangen, eine Kreuzmuffe, eine Tischklemme, eine Feder, ein Zollstock, eine Schokoladenpackung, jeweils eine Tüte Nudeln und Zucker und ein Beutel mit Bonbons. Gruppe 1 beginnt direkt mit dem Aufbau: „Das ist doch klar. Wir bauen eine Stange senkrecht. Die andere befestigen wir dann oben. Dann haben wir so eine Art Waage, dann können wir die Massen vergleichen.“ Gruppe 2 spricht noch über den Auftrag: „Hier steht etwas vom Hookeschen Gesetz. Das war doch das mit der Feder, die mal länger oder kürzer ist. Ich glaube, bei doppelter Masse ist die Feder auch doppelt so lang.“

Nach etwa 5 Minuten sitzen die Schüler der ersten Gruppe ratlos vor ihrem Aufbau. Er besteht aus einer senkrechten Stativstange, an der mit einer Kreuzmuffe eine weitere Stange im rechten Winkel befestigt wurde, so dass sich eine Art „T“ ergibt. Der ganze Aufbau wird von einem Schüler mit der Hand festgehalten. „Eigentlich müsste sich die waagerechte Stange hier oben bewegen, sonst können wir die Gewichte der Gegenstände nicht vergleichen. Außerdem ist das alles viel zu wackelig. Steht da nichts in der Anleitung?“ Währenddessen haben die Schülerinnen der zweiten Gruppe eine Stativstange mit der Tischklemme senkrecht am Tisch befestigt und mittels Kreuzmuffe und zweiter Stange eine Möglichkeit zur Aufhängung der Feder geschaffen. Die zu den ersten Massen gehörigen Federlängen wurden bereits gemessen und notiert. „Was mich wundert ist, dass die Feder bei dem Zucker, der ein Kilo wiegt, nicht doppelt so lang ist wie bei den Nudeln, die nur die Hälfte wiegen.“ Eine andere Schülerin entgegnet: „Das ist doch egal. Da haben wir sicher nur etwas ungenau gemessen.“

Nach etwa einer halben Stunde Experimentierzeit lässt der Lehrer eine andere Gruppe ihre Ergebnisse vorstellen. „Die Masse der Bonbontüte beträgt 620 g. Unsere Rechnung sieht ihr hier auf dem Protokollbogen.“ Der Lehrer kommentiert die Lösung: „Super gemacht, wie immer. Wer hat das noch so?“ Die Schülerinnen und Schüler der ersten beiden Gruppen melden sich nicht. Er spricht die Schüler der ersten Gruppe an: „Ihr Pappenheimer, habt wieder allen möglichen Quatsch gemacht, nur nicht das, was ihr solltet.“ Er wendet sich zu den Schülerinnen der zweiten Gruppe: „Habt ihr euren Fehler gefunden?“ Etwas schüchtern kommt die Antwort: „Ja, wir haben ein bisschen ungenau gemessen.“ „Okay, Hauptsache ihr habt das Prinzip verstanden.“

In dieser zugegebenermaßen etwas überspitzten Situationsbeschreibung wird deutlich, welche Rolle unerkannte Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren spielen können. Die zentrale Schwierigkeit der ersten Gruppe bestand in der Verwechslung des Hookeschen Gesetzes mit dem Hebelgesetz. Erschwerend kam die Ratlosigkeit über die Befestigung des Stativmaterials mit der Tischklemme hinzu. Die Schwierigkeit der zweiten Gruppe bestand in der falschen Annahme, die an die Feder angehängte Masse sei proportional zur Gesamtfederlänge und nicht zur Längenänderung. Die Schülerinnen und Schüler beider Gruppen werden den Unterricht ohne oder mit falschen Vorstellungen zum Hookeschen Gesetz sowie eventuell mit negativen Einstellungen gegenüber dem Physikunterricht verlassen.

1. Einleitung

Eine Möglichkeit, diesem Problem zu begegnen, wäre die Schülerschwierigkeiten während der Experimentierphase korrekt zu diagnostizieren und den Schülerinnen und Schülern Hilfestellungen zukommen zu lassen, die ihnen die weitere Arbeit ermöglichen. Bei acht bis fünfzehn Experimentiergruppen hat eine Lehrkraft bei einer dreißigminütigen Experimentierphase allerdings pro Gruppe nur etwa zwei bis drei Minuten Zeit, den Experimentierprozess zu beobachten, Schwierigkeiten zu diagnostizieren und Hilfestellungen zur Verfügung zu stellen. Da Schwierigkeiten in allen Experimentierphasen und in zahlreichen Variationen auftreten können, erscheint es sinnvoller, mögliche Schülerschwierigkeiten bereits bei der Planung der Unterrichtsstunde zu berücksichtigen.

Dazu sollten Physiklehrkräften „typische Schülerfehler und Schwierigkeiten in der Handhabung von Experimenten bekannt sein [...] und Lernschwierigkeiten, Schülerkonzeptionen und Fehler speziell beim Experimentieren diagnostiziert und vorhergesagt werden können“ (Gramzow et al., 2013, S. 23). Im Hinblick auf den Physikunterricht allgemein sollen Lehramtsstudierende im Verlauf ihres Studiums „solide Kenntnisse [...] typischer Lernschwierigkeiten und Schülervorstellungen in den Themengebieten des Physikunterrichts“ (KMK, 2019, S. 50) erwerben sowie „Möglichkeiten zur Gestaltung von Lernarrangements unter dem besonderen Gesichtspunkt heterogener Lernvoraussetzungen [kennen]“ (KMK, 2019, S. 50). Insbesondere in Anbetracht des großen zeitlichen Anteils, den Experimente im Physikunterricht einnehmen (Börnin, 2012; Tesch, 2005) erscheint der Blick auf Schwierigkeiten in Experimentierphasen daher lohnenswert.

Die vorliegende Arbeit knüpft an die Arbeiten von Draude (2016) und Kechel (2016) an, welche sich bereits explizit mit Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren beschäftigt haben. Kechel (2016) entwickelte unter anderem ein Modell zur Beschreibung von Schülerschwierigkeiten. Bei der Erprobung zeigte sich, wie facettenreich Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren sein können und welche Auswirkungen vermeintliche Kleinigkeiten auf den Experimentierprozess haben können. Im Gegensatz zu zahlreichen anderen Kategorisierungen (z.B. de Jong und van Joolingen, 1998; Groß, 2013; Hammann et al., 2006; Hopf, 2007; Müller, 2003; Wodzinski, 2006) ermöglicht sein Kategoriensystem sehr detaillierte Einblicke in Schülerschwierigkeiten, auch wenn sich dieses nur auf einen einzigen Experimentierauftrag bezieht. Wie wichtig diese detaillierten Einblicke bei der Konzeption von Unterstützungsmaßnahmen sind, kann aus den Ergebnissen der Studie von Schmidt-Borcherding et al. (2013) gefolgert werden, in welcher die Wirksamkeit von Schritt-für-Schritt-Anleitungen und gestuften Hilfen beim Experimentieren verglichen wurde. Dabei konnten keine Vorteile für die Unterstützung mittels gestufter Hilfen nachgewiesen werden. Kechel (2016, S. 2) stellt die Vermutung auf, „dass möglicherweise die angebotenen Hilfestellungen nicht auf die tatsächlich vorhandenen Defizite der Schülerinnen und Schüler abgestimmt waren“.

Draude (2016) nimmt die Kompetenz von Lehrkräften in den Blick, mögliche Schülerschwierigkeiten auf Grundlage eines Experimentierauftrags vorherzusagen sowie an Hand von Schülerhandlungen zu diagnostizieren. Dabei zeigte sich, dass diese Kompetenz erkennbare Defizite aufweist. Die Ergebnisse dieser beiden Arbeiten bilden den Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit¹. Draude (2016) stellte überraschenderweise keinen Zusammenhang zwischen der Lehrerfahrung und der Kompetenz, Schwierigkeiten zu diagnostizieren, fest. Daraus resultiert die Frage, wie die entsprechende Kompetenz bei Studierenden ausgeprägt ist. Mittelfristig wäre es wünschenswert, Möglichkeiten zur Förderung dieser speziellen Diagnosekompetenz zu entwickeln. Dazu muss zunächst ergründet werden, welche Ursachen zu einer ge- bzw. misslungenen Diagnose führen.

¹Siehe Abschnitt 3.2.

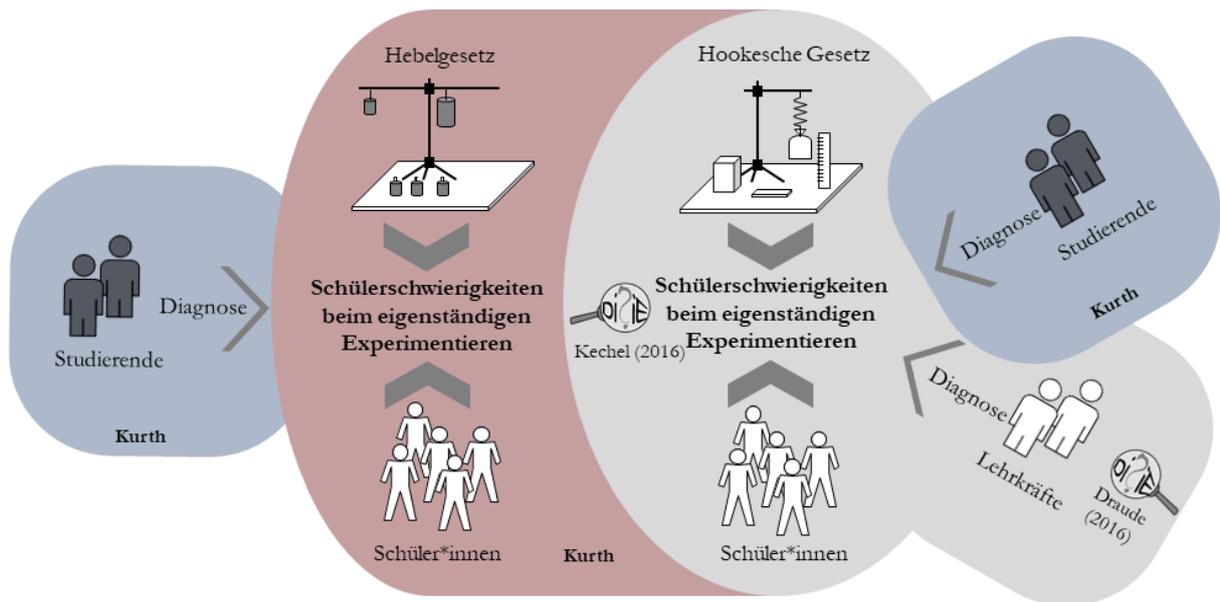


Abbildung 1.1.: Zusammenhang zwischen den Teilstudien und den Vorgängeruntersuchungen (Abbildung in Anlehnung an Kechel (2016, S. 4) und Draude (2016, S. 3))

Aufbau der Arbeit

In Abschnitt 2 werden die Themen Diagnosekompetenz und Schülerschwierigkeiten näher beleuchtet, um abschließend Arbeitsdefinitionen der Begriffe herauszuarbeiten. In Abschnitt 3.1 werden die Forschungsfragen entwickelt und das Gesamtdesign der vorliegenden Arbeit vorgestellt. Die restliche Arbeit teilt sich in zwei Teile: In der ersten Teilstudie (Abschnitte 4 bis 6; roter Bereich in Abbildung 1.1) werden Schülerschwierigkeiten bei einem Experimentierauftrag zum Hebelgesetz herausgearbeitet und kategorisiert, um diese in der zweiten Teilstudie als Referenz verwenden zu können². In der zweiten Teilstudie (Abschnitte 7 bis 9; blauer Bereich in Abbildung 1.1) wird mittels Interviews den Fragen nachgegangen, wie die Diagnosekompetenz von Studierenden ausgeprägt ist und welche Ursachen einer ge- bzw. misslungenen Diagnose sich aus dem Material ableiten lassen³. In den Abschnitten 10 und 11 werden die Ergebnisse diskutiert bzw. zusammengefasst.

²Teile der Methodik und der Ergebnisse wurden bereits in einem Tagungsbeitrag veröffentlicht (Kurth und Wodzinski, 2020)

³Teile der Methodik und der Ergebnisse wurden bereits in Tagungsbeiträgen veröffentlicht (Kurth und Wodzinski, 2018, 2019, 2021)

2. Grundlagen

In diesem Abschnitt werden die beiden für die Arbeit zentralen Themenbereiche „Diagnosekompetenz“ und „Schülerschwierigkeiten beim Experimentieren“ umrissen. Insbesondere der Bereich der Diagnosekompetenz ist ein weites Feld, welcher auch bei ausschließlich theoretischer Betrachtung ganze Arbeiten füllen kann (z.B. Barth, 2010). Im Rahmen dieser Arbeit wird deswegen der Fokus auf die Verständnisse gelegt, welche im weiteren Verlauf der Arbeit relevant sein werden.

2.1. Diagnosekompetenz

Auf Grund der zahlreichen unterschiedlichen Kompetenzdefinitionen und Verständnisse der Diagnosekompetenz muss zunächst herausgearbeitet werden, was im Rahmen dieser Arbeit unter dem Begriff „Diagnosekompetenz“ verstanden werden soll. Dazu werden zunächst allgemeine Verständnisse des Kompetenzbegriffs (Abschnitt 2.1.1) und aus der Literatur bekannte Kategorisierungen von Diagnosen (Abschnitt 2.1.2) vorgestellt. Die in Abschnitt 2.1.4 herausgearbeiteten Arbeitsdefinitionen werden im Anschluss in ausgewählten Modellen professioneller Kompetenz von Lehrkräften verortet (Abschnitt 2.1.5), bevor abschließend auf Forschungsergebnisse zu Ausprägungen und Auswirkungen der Diagnosekompetenz eingegangen wird (Abschnitt 2.1.6).

2.1.1. Der Begriff der Kompetenz

Sowohl in der Alltagssprache als auch im wissenschaftlichen Umfeld besitzt der Begriff Kompetenz eine große Verbreitung. Laut Duden¹ sind die Begriffe Befähigung, Begabung, Beschlagenheit, Fähigkeit, Fertigkeit, Können, Qualifikation, Sachverstand, Sachverständnis oder Talent mögliche Synonyme. Während diese Vielfalt an Begriffen in der Alltagssprache nicht weiter verwundert, ist es erstaunlich, dass der Begriff Kompetenz in wissenschaftlichen Veröffentlichungen in ähnlich vielfältiger Weise verwendet wird.

Ausgehend von Chomskys (1968) Theorie der Sprachkompetenz unterlag der Kompetenzbegriff vielen Einflüssen, die zu verschiedenen Definitionen führten. Während Chomsky das einer Performanz – in diesem Fall den kreativen sprachlichen Leistungen – zugrundeliegende und vom Kontext unabhängige System als Kompetenz bezeichnet, wird dieser Begriff in der funktionalpsychologischen Sichtweise für „die Fähigkeit einer Person, situativ geprägte Anforderungen zu bewältigen“ (Klieme und Hartig, 2008, S. 16) verwendet.

Zu einer ähnlichen Unterteilung kommt Weinert (2001a) in einem durch die OECD in Auftrag gegebenem Gutachten. Darin unternimmt er den Versuch, der „conceptual ,inflation“ (Weinert, 2001a, S. 45) des Kompetenzbegriffs zu begegnen, indem er mehrere Definitionen bzw. Interpretationen dieses Begriffs gegenüberstellt und mögliche Probleme der jeweiligen Sichtweisen benennt. Während allgemein-kognitive Kompetenzen wie z.B. die Intelligenz kontextunabhängig und bezogen auf das Individuum stabil sind, beziehen sich kontextspezifische-kognitive Kompetenzen auf eine bestimmte Handlungssituation wie z.B. das Schach- oder Klavierspielen. Allgemein-kognitive

¹<https://www.duden.de/synonyme/Kompetenz> , abgerufen am 11.06.2021

2. Grundlagen

Kompetenzen entsprechen demnach der Sichtweise Chomskys, wohingegen kontextspezifische-kognitive Kompetenzen der funktional-psychologischen Sichtweise entsprechen.

Bezogen auf den Lehrberuf bzw. die Lehrerausbildung erweist sich die zweite Sichtweise als sinnvoll, da fachbezogen-kognitive Kompetenzen „durch Erfahrungen in relevanten Anforderungssituationen erworben, durch Training oder andere äußere Interventionen beeinflusst und durch langjährige Praxis möglicherweise zur Expertise in der jeweiligen Domäne ausgebaut werden“ (Klieme und Hartig, 2008, S. 17) können. Die Untersuchung eines Konstrukts, welches zwar Einfluss auf die Lehrqualität hat, jedoch nicht durch Lernprozesse erlern- oder veränderbar ist, wäre im Hinblick auf die Verbesserung der Lehrerausbildung sinnlos. Das Merkmal der Erlernbarkeit kann demnach als Abgrenzungskriterium gegenüber anderen Konzepten dienen.

Auf diese Sichtweise aufbauend formuliert Weinert an anderer Stelle folgende viel zitierte Definition:

„Dabei versteht man unter Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2001b, S. 27–28).

Diese Definition greift die zuvor genannten Aspekte auf und ergänzt sie um motivationale, volitionale und soziale Aspekte, die einen Einfluss auf die Leistung in konkreten Situationen und den Erwerb von Kompetenzen haben (Klieme und Hartig, 2008, S. 18). Weinert selbst präzisiert die zuvor allgemein getroffene Definition, indem er zwischen rein kognitiven Kompetenzen und Handlungskompetenzen, „die neben kognitiven auch soziale, motivationale, volitionale und oft moralische Kompetenzen enthalten“ (Weinert, 2001b, S. 28), unterscheidet. Ein Beispiel soll diese Unterscheidung illustrieren: Die Fähigkeit einer Physiklehrkraft, auf Schülervorstellungen zur Mechanik angemessen einzugehen, entspricht einer rein kognitiven Kompetenz. Besitzt sie darüber hinaus auch soziale, motivationale und moralische Kompetenzen, welche die Lehrkraft zu konkreten Handlungen bei der Unterrichtsplanung und –durchführung veranlassen, entspricht dies nach Weinert einer Handlungskompetenz.

Im Gegensatz dazu definieren Klieme und Hartig (2008, S. 17) Kompetenzen als „erlernbare kontextspezifische Leistungsdispositionen [...], die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen beziehen“, wobei motivationale und affektive Faktoren explizit ausgeschlossen werden (Hartig und Klieme, 2006, S. 129). Nach Weinert entspricht dies also einer rein kognitiven Kompetenz.

Blömeke et al. (2015) erweitern die oben dargestellten Definitionen, indem sie zusätzlich zu den Dispositionen einer Person - bezogen auf die Definition von Weinert sind das die kognitiven Fähigkeiten und die affektiven Aspekte - und der Performanz, die sich an beobachtbaren Handlungen festmachen lässt, situationsspezifische Fähigkeiten als vermittelnde Instanzen hinzufügen (siehe Abbildung 2.1). Dabei handelt es sich um die Wahrnehmung, die Interpretation und das Treffen einer Entscheidung. Blömeke et al. (2015) möchten durch diesen Vorschlag die Gegensätze zwischen Ansätzen, welche die Kompetenz als Disposition verstehen und Ansätzen, welche die Kompetenz an Handlungen festmachen, auflösen.

2.1.2. Arten und Ziele von Diagnosen

Es können zahlreiche Arten von Diagnosen unterschieden werden, welche sich teilweise nach ihren Zielen klassifizieren lassen. An dieser Stelle wird nur auf die für die vorliegende Arbeit relevante

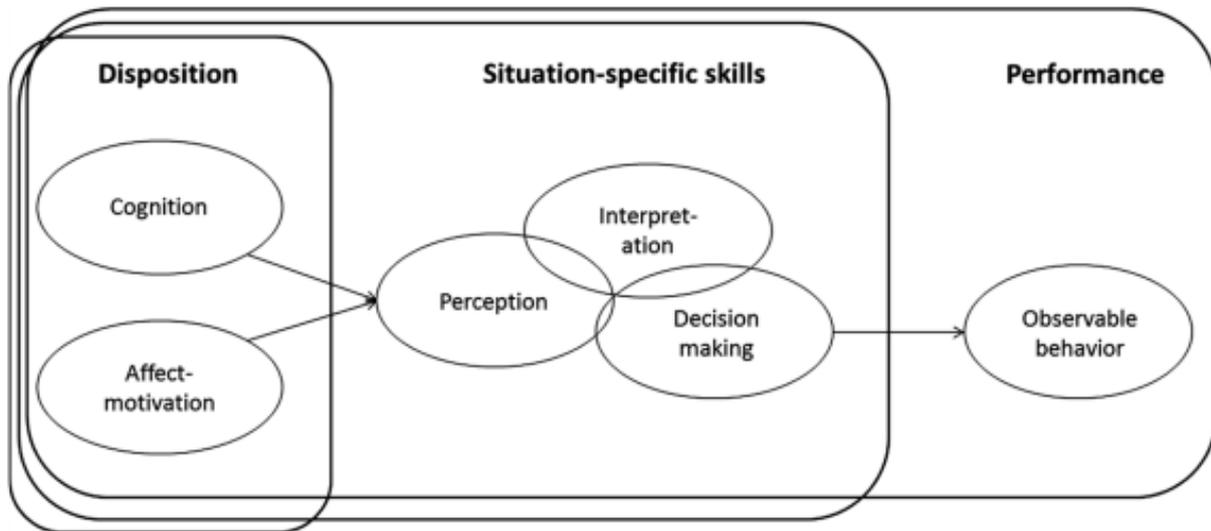


Abbildung 2.1.: Modeling competence as a continuum (Blömeke et al., 2015, S. 7)

pädagogische Diagnostik eingegangen, welche Ingenkamp und Lissmann (2008, S. 13) wie folgt definieren:

Pädagogische Diagnostik umfasst alle diagnostischen Tätigkeiten, durch die bei einzelnen Lernenden und den in einer Gruppe Lernenden Voraussetzungen und Bedingungen planmäßiger Lehr- und Lernprozesse ermittelt, Lernprozesse analysiert und Lernergebnisse festgestellt werden, um individuelles Lernen zu optimieren. Zur Pädagogischen Diagnostik gehören ferner die diagnostischen Tätigkeiten, die die Zuweisung zu Lerngruppen oder zu individuellen Förderungsprogrammen ermöglichen sowie die mehr gesellschaftlich verankerten Aufgaben der Steuerung des Bildungsnachwuchses oder der Erteilung von Qualifikationen zum Ziel haben.

In der Definition lassen sich zwei Ziele der pädagogischen Diagnostik erkennen: Zum einen soll individuelles Lernen verbessert werden, zum anderen soll die Diagnose die Grundlage für die Erteilung einer Qualifikation sein. Lehrkräfte müssen beide Ziele verfolgen: Unter anderem müssen sie Lerndefizite und -fortschritte erkennen und darauf aufbauend den weiteren Lernprozess unter Berücksichtigung eines angemessenen Schwierigkeitsgrades planen (Ingenkamp und Lissmann, 2008, S. 21). Auf der anderen Seite müssen sie Zensuren geben, die auch dazu dienen, Qualifikationen von Schülerinnen und Schülern abzubilden. Leutner und Kröner (2018, S. 610) merken an, dass sich pädagogische Diagnosen oftmals nicht eindeutig zuordnen lassen, da „pädagogische Selektionsentscheidungen (wie die Zuordnung von Schülern zu Schulungsprogrammen) in aller Regel gleichzeitig auch Modifikationsentscheidungen (z.B. in dem Sinne, dass die gewählte Zuordnung von Schülern und Schulformen die gewünschte Veränderung der Personen, d.h. das Erreichen der jeweils angestrebten Lehrziele, wahrscheinlicher macht als andere Zuordnungen) [sind]“ (Leutner und Kröner, 2018, S. 610). Offensichtlich gilt die Umkehrung dieser Aussage jedoch nicht, da Diagnosen, die auf die Optimierung des Lernprozesses ausgerichtet sind, oftmals nicht mit einer Selektionsentscheidung einhergehen. Für die vorliegende Arbeit ist nur das erste Ziel, die Optimierung des Lernprozesses, relevant.

Die dazu durchgeführten Diagnosen lassen sich weiter unterteilen, wobei in den Unterteilungen jeweils andere Aspekte in den Blick genommen werden und sich kein ausschließendes Gesamtsystem bilden lässt. Im Folgenden wird nur auf die Unterscheidungen eingegangen, die für die weitere Arbeit relevant sind.