

## 1 Einleitung

Das schulische Lernen ist maßgeblich durch die individuellen Voraussetzungen der Lernenden geprägt (Hardy et al., 2019; Subban, 2006; Tomlinson et al., 2003). Wie beträchtlich die Unterschiede in den Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler tatsächlich sind, zeigen beispielsweise die Ergebnisse der PISA-Studie (*Programme for International Student Assessment*) in regelmäßigen Abständen. Unterschiede lassen sich hierbei nicht nur in Bezug auf kognitive Lernvoraussetzungen, wie die naturwissenschaftliche Kompetenz, sondern auch im Hinblick auf affektiv-motivationale Lernvoraussetzungen wie das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen oder die Motivation im Unterricht herausstellen, wie Ergebnisse aus dem Jahr 2015 zeigen (Schiepe-Tiska, Rönnebeck et al., 2016; Schiepe-Tiska, Simm & Schmidtner, 2016). Nicht zuletzt aufgrund der Schulschließungen im Zuge der Covid-19-Pandemie scheint sich diese Lage zunehmend zu verschärfen. Erste empirische Ergebnisse deuten an, dass die metaphorische Bildungsschere zwischen den Schülerinnen und Schülern durch die pandemiebedingten Schulschließungen noch größer wurde (Hammerstein et al., 2021). Zukünftig scheint es damit immer wichtiger zu werden, daraus resultierende individuelle Förderbedarfe im Rahmen von unterrichtlichen Bildungsprozessen zu identifizieren und aufzugreifen.

Die Abstimmung des Unterrichts auf die unterschiedlichen Lernbedarfe der Schülerinnen und Schüler ist eine Schlüsselaufgabe der Lehrkräfte, die zudem ein Merkmal für gute Unterrichtsqualität ist (Helmke, 2017; H. Meyer, 2011). Bemühungen, den Unterricht zunehmend adaptiv zu gestalten, werden in der Unterrichtspraxis und in der wissenschaftlichen Diskussion häufig unter dem Begriff der individuellen Förderung adressiert, der sich zumeist in mehr oder weniger unterschiedliche Konzepte ausdifferenziert (z. B. Dumont, 2019).

Ein verbreitetes Konzept zur individuellen Förderung im Unterricht ist die Differenzierung der Lerngruppe anhand individueller Lernvoraussetzungen (Bohl et al., 2012). Die meisten Differenzierungsansätze fokussieren hierbei vorwiegend leistungsbezogene Lernvoraussetzungen zur adaptiven Gestaltung unterrichtlicher Lehr-Lernprozesse. Evaluationsergebnisse entsprechender Ansätze verweisen aufgrund diverser Forschungszugänge und konträrer Ergebnisse auf keine eindeutige Befundlage (Smale-Jacobse et al., 2019; Steenbergen-Hu et al., 2016). Für das Fach Chemie wurden bislang auch nur vereinzelt Studien durchgeführt, um potenzielle Effekte näher aufzuklären, wobei auch hier ein Schwerpunkt auf der Evaluation leistungsadaptiver Unterrichtsgestaltung liegt (Anus, 2015; Hauerstein, 2019; Kallweit & Melle, 2017). Gleichwohl in der Literatur auch die affektiv-motivationale Heterogenität im Unterricht diskutiert wird (Lazarides & Schiepe-Tiska, 2022), nutzen die meisten Forschungsansätze – insbesondere im Fach Chemie – interindividuell unterschiedliche affektiv-motivationale Lernvoraussetzungen nicht zur adaptiven Unterrichtsgestaltung. Aus diesem Grund befasst sich die vorliegende Arbeit mit der Entwicklung und Evaluation eines interessenbasierten Differenzierungsansatzes für das Fach Chemie.

Die Berücksichtigung affektiv-motivationaler Lernvoraussetzungen kann durch die Öffnung des Unterrichts im Hinblick auf die Auswahl der bereitgestellten Lernmaterialien ermöglicht werden, die hinsichtlich des Themas oder des Anwendungsbezugs variieren (Gijsbers et al., 2020; Morgan & Wagner, 2013; Tomlinson et al., 2003). Aus lehr-lernpsychologischer Perspektive führt die Bereitstellung von Wahloptionen zur Befriedigung des psychologischen Grundbedürfnisses nach Autonomie, welches sich gemäß der Selbstbestimmungstheorie positiv auf die intrinsische Motivation und die Leistung der Lernenden auswirkt (Ryan & Deci, 2020). Zugleich betonen Forschungsarbeiten aber auch die Bedeutsamkeit der Passung zwischen individuellen Merkmalen der Lernenden und den spezifischen Merkmalen der Aufgaben (Wilde et al., 2018). Für das Fach Chemie ist bislang unklar, wie Lernmaterialien und die konkrete Lehr-Lernsituation im Unterricht gestaltet werden können, um affektiv-motivationale Lernvoraussetzungen im Sinne eines interessenbasierten Differenzierungsansatzes aufzugreifen. Forschungsarbeiten aus dem kontextorientierten Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht verweisen hierbei auf das Potential des Einsatzes systematisch variierten Kontexte (z. B. Broman et al., 2018; Habig et al., 2018; Sevian, Hugi-Cleary et al., 2018; van Vorst & Aydogmus, 2021).

Das kontextorientierte Lernen ist im naturwissenschaftlichen Lernen sehr verbreitet und im Chemieunterricht verpflichtend umzusetzen (z. B. Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019). Zentral ist die Idee, durch den Einsatz von lebensweltlichen Kontexten die Relevanz der Unterrichtsinhalte zu steigern und damit das Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern zu erhöhen (Gilbert, 2006; Pilot & Bulte, 2006). Empirische Befunde deuten darauf hin, dass unterschiedliche Kontexte für unterschiedliche Gruppen von Lernenden geeignet sind, ohne jedoch konkret aufzuschlüsseln, welche Kontexte für welche Lernenden genutzt werden sollten (Habig et al., 2018; Podschuweit & Bernholt, 2018; van Vorst & Aydogmus, 2021). Insgesamt besteht damit aktuell ein Desiderat hinsichtlich der Adaptivität der Kontexte für einzelne Lernendengruppen, wobei dieses Desiderat für die adaptive Unterrichtsgestaltung in einem interessenbasierten Differenzierungsansatz zwingend aufzulösen ist.

Im Zentrum der ersten Projektphase dieser Arbeit stand deshalb die Untersuchung der Kontextwahl und der Adaptivität der von den Lernenden gewählten Kontexte. Hierfür wurde eine explanative Studie mit Schülerinnen und Schülern aus dem dritten Lernjahr im Fach Chemie an Gymnasien und Gesamtschulen durchgeführt. Relevante Personenmerkmale wurden hier mithilfe von psychometrischen Leistungs- und Persönlichkeitstests erhoben. Chemielernende haben eine selbstgewählte kontextorientierte Aufgabe zum Inhaltsfeld *saure und alkalischen Lösungen* bearbeitet, die in systematisch variierte Kontexte eingebettet war. Die Adaptivität der selbstgewählten Kontexte wurde durch die Erhebung der aufgabenbezogenen Zufriedenheit, des situationalen Interesses und der kognitiven Belastung in den Blick genommen.

Die aus dieser ersten Teilstudie abgeleiteten Implikationen zur Adaptivität der Kontexte wurden genutzt, um die konkrete Ausgestaltung der unterrichtlichen Lehr-Lernsituation im Rahmen der interessenbasierten Differenzierung näher zu untersuchen. Ein besonderer Fokus lag darauf, die Bedeutung der Kontextwahl und der Passung zwischen den Kontexten und den Lernvoraussetzungen der Lernenden für den Lernprozess zu analysieren. Dazu wurde eine experimentelle Studie im Prä-Post-Design in den regulären Chemieunterricht von Chemielernenden des dritten Lernjahres an Gymnasien und Gesamtschulen integriert. Kontrastiert wurden drei Untersuchungsgruppen, die gezielt im Hinblick auf die Kontextwahl und die Adaptivität zwischen Kontext und den Lernvoraussetzungen der Lernenden variiert wurden. Dafür wurde vorab ein Vorhersagemodell zur Zuweisung von passgenauen Kontextaufgaben mithilfe von maschinellem Lernen entwickelt, dessen Prädiktionsgenauigkeit im Projektverlauf mehrfach überprüft wurde. Die Lernenden arbeiteten im Verlauf einer kontextorientierten Lerneinheit an drei sequenzierten Teilaufgaben zum Inhaltsfeld *saure und alkalische Lösungen*, die in systematisch variierte Kontexte integriert wurden. Dabei wurden die aufgabenbezogene Zufriedenheit, das situationale Interesse und die kognitive Belastung lernprozessbegleitend nach jeder Teilaufgabe sowie der erreichte Fachwissenszuwachs am Ende der vollständigen Lerneinheit erfasst.

## 2 Individuelle Förderung im Unterricht

In der Abschlussempfehlung des Forums Bildung zum Umgang mit den eklatanten Ergebnissen der PISA-Studie wird die individuelle Förderung erstmals an exponierter Stelle als eine von zwölf Empfehlungen zur Reform des Bildungssystems genannt (Forum Bildung, 2002). Als Reaktion auf diese Empfehlung wurde individuelle Förderung der Schülerinnen und Schüler durch einen Großteil der Bundesländer in ihren Schulgesetzen verankert, ohne dass diesen Gesetzestexten ein einheitliches Konzept der individuellen Förderung zugrunde lag (Fischer, 2014). Der fehlende Konsens in Bezug auf ein gültiges Konzept der individuellen Förderung zeigt sich auch im wissenschaftlichen Diskurs (Klieme & Warwas, 2011; Wischer, 2014). Hier wird der Begriff bisweilen sogar als „...(politische[r]) *Containerbegriff* [bezeichnet]..., der unterschiedlichste und nahezu beliebige Konzepte, Handlungsprogramme und normative Orientierungen umfasst“ (Maykus et al. (2011, S. 140) bezeichnet.

Inhaltlich erscheint es sinnvoll, sich einer Definition über die Bedeutung der beiden Begrifflichkeiten zu nähern. Der Begriff *individuell* bezieht sich auf das Individuum, welches im Lateinischen für das Unteilbare steht. Das Individuum steht in der Bildungssprache häufig für den Menschen als Einzelwesen (Ritter, 1976). Der Begriff der *Förderung* bezeichnet im Allgemeinen die Tätigkeit, jemanden zu unterstützen, um Leistung, Anstrengung und Entwicklung anzuregen (Werner, 2011). Aus der Perspektive der Erziehungswissenschaft kann Förderung als zielorientierte und intendierte pädagogische Intervention beschrieben werden, die von einem Zusammenhang zwischen dem pädagogischen Handeln und dem Kompetenzerwerb ausgeht (Maykus et al., 2011). Dieser Prozess ist vielschichtig, umfasst unterschiedliche Bereiche, Lernendengruppen sowie diverse Ziele. So können insbesondere fachspezifische Kompetenzen oder motivationale Aspekte adressiert werden. Weiterhin können spezifische Lernendengruppen, wie Hochbegabte oder Leistungsschwache, gefördert werden. Ebenso ist eine geschlechterspezifische Förderung denkbar (Wischer, 2014). Die Förderung ergibt sich dabei aus den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und der Tatsache, dass nicht alle Schülerinnen und Schüler die Ziele des Unterrichts erreichen. Förderung stellt damit eine Optimierung der schulischen Lernprozesse dar (Arnold & Richert, 2008).

Folglich scheint bereits der Begriff der Förderung die individuellen Voraussetzungen der Lernenden zu fokussieren. Klieme und Warwas (2011, S. 807) merken diesbezüglich an, dass ein erziehungswissenschaftlicher Theoriediskurs über den Begriff der individuellen Förderung obsolet ist, da „...sie keinen spezifischen Begriffsinhalt hat“. Trotz dessen liefert Dumont (2019) in einem Übersichtsartikel zu individueller Förderung eine Definitionsgrundlage, in der verschiedene Definitionen kontrastiert werden. Hierbei arbeitet die Autorin heraus, dass alle Definitionen darin übereinstimmen, die Bedürfnisse aller Schülerinnen und Schüler in den Blick zu nehmen. Weiterführend kann die Berücksichtigung individueller Dispositionen sowie die optimale Unterstützung der Lernenden im Lernprozess als zentrales Merkmal indi-

vidueller Förderung herausgearbeitet werden. Unterschiede liegen hier besonders in der Umsetzung. So konstatiert auch C. Fischer (2014), dass es sich bei individueller Förderung um einen Sammelbegriff handelt, der verschiedene Konzepte und Ansätze zusammenfasst.

Unter Betrachtung der dargelegten Diskussion zum Begriff der individuellen Förderung sollen im Rahmen dieser Arbeit unter individueller Förderung alle Konzepte und Ansätze verstanden werden, die allen Schülerinnen und Schülern unter Berücksichtigung der individuellen Lernvoraussetzungen eine optimale Potenzialentfaltung im Sinne der Persönlichkeits- und Kompetenzentwicklung ermöglichen.

### 2.1 Differenzierung im Unterricht

Zum Umgang mit Heterogenität und zur individuellen Förderung aller Schülerinnen und Schüler haben sich mittlerweile eine Vielzahl von Ansätzen entwickelt. Diese Ansätze sind aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Traditionen hervorgegangen, wodurch sie zum Teil voneinander abweichende Schwerpunkte aufweisen, aber nicht immer klar abgrenzbar sind, sodass verschiedene Ansätze mit gleichen Begrifflichkeiten beschrieben werden (Bohl et al., 2012; Dumont, 2019; C. Fischer, 2014; Vock & Gronostaj, 2017).

Das Konzept des adaptiven Unterrichts (oder der Adaptivität) stammt aus der Lehr-Lernpsychologie und kann als Ursprung verschiedener Konzepte der individuellen Förderung angesehen werden (Bohl et al., 2012; Wischer & Trautmann, 2012). Theoretisch geprägt wurde das Konzept des adaptiven Unterrichts besonders durch den *Aptitude-Treatment-Interaction (ATI)*-Ansatz von Cronbach und Snow (1981). Die zentrale Grundannahme ist hierbei, dass die Wirkung von bestimmten Unterrichtsmaßnahmen (engl. *treatment*) maßgeblich durch die Merkmale der Lernenden (engl. *aptitude*) beeinflusst wird. So wird beispielsweise angenommen, dass Lernende mit ungünstigen Lernvoraussetzungen (z. B. niedrige Intelligenz, geringes Vorwissen) von strukturierten und gesteuerten Lernprozessen profitieren. Andererseits profitieren Lernende mit günstigen Lernvoraussetzungen eher von selbstreguliertem Lernen in einer offenen Lernumgebung (R. E. Snow, 1989).

In Anbetracht dieser Ergebnisse liegt die Vermutung nahe, dass ein sogenannter *one-size-fits-all*-Ansatz, d. h. allen Lernenden das gleiche Lernangebot zu unterbreiten, nur wenig zielführend ist, um alle Lernende in einem Lernprozess angemessen zu adressieren. Adaptiver Unterricht bietet Lernangebote, die an die individuellen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler anknüpfen (Corno, 2008). In diesem Zusammenhang bezeichnen Hardy et al. (2011) alle Lerngelegenheiten als adaptiv, die zu einer Annäherung von leistungsschwachen und leistungsstarken Lernenden beitragen und zu überdurchschnittlichen Effekten hinsichtlich kognitiver sowie affektiv-motivationaler Lernergebnisse führen. Wirksame Lernprozesse

resultieren dabei aus methodisch-didaktischen Angeboten, die den individuellen Lernvoraussetzungen angepasst sind und die individuell unterschiedlich von den Schülerinnen und Schülern genutzt werden.

Diese Anpassung kann auf zwei unterschiedlichen Ebenen stattfinden (Corno & Snow, 1986). Mikroadaptationen finden während der Lerngelegenheit statt. Sie betreffen vorrangig Anpassungen in der Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden, die meistens eher kurzfristig sind. Weit verbreitet ist etwa eine kontinuierliche Rückmeldung zum erreichten Lernfortschritt im Lernprozess in Form von Feedback (Black & Wiliam, 2009). Daneben können auch Strukturierungshilfen und weitere Unterstützungshandlungen der Lehrenden mikroadaptiv wirken (Corno, 2008; Parsons et al., 2018). Makroadaptationen betreffen dagegen eher übergeordnete Anpassungen des Unterrichts, die zudem langfristig angelegt sind. Darunter werden überwiegend Anpassungen für kleinere Gruppen von Lernenden mit ähnlichen Lernvoraussetzungen gefasst. Ein zentrales makroadaptives Konzept ist die aus der Schulpädagogik bzw. Didaktik stammende Differenzierung (Wischer & Trautmann, 2012).

Der terminologische Ursprung des Begriffs Differenzierung liegt im lateinischen Wort *differe*, was so viel wie „verschieden sein, sich unterscheiden“ bedeutet. In diesem Zusammenhang adressiert der Begriff – wie auch andere Konzepte zur individuellen Förderung – die bereits vielfach aufgeführte Heterogenität der Lernenden. Wegen der unterrichtspraktischen Ausrichtung des Konzeptes liegt der Schwerpunkt nicht auf der möglicherweise illusorischen Annahme, jedem und jeder Lernenden ein individualisiertes Unterrichtsangebot zu machen, sondern zielt auf unterschiedliche Gruppen von Lernenden. Kerngedanke ist die Bereitstellung eines Lernangebots, welches an kleinere Lernendengruppen angepasst ist, die vorher auf Grundlage bestimmter Merkmale (z. B. der Leistungsfähigkeit) zusammengesetzt wurden (Bohl et al., 2012). Mit Bezug auf Arnold und Richert (2008) sei angemerkt, dass ein derartiges Angebot zwar adaptiv für die jeweilige Lernendengruppe sein kann, aber nicht zwangsläufig für jeden Schüler oder jede Schülerin dieser Gruppe.

Die Lernenden können auf verschiedenen Ebenen differenziert werden, was durch die äußere und innere Differenzierung beschrieben wird. Beide Begriffe gehen im Wesentlichen auf Klafki und Stöcker (1976) zurück, die das Konzept besonders in den 1970er-Jahren publik machten. Die Autoren definieren wie folgt:

„Innere Differenzierung meint dabei all jene Differenzierungsformen, die *innerhalb* einer gemeinsam unterrichteten Klasse oder Lerngruppe vorgenommen werden, im Unterschied zu allen Formen sog. *äußerer* Differenzierung, in der Schülerpopulationen nach irgendwelchen Gliederungs- oder Auswahlkriterien – z. B. den Gesichtspunkten unterschiedlichen Leistungsniveaus oder unterschiedlicher Interessen – in Gruppen aufgeteilt werden, die räumlich getrennt und von verschiedenen Personen bzw. zu verschiedenen Zeiten unterrichtet werden.“ (Klafki & Stöcker, 1976, S. 497)

Maßnahmen der äußeren Differenzierung betreffen damit vor allem die Verteilung der Lernenden auf unterschiedliche Schulformen, aber auch die vorzeitige Einschulung oder Zurückstellungen zählen zu äußerer Differenzierung. Innerhalb der Schule findet äußere Differenzierung durch Wahl(pflicht)kurse (z. B. Naturwissenschaften oder weitere Fremdsprachen), der Fachleistungsdifferenzierung in G- und E-Kurse an Gesamtschulen oder der Wahl von Grund- und Leistungskursen in der gymnasialen Oberstufe statt (Vock & Gronostaj, 2017). Die innere Differenzierung (auch Binnendifferenzierung) zielt dagegen auf die Berücksichtigung der Bedarfe von Lernenden innerhalb der Lerngruppe, indem die Lernenden anhand vorab definierter Kriterien in kleinere Gruppen aufgeteilt werden, denen dann passende Lernangebote unterbreitet werden (Trautmann & Wischer, 2009)

Im internationalen Forschungsraum findet man das Konzept der inneren Differenzierung unter Stichwörtern wie *within-class grouping* oder *ability grouping*, wobei letzteres als leistungsbezogene Differenzierung zu verstehen ist. Die Gruppierung kann hier so organisiert werden, dass die Gruppen hinsichtlich ausgewählter Merkmale gleich (*homogenous*) oder verschieden sind (*heterogeneous*). Es bestehen auch gewisse Analogien zum Konzept der *differentiated instruction*, welches maßgeblich von Tomlinson (z. B. 1999) geprägt wurde. Das Konzept ist allerdings nicht nur auf die Anpassung der Lernangebote für Lernendengruppen beschränkt, sondern nimmt explizit auch die Bedürfnisse einzelner in den Blick (Tomlinson et al., 2003). Damit kann es eher als ein Oberbegriff beschrieben werden, der verschiedene Ansätze individueller Förderung umfasst.

In der Literatur sind zahlreiche Möglichkeiten zur Differenzierung beschrieben. Im Wesentlichen lassen sich diese Möglichkeiten auf die Gruppierung von Lernenden im Hinblick auf bestimmte Lernvoraussetzungen und die darauf abgestimmte Anpassung des Unterrichtsangebots reduzieren.

Tomlinson (1999) nennt die Leistungsfähigkeit, das Interesse sowie den Lernstil als mögliche Lernvoraussetzungen, die zur Gruppierung genutzt werden können. Der Lernstil ist hierbei die bevorzugte Lernweise des Lernenden (z. B. visuell, auditiv oder motorisch-kinästhetisch). Meyer (2011) benennt die (vermutete) Leistungsfähigkeit, die diagnostizierte Kompetenzstufe, den individuellen Förderbedarf, das Geschlecht sowie das Interesse als weitere personenbezogene Kriterien. Hierbei nimmt die Diagnose der Lernbedürfnisse der Schülerinnen und Schüler einen zentralen Stellenwert ein. Die Diagnose der affektiv-motivationalen Lernvoraussetzungen fällt den Lehrkräften deutlich schwerer als die der leistungsbezogenen Lernvoraussetzungen (Karing, 2009). Aus diesem Grund können beispielsweise auch standardisierte Testverfahren zum Einsatz kommen, die objektivere Urteile zulassen (Hardy et al., 2019; Wagner, 2016). Die Diagnose von leistungsbezogenen Lernvoraussetzungen wurde zur Differenzierung schon häufiger mithilfe von standardisierten Instrumente durchgeführt (z. B. Anus, 2015). Dagegen stehen für die Diagnose von affektiv-motivationalen Lernvoraussetzungen im Unterricht bislang keine standardisierten Instrumente zur Verfügung. Demzufolge

wird bei der Differenzierung der Lerngruppe anhand affektiv-motivationaler Lernvoraussetzungen in der Regel keine standardisierte Diagnose der Lernvoraussetzungen durchgeführt. Stattdessen werden den Lernenden häufig mehrere Aufgaben angeboten, aus denen sie auswählen können (siehe Kapitel 3).

Die Anpassung des Unterrichtsangebots wird auch als didaktische Differenzierung bezeichnet und umfasst die Auswahl passender Inhalte, Methoden und Ziele (Meyer, 2011). Diese Unterteilung findet sich unter den Begriffen *content*, *process* und *product* auch bei Tomlinson (1999) wieder. Weitere Möglichkeiten zur Differenzierung des Unterrichtsangebots finden sich in der Literatur (z. B. bei Brüning & Saum, 2010; Klafki & Stöcker, 1976), lassen sich aber meist einem der drei Oberbegriffe zuordnen.

Zunächst können unterschiedliche Inhalte für die Lernenden eingesetzt werden. Hierbei können Inhalte genutzt werden, die hinsichtlich ihrer Komplexität (bzw. dem Anforderungsniveau) an die Leistungsfähigkeit der Lernenden adaptiert sind (Brüning & Saum, 2010; Klafki & Stöcker, 1976). Dies wird zumeist unter leistungsbezogener Differenzierung bzw. *ability grouping* gefasst. Weiterhin können Inhalte in Bezug auf das Thema variiert werden, um unterschiedliche Interessen der Lernenden anzusprechen (Meyer, 2011). Im Sprachunterricht können die Lernenden beispielsweise aus unterschiedlichen Lesetexten wählen, die zu ihren Interessen passen (z. B. Morgan & Wagner, 2013). Aber auch im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht können fachliche Konzepte mit unterschiedlichen Anwendungsbezügen aus dem alltäglichen Leben der Schülerinnen und Schüler verknüpft werden, um unterschiedliche Interessen zu adressieren (Gijssbers et al., 2020). Ein derartiger Ansatz ist als interessenbasierte Differenzierung zu verstehen.

Inhalte können methodisch-didaktisch unterschiedlich vermittelt werden. Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lernprofile können hier variierende Formen kooperativer Arbeit, unterschiedliche Lerntempi oder auch weitere methodische Zugänge angeboten werden (Tomlinson, 1999). In diesem Zusammenhang ist auch die Öffnung des Unterrichts als zentraler Baustein zu nennen. Hierbei werden zwei gegensätzliche Pole für die Differenzierung unterschieden. Nach Heymann (2010) wird das Lernen in geschlossenen Differenzierungsformen so organisiert, dass den Lernenden ein passendes Lernangebot zugewiesen wird. In offenen Differenzierungsformen können Lernende dagegen selbstständig ihren Lernweg und ein passendes Lernangebot auswählen.

Letztlich können die angepassten Inhalte und deren methodisch-didaktische Umsetzung in divergente Lernziele für die Schülerinnen und Schüler resultieren. Besonders die Verbindlichkeit der Curricula begrenzt allerdings die Anpassung der Lernziele (Riedel, 2008). In diesem Zusammenhang bietet die Ausdifferenzierung der Bildungsstandards in Mindest-, Regel- und Optimalstandards einen ersten Anhaltspunkt, um angepasste Lernziele festzusetzen (Vock & Gronostaj, 2017). So können die Lernenden beispielsweise unterschiedliche Lernprodukte am Ende des Lernprozesses hervorbringen (Tomlinson, 1999).

## 2.2 Forschungslage zur Differenzierung im Unterricht

Die Ergebnisse der PISA-Studie aus dem Jahr 2015 verweisen darauf, dass es einen Zusammenhang zwischen der Testleistung der Schülerinnen und Schüler und der Häufigkeit des Einsatzes adaptiver Maßnahmen im Unterricht gibt (OECD, 2016). Aufgrund der Anlage der Befragung können diese Effekte allerdings nicht eindeutig auf ein bestimmtes Konzept individueller Förderung zurückgeführt werden. Konkrete Aussagen lassen sich aus der viel beachteten (Meta-)Metaanalyse von Hattie (2012) zum Einfluss unterschiedlicher Merkmale auf den Lernerfolg ableiten. Hier zeigen sich klare Tendenzen zugunsten von Unterrichts Anpassungen, welche die Lehrenden-Lernenden-Interaktion im Sinne von Mikroadaptation betreffen. So weisen insbesondere die formative Evaluation ( $d = 0.90$ ) und Feedback ( $d = 0.73$ ) eine der höchsten Effektstärken abseits der Merkmale der Lernenden (z. B. Selbsteinschätzung des eigenen Leistungsniveaus) auf. Makroadaptive Maßnahmen wie die interne Differenzierung ( $d = 0.16$ ) zeigen eher kleine Effekte.

Die Effektivität von Differenzierungsmaßnahmen wurde vorrangig im Zuge des within-class grouping und ability grouping untersucht (Dumont, 2019). Folglich betrachten die meisten Studien die Auswirkungen eines leistungsgestützten Differenzierungsansatzes. Die Forschungslage ist in diesem Zusammenhang als äußerst diffus zu bezeichnen, da viele Studien konträre Ergebnisse zeigen.

Zahlreiche Untersuchungen deuten auf positive Effekte zugunsten einer homogenen Gruppierung im Vergleich zur heterogenen Gruppierung hin, wobei die Anpassung des Unterrichtsangebots an die Bedürfnisse der unterschiedlichen Gruppen als entscheidender Faktor bei der homogenen Gruppierung identifiziert werden kann (Lou et al., 1996; Slavin, 1986; Kulik & Kulik, 1982; Smale-Jacobse et al., 2019). Eine aktuellere Metaanalyse von Steenbergen-Hu et al. (2016) fasst – ähnlich wie Hattie – die Ergebnisse von fünf Metaanalysen zusammen und kommt zum Schluss, dass die innere Differenzierung der Lerngruppe in homogene Teilgruppen anhand der Leistungsfähigkeit einen kleinen, aber statistisch signifikanten Effekt auf die Lernleistung hat. Diese Effekte zeigen sich konsistent über den Primar- und Sekundarstufenbereich in älteren und aktuelleren Metaanalysen (Kulik & Kulik, 1982, 1992; Slavin, 1987; Lou et al., 1996; Smale-Jacobse et al., 2019). Auffällig ist hierbei allerdings, dass die Effektstärken der einzelnen Untersuchungen, die in die Metaanalyse einfließen, zum Teil stark divergente Effektstärken zeigen. So weisen die vier von Smale-Jacobse et al. (2019) ausgewählten Studien zur homogenen Differenzierung kleine bis große Effektstärken ( $0.28 \leq d \leq 4.50$ ) auf. Die Studien mit den höchsten Effektstärken nutzten neben der Leistungsfähigkeit auch den bevorzugten Lernstil (Bal, 2016) und die dominante Intelligenzdomäne (Altıntaş & Özdemir, 2015a, 2015b; siehe auch Gardner, 2016 für die Theorie der multiplen Intelligenzen) zur Differenzierung, weshalb eine eindeutige Kausalinterpretation der Studien problematisch ist.

Innerhalb der Untersuchungen zur leistungsbasierten Differenzierung deuten sich Interaktionseffekte des Differenzierungsansatzes mit der Gruppenzusammensetzung und der Leistungsfähigkeit auf die Lernleistung der Lernenden an. Lou et al. (1996) geben hier an, dass Lernende mit einer geringen Leistungsfähigkeit eher von heterogenen Gruppierungen profitieren, während Lernende mit einer mittleren Leistungsfähigkeit von homogenen Gruppierungen profitieren. Für das Lernen von leistungsstarken Schülerinnen und Schülern ist die Gruppenzusammensetzung irrelevant. Parallel belegen die von Lou et al. (1996) berücksichtigten Studien eine höhere Effektivität von leistungsbasierten Differenzierungsmaßnahmen für leistungsschwache Lernende ( $d = 0.37$ ) im Vergleich zu Lernenden mit mittlerer ( $d = 0.19$ ) und hoher Leistungsfähigkeit ( $d = 0.28$ ). Dagegen indizieren die von Kulik und Kulik (1992) untersuchten Studien, dass leistungsstarke ( $d = 0.30$ ) hinsichtlich der Lernleistung mehr als durchschnittliche ( $d = 0.18$ ) und leistungsschwache ( $d = 0.16$ ) Schülerinnen und Schüler von leistungsbasierter Differenzierung in homogenen Lernendengruppen profitieren. Steenbergen-Hu et al. (2016) konkludieren sogar, dass die Wirksamkeit leistungsbasierter Differenzierungsmaßnahmen auf die Lernleistung unabhängig vom Leistungsniveau der Schülerinnen und Schüler ist.

Im Gegensatz zu potenziellen Leistungseffekten werden die Auswirkungen von leistungsbasierter Differenzierung auf affektive Merkmale seltener berücksichtigt (Smale-Jacobse et al., 2019). Hier gibt es allerdings Hinweise auf positive Effekte der leistungsbasierten Differenzierung in Bezug auf die Einstellung gegenüber dem Unterrichtsfach. Das Selbstkonzept der Lernenden wird dagegen nicht beeinflusst (Kulik & Kulik, 1982; Lou et al., 1996).

Zu interessengestützten Differenzierungsmaßnahmen finden sich bislang keine Metaanalysen, welche die Ergebnisse mehrerer Studien aggregieren. Demzufolge erwähnt auch Hattie (2012) keine Anpassungen im Unterricht gemäß unterschiedlicher Interessen der Lernenden. Im Bereich der Sprachdidaktik wurden einzelne Studien durchgeführt, die unterschiedliche Interessen der Lernenden durch die Bereitstellung von unterschiedlichen Lesetexten berücksichtigen. Diesen Studien kann meistens allerdings kein klarer Ansatz der individuellen Förderung im Sinne der Individualisierung oder Differenzierung zugeordnet werden. Im Gegensatz zu den primär quantitativ angelegten Studien, die in den Metaanalysen zur leistungsbasierter Differenzierung berücksichtigt werden, haben viele Studien hier einen qualitativen Forschungszugang. Morgan und Wagner (2013) haben eine dreiwöchige Unterrichtseinheit an einer High-School in den USA durchgeführt, in der die Lernenden eigene Bücher zum Lesen auswählen konnten. Durch Gespräche mit den Lernenden kamen Morgan und Wagner zu dem Schluss, dass die Lernenden durch die selbstständige Wahl engagierter beim Lesen waren. Die Untersuchungen von Ivey und Johnston (2013) sowie Allred und Cena (2020) berichten von ähnlichen Effekten durch selbst gewählte Lesematerialien im Englischunterricht aufgrund von Interviews. Guthrie et al. (2007) haben in einer Mixed-Methods-Studie bei Grundschulkindern untersucht, welche Effekte eine zwölfwöchige Leseintervention hat, bei

der die Lernenden unter anderem auch Bücher zum Lesen auswählen konnten. Die quantitative Datenanalyse zeigt hierbei, dass ungefähr 22 % der Varianz in der Zunahme des Leseverständnisses durch die Wahl der Lesetexte aufgeklärt werden können. Gijsbers et al. (2020) implementierten einen interessenbasierten Differenzierungsansatz in den Mathematikunterricht von Lernenden der Sekundarstufe II. Die Lernenden hatten während der Intervention die Möglichkeit, Mathematikaufgaben auszuwählen und zu bearbeiten, die in drei unterschiedliche Anwendungsbezüge von Mathematik (Wissenschaft, Biomedizin und Sozioökonomie) eingebettet waren. Die Autorinnen und Autoren schlussfolgern, dass die Wahl der unterschiedlichen Anwendungsbezüge beim Mathematiklernen die wahrgenommene Relevanz von Mathematik bei Lernenden positiv beeinflusst, insbesondere bei Lernenden, die Mathematik bisher als eher unwichtig wahrgenommen haben. Bei der Interpretation dieses Ergebnisses sollte jedoch die fehlende Kontrollgruppe berücksichtigt werden.

Die methodisch-didaktische Anpassung des Unterrichts unter Berücksichtigung individueller Lernendenmerkmale wurde besonders im Kontext der ATI-Forschung untersucht (Cronbach & Snow, 1981). Hattie (2012) schreibt der Anpassung der Unterrichtsmethoden im Hinblick auf die Merkmale der Lernenden nur einen geringen Effekt zu ( $d = .19$ ). Diese Effektstärke kann allerdings nicht ohne weitere Einschränkungen interpretiert werden, da die berücksichtigten Studien zum Teil methodische Mängel aufweisen. In diesem Zusammenhang schreiben Corno und Snow (1977, S. 492): „...no Aptitude x Treatment interactions are so well confirmed that they can be used directly as guides to instruction“. Daran anschließend zeigt die Berücksichtigung der bevorzugten Lernstile durch die methodisch-didaktische Anpassung des Unterrichts laut Hattie (2012) eine höhere Effektstärke ( $d = .41$ ), die allerdings auf Metaanalysen basiert, die mit ähnlichen Kritikpunkten konfrontiert sind. Die von Hattie (2012) berücksichtigten Metaanalysen enthalten keine Interventionsstudien, die sich an Lernstilen ausrichten. Hattie (2012) verweist darauf, dass die Metaanalyse von Dunn et al. (1995) Studien umfasst, die Fehler in der statistischen Auswertung aufweisen. Folglich ist auch die auf Grundlage dieser Studien von Hattie (2012) berechnete Effektstärke nicht zweifelsfrei interpretierbar.

Bislang finden sich nur wenige Studien, welche die Effektivität von Differenzierungsmaßnahmen explizit im Fach Chemie untersuchen. In den wenigen Studien, die bisher durchgeführt wurden, besteht ein Fokus auf leistungsgestützte Maßnahmen der individuellen Förderung, die sich teilweise nicht eindeutig der Individualisierung oder Differenzierung zuordnen lassen.

Anus (2015) evaluierte für den Chemieunterricht eine individuelle Fördermaßnahme durch den Einsatz adaptiver Lernmaterialien. Hierbei diente ein Multiple-Choice-Test als Diagnoseinstrument zur Erfassung des Fachwissens. Darauf aufbauend erhielt eine Untersuchungsgruppe eine individuelle Aufgabenabfolge entsprechend des diagnostizierten Förderbedarfs. Die anderen beiden Untersuchungsgruppen erhielten eine zufällige Aufgabenabfolge oder

eine sachlogische Abfolge mit steigendem Schwierigkeitsgrad. Es zeigten sich keine Haupteffekte der variierten Aufgabenabfolge, allerdings konnten signifikante Interaktionseffekte zwischen den Gruppen und den kognitiven Leistungsniveaus der Lernenden identifiziert werden. Kognitiv leistungsstarke und leistungsschwache Lernende profitieren von der diagnosegestützten Aufgabensortierung und kognitiv durchschnittliche Lernende erreichten höhere Lernzuwächse durch die sachlogisch strukturierte oder zufällige Aufgabenabfolge. Wie die Autorin selbst anmerkt, sind diese Interaktionseffekte nur schwierig interpretierbar.

In einer weiteren Studie wurde die Effektivität des Einsatzes eines Selbsteinschätzungsbogens mit anschließender Bearbeitung differenzierter Aufgaben untersucht (Kallweit & Melle, 2017). Dabei wurden in einer experimentellen Feldstudie zwei Gruppen miteinander verglichen: Die Interventionsgruppe erhielt nach Verwendung des Selbsteinschätzungsbogens passende Übungsaufgaben, wohingegen die Kontrollgruppe selbstständig Aufgaben zur Bearbeitung auswählte. Die Interventionsgruppe profitierte hinsichtlich des Fachwissenszuwachses und der Beurteilung des Unterrichts signifikant von der Arbeit mit dem Selbsteinschätzungsbogen.

Hauerstein (2019) untersuchte in ihrem Dissertationsprojekt, welche Auswirkungen Strukturierung und Differenzierung durch eine Lernleiter im Chemieunterricht der Sekundarstufe I haben. Die Lernleiter wurde innerhalb der Untersuchung als Strukturierungshilfe genutzt, die zudem die Implementation von differenziertem Material erlaubt, welches hinsichtlich des Anforderungsniveaus systematisch variiert wurde. Die Ergebnisse verweisen auf keine signifikanten Effekte der Differenzierung – weder auf den Lernzuwachs noch andere affektive Variablen wie das situationale Interesse. Dieses Ergebnis wird von der Autorin auf den geringen zeitlichen Umfang der differenzierten Übungsphase zurückgeführt, die während der gesamten Intervention von etwa 12 Einzelstunden nur dreimal stattfand.

### **2.3 Kritische Würdigung der Forschungslage**

Die individuelle Förderung der Lernenden kann im Unterricht durch verschiedene Konzepte realisiert werden, für die bis dato auch eine Vielzahl an empirischen Ergebnissen zur Wirksamkeit vorliegen. Die Forschung zur individuellen Förderung kann dabei als ähnlich diffus bezeichnet werden wie schon der theoretische Diskurs. Aufgrund der vielen unterschiedlichen Konzepte zur Umsetzung von individueller Förderung im Unterricht – die teilweise synonym verwendet werden – wird die systematische Einordnung der Befunde erheblich erschwert (Bohl et al., 2012). Damit verbunden sind ungleiche Operationalisierungen in den Studien und divergente Forschungszugänge (Smale-Jacobse et al., 2019; Trautmann & Wischer, 2007). So kann insgesamt die Forschungslage zur Effektivität von individueller Förderung – trotz einer relativ hohen Anzahl von Studien – als unzureichend bezeichnet werden. Als Kon-