



Leseprobe aus Baur et al., Differenzierung beim Inquiry-based Learning im naturwissenschaftlichen Unterricht, ISBN 978-3-7799-7106-1 © 2022 Beltz Juventa in der Verlagsgruppe Beltz, Weinheim Basel <http://www.beltz.de/de/nc/verlagsgruppe-beltz/gesamtprogramm.html?isbn=978-3-7799-7106-1>

Inhalt

Die Autor:innen	7
Die Projektpartner	11
1 Einleitung	13
2 Differenzierung und Scaffolding <i>Iris Schiffl, Natalie Baumgartner-Hirscher</i>	17
3 Inquiry-based Learning (Forschendes Lernen) <i>Armin Baur, Nikoletta Xenofontos, Marios Papaevripidou</i>	34
4 Experimente und ihr Einsatz beim Inquiry-based Learning <i>Susanne Rohrmann, Lisa Virtbauer, Armin Baur</i>	60
5 Kompetenzdiagnose beim Inquiry-based Learning <i>Antti Lehtinen, Iris Schiffl, Pasi Nieminen, Natalie Baumgartner-Hirscher</i>	78
6 Differenzierungstool für Inquiry-based Learning <i>Armin Baur, Nikoletta Xenofontos, Pasi Nieminen, Susanne Rohrmann</i>	99
7 Unterrichtsbeispiele: Anwendung des Differenzierungstools <i>Armin Baur, Caroline Neudecker, Pasi Nieminen, Martina Schuknecht, Nikoletta Xenofontos</i>	133
7.1 Quellen und Schwinden bei Holz <i>Armin Baur, Martina Schuknecht</i>	133
7.2 Neutralisation von Magensäure <i>Martina Schuknecht</i>	144
7.3 Metalle reagieren mit Salzsäure <i>Martina Schuknecht</i>	153
7.4 Die Rolle von Ruß bei der globalen Erwärmung <i>Caroline Neudecker</i>	163

7.5	Faktoren, die das Schmelzen von Eis beeinflussen <i>Pasi Nieminen</i>	177
7.6	Wärme und Temperatur <i>Nikoletta Xenofontos</i>	185
7.7	Lichtsinn bei Regenwürmern <i>Armin Baur</i>	195
8	Sicherheitsbestimmungen beim experimentellen Arbeiten <i>Susanne Rohrman, Lisa Virtbauer</i>	203
9	Glossar	214
10	Danksagung	223

1 Einleitung

Innere Differenzierung ist zu einem wichtigen Thema für alle Schulfächer geworden (Heymann, 2010). Bei der inneren Differenzierung (Synonym: Binnendifferenzierung) werden die Lernenden einer Klasse in Gruppen aufgeteilt, die durch ein abgestimmtes Angebot an Lernmaterialien unterstützt werden, sodass der Lernerfolg für alle gesichert werden kann. Diese Gruppen können homogene Gruppen – leistungsstarke Gruppen, leistungsschwache Gruppen und Gruppen, die dazwischen liegen – oder heterogene Gruppen sein. Bei heterogenen Gruppen können sich die Lernenden der einzelnen Gruppen untereinander entsprechend ihrer Stärken unterstützen. Es gibt unterschiedliche Ausrichtungen der inneren Differenzierung, so können das Interesse der Schülerinnen und Schüler, ihr Vorwissen, ihr kognitiver Entwicklungsstand oder ihre Kompetenzen adressiert werden. Konzepte zur Differenzierung in Bezug auf die Leistung (Leistungsdifferenzierung) existieren hauptsächlich für inhaltliche Kompetenzen sowie Lesen, Schreiben und mathematische Kompetenzen (z. B. Tomlinson & Moon, 2013). Differenzierung in Bezug auf prozedurale Kompetenzen in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern (Biologie, Chemie und Physik) wurden bisher kaum entwickelt. Dies, obwohl die Bedeutung von prozeduralen Kompetenzen (z. B. Kompetenzen zum Ausführen von Methoden zur Erkenntnisgewinnung) im naturwissenschaftlichen Unterricht unbestritten ist (Bybee, 2002; Hodson, 2014). Der Bericht „Science Education for Responsible Citizenship“ (Hazelkorn et al., 2015) an die Europäische Union empfiehlt eine stärkere Einbindung von Inquiry-based Ansätzen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Inquiry-based Learning ist ein solcher Inquiry-based Ansatz. Inquiry-based Learning wird im deutschsprachigen Raum oft mit *Forschendem Lernen* übersetzt. Leider sind die Definitionen von Forschendem Lernen unterschiedlich (Huber, 2014) und nicht immer komplett kongruent zu Inquiry-based Learning. Zum Teil wird der Terminus Forschendes Lernen auch explizit für die Hochschullehre verwendet (siehe hier z. B. Huber, 2014). Aus diesem Grund wird im Buch, um Missverständnisse auszuschließen, die englische Begrifflichkeit Inquiry-based Learning verwendet, da wir uns stark am internationalen Inquiry-based-Learning-Konzept orientieren. Die Verbindung zwischen prozeduralen Kompetenzen und dem Lehr-Lern-Ansatz des Inquiry-based Learnings besteht darin, dass sich beim Inquiry-based Learning Schülerinnen und Schüler selbstaktiv neues Wissen durch den Einsatz eigener Untersuchungen aufbauen. In Bezug auf eine gute Implementation von Inquiry-based Learning ist es wichtig zu betonen, dass unserer Meinung nach diese nicht stattfinden kann, wenn die Schülerinnen und Schüler nicht explizit die Methoden zur Erkenntnisgewinnung (Methoden für Inquiry-Aktivitäten) erlernen, üben und ausführen. Das Experimentieren nimmt unter allen Erkennt-

nisgewinnungsmethoden eine besondere Stellung im naturwissenschaftlichen Unterricht ein (Baur & Emden, 2020; Emden & Baur, 2017; Schwichow et al., 2016). Alle naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsmethoden in einem Buch zu thematisieren, erschien uns nicht zielführend, da dies den unterschiedlichen Methoden nicht ausreichend gerecht werden würde, daher wird das Experimentieren als eine im naturwissenschaftlichen Unterricht oft eingesetzte Methode der Erkenntnisgewinnung zusammen mit der Leistungsdifferenzierung für prozedurale Kompetenzen zum Experimentieren in diesem Buch fokussiert. Prozedurale (Teil-)Kompetenzen beim Erkenntnisgewinn mit Experimenten sind: Forschungsfragen formulieren, Hypothesen aufstellen, Experimente planen, Experimente durchführen und Schlussfolgerungen ziehen (Mayer et al., 2008; Schmidt, 2016).

Wir sind der Meinung, dass das Lernen von prozeduralen Kompetenzen sehr gut mithilfe einer Verkettung von Differenzierung und Scaffolding, abgestimmt auf die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler, unterstützt werden kann. Scaffolding ist ein dynamischer Prozess, bei dem Lernende mit dem Einsatz von Hilfen, Denkanstößen, Anregungen und Ähnlichem an einer Aufgabe arbeiten, die sie ohne diese nicht lösen könnten. Beim Scaffolding wird den Schülerinnen und Schülern entsprechend ihrer Fähigkeiten Schritt für Schritt Unterstützung angeboten, bis sie die zu bearbeitende Aufgabe selbstständig ohne weitere Hilfe bewältigen können (Pea, 2004). Scaffolding kann man als Hilfe sehen, damit Lernende den nächsten schwereren Schritt schaffen können. Zusätzlich zum Scaffolding ist Differenzierung notwendig. Bei der Differenzierung wird den Schülerinnen und Schülern eine passgenaue Lernumgebung angeboten (bei der Leistungsdifferenzierung: Auswahl des Niveaus, das der Lernende bewältigen kann). Diese Lernumgebung ermöglicht das Arbeiten unter Berücksichtigung der individuellen Fähigkeiten, stellt aber dennoch eine Herausforderung für die Schülerinnen und Schüler dar. Aus diesem Grund sollten Experimentieraufgaben angeboten werden, die unterschiedliche Grade der Offenheit zulassen. Das Arbeiten der Schülerinnen und Schüler an experimentellen Aufgaben, die komplett geöffnet sind (offenes Experimentieren), ist ein Bildungsziel der naturwissenschaftlichen Fächer. Aber Schülerinnen und Schüler müssen zuerst lernen, offen zu experimentieren und benötigen eine differenzierte Lernumgebung für diesen Lernprozess. Zudem ist eine Differenzierung in der Formulierung der Aufgaben und in der Darstellung des Problems, das gelöst werden soll, hilfreich. Diagnose und Feedback sind zur Unterstützung des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler notwendig (Ingenkamp & Lissmann, 2008). Daher erfordert die Entwicklung eines Differenzierungskonzepts (zur Leistungsdifferenzierung) gründliche Kenntnisse über die Schwierigkeiten, Fehler und Fehlkonzepte der Schülerinnen und Schüler (Fehler sind hier als Lernchance und nicht als Defizit zu verstehen), über Möglichkeiten der Diagnose und des Feedbacks und natürlich Wissen über Differenzierung und Scaffolding in den Fächern selbst (in diesem Projekt sind

dies die Fächer Biologie, Chemie und Physik). Die Projektpartnerinnen und Projektpartner dieses Erasmus+-Projekts *Differentiation in Inquiry-based Learning: Focus Experimentation* (Akronym: DifferentiatInq) brachten die benötigte Expertise in Inquiry-based Learning, formativer Diagnostik, pädagogischer Diagnostik, Scaffolding, Differenzierung sowie zu Fehlern und Fehlvorstellungen von Schülerinnen und Schülern beim Experimentieren zusammen, um ein Differenzierungskonzept (Differenzierungstool) für die Unterrichtspraxis im Bereich Experimentieren zu entwickeln. Das Differenzierungskonzept wurde auf der Grundlage von Interviews mit Lehrpersonen der naturwissenschaftlichen Fächer, die zum Projektbeginn durchgeführt wurden, an die Bedürfnisse der Schulpraxis angepasst. Ein Review-Prozess durch eine externe Expertin und zwei externe Experten und ein Austausch mit den Lehrkräften der am Projekt teilnehmenden Schulen sichern die Qualität des Werks (Passung für Schulbedarfe und fachliche Richtigkeit). Die externe Gutachterin und die beiden externen Gutachter des Review-Prozesses waren: Prof. Dr. Manuela Welzel-Breuer (Pädagogische Hochschule Heidelberg, Physikdidaktik), Prof. Dr. Marcus Hammann (Universität Münster, Biologiedidaktik) und Prof. Dr. Markus Emden (Pädagogische Hochschule Zürich, Chemiedidaktik).

Die Auswertungsergebnisse der Interviews zeigten uns auf, dass eine detaillierte Darstellung und Erklärung des Inquiry-based Learnings und des Experimentierens für dieses Buch wichtig sind. Daher wurden das Kapitel 3 *Inquiry-based Learning* und das Kapitel 4 *Experimente und ihr Einsatz beim Inquiry-based Learning* im Buch aufgenommen. Beide Kapitel bieten Definitionen und weitere Erklärungen an. Da Differenzierung und Scaffolding essenzielle Bestandteile und Gegenstand dieses Buchs sind, führt Kapitel 2 *Differenzierung und Scaffolding* in beide Inhalte ein und bietet eine theoretische Betrachtung sowie praktische Gesichtspunkte von Differenzierung im naturwissenschaftlichen Unterricht an. Kapitel 5 *Kompetenzdiagnose beim Inquiry-based Learning* beschreibt die unterschiedlichen Ziele der Diagnose und Methoden zur Diagnose der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern. In Kapitel 6 *Differenzierungstool für Inquiry-based Learning* werden Differenzierung und Scaffolding mit Inquiry-based Learning – hier speziell mit dem Experimentieren – zusammengeführt. Das Differenzierungstool setzt sich aus einem Prozess aus fünf Schritten von Entscheidungen zusammen (eine Entscheidung zum Wissensbereich und vier Differenzierungsentscheidungen). Diese Entscheidungen werden benötigt, um eine individuelle Lernumgebung und einen individuellen Lernprozess zu gestalten. Das Kapitel 7 *Unterrichtsbeispiele: Anwendung des Differenzierungstools* beinhaltet konkrete Beispiele mit Unterrichtsmaterial für die Umsetzung im Unterricht. In Kapitel 8 *Sicherheitsbestimmungen beim experimentellen Arbeiten* werden abschließend Hinweise zu den Sicherheitsaspekten beim Experimentieren gegeben.

Literatur

- Baur, A. & Emden, M. (2020). How to open inquiry teaching? An alternative teaching scaffold to foster students' inquiry skills. *Chemistry Teacher International*, 1–12.
- Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy – Mythos oder Realität? In W. Gräber, P. Nentwig, T. Kobbala & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 21–43). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Emden, M. & Baur, A. (2017). Effektive Lehrkräftebildung zum Experimentieren – Entwurf eines integrierten Wirkungs- und Gestaltungsmodells. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23(1), 1–19.
- Hazelkorn, E., Ryan, C., Beernaert, Y., Constantinou, C. P., Deca, L., Grangeat, M. et al. (2015). *Science education for responsible citizenship: Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education*. EUR: 26893 EN. Publications Office of the European Union.
- Heymann, H. W. (2010). Binnendifferenzierung – eine Utopie? *Pädagogik*, 62(11), 6–11.
- Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36, 2534–2553.
- Huber, L. (2014). Forschungsbasiertes, Forschungsorientiertes, Forschendes Lernen: Alles dasselbe? Ein Plädoyer für eine Verständigung über Begriffe und Unterscheidungen im Feld forschungsnahen Lehrens und Lernens. *HSW*, (1+2), 22–29.
- Ingenkamp, K. & Lissmann, U. (2008). *Lehrbuch der Pädagogischen Diagnostik* (6. Auflage). Beltz.
- Mayer, J., Grube, C. & Möller, A. (2008). Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. In U. Harms & A. Sandmann (Hrsg.), *Forschungen zur Fachdidaktik: Vol. 10. Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Band 3. Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften Internationale Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie im VBIO, Essen 2007* (S. 63–79). StudienVerlag.
- Pea, R. D. (2004). The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 423–451.
- Schmidt, D. (2016). *Modellierung experimenteller Kompetenzen sowie ihre Diagnostik und Förderung im Biologieunterricht*. Logos.
- Schwichow, M., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T. & Härtig, H. (2016). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review*, 39, 37–63.
- Tomlinson, C. A. & Moon, T. R. (2013). *Assessment and student success in a differentiated classroom*. ASCD.

2 Differenzierung und Scaffolding

Iris Schiffl, Natalie Baumgartner-Hirscher

Differenzierung – die Anpassung des Unterrichts an individuelle Unterschiede – ist entscheidend für Schulergebnisse (Westwood, 2001). Es gibt verschiedene Möglichkeiten, auf die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler zu reagieren. Im Rahmen der äußeren Differenzierung werden Kinder und Jugendliche mit ähnlichen Leistungen, Interessen oder Kompetenzen durch die Schulorganisation getrennt. In Deutschland und Österreich geschieht dies in der Regel nach der Grundschule, in Finnland und Zypern später (mehr dazu später in Beispiel 2.2). Auf der Unterrichtsebene sprechen wir bei der Anwendung von Differenzierung von Binnendifferenzierung. Binnendifferenzierung geht auf die Unterschiede der Schülerinnen und Schüler ein und versucht geeignete Ansätze zu finden, um das Lernen optimal zu unterstützen. Wie später in diesem Kapitel erläutert wird, kann Differenzierung in homogenen Gruppen, heterogenen Gruppen und in der Einzelarbeit umgesetzt werden. Im Folgenden werden wir auf die Möglichkeiten der Binnendifferenzierung im Unterricht näher eingehen und sie mit dem Begriff Differenzierung bezeichnen.

Obwohl Differenzierung wichtig für das Lernen ist, wird sie im Unterricht nicht so oft praktiziert, wie es sein sollte (Tomlinson, 2014). Interviews, die wir mit 30 Lehrkräften geführt haben, zeigten einige Gründe hierfür auf: Einige der von uns befragten Lehrkräfte empfanden ihre Klassen als nicht heterogen genug. Das Konzept der Differenzierung und wie man es im Unterricht einsetzt, war nicht klar genug oder die Lehrkräfte hatten nicht genug Informationen darüber, wie sie damit umgehen sollten. Differenzierung wurde als relativ komplex und zeitaufwendig eingeschätzt. Die Umstände in der Schule wurden als nicht förderlich für differenziertes Lehren und Lernen angesehen. Andererseits schätzten die Lehrkräfte die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler in der Klasse, da die Lernzugänge vielfältiger werden und die Schülerinnen und Schüler voneinander lernen können. Auch die soziale Kompetenz kann auf diese Weise gefördert werden. (Interviews zur Erstellung dieses Buches mit Lehrkräften aus Zypern, Österreich, Finnland und Deutschland; 2019 durchgeführt; $n = 30$)

Es gibt viele gute Gründe, warum Differenzierung in der Schule nicht praktiziert wird. Aber es gibt auch viele Gründe, warum sie absolut notwendig und alle Anstrengungen wert ist. Differenzierung bedeutet unseres Erachtens nicht zwangsläufig mehr Arbeit. Dieses Kapitel liefert zunächst Argumente für einen differenzierenden naturwissenschaftlichen Unterricht. Später werden Möglichkeiten des Umgangs mit Differenzierung im Unterricht vorgestellt. Besonderes Augenmerk wird auf das Thema Scaffolding gelegt – eine effektive Möglichkeit

für Lehrkräfte, auf die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler zu reagieren und sie auf die nächste Entwicklungsstufe zu führen (Schnotz, 2006). Beim Scaffolding wird den Schülerinnen und Schülern Unterstützung in Form eines „Hilfsgerüsts“ angeboten, damit sie die zu bearbeitende Aufgabe selbstständig bewältigen können. Scaffolding kann man als eine Hilfe sehen, damit man den nächsten schwereren Schritt schaffen kann. Über Differenzierung wird den Lernenden eine passgenaue Lernumgebung angeboten. Differenzierung und Scaffolding überlappen sich und können nicht immer voneinander abgegrenzt werden.

2.1 Heterogenität in Klassen

Beispiel 2.1

Lucy, 13 Jahre alt, ist eine aufmerksame Schülerin. Sie hat ein großes Vorwissen, aber sie hat Probleme, ihre Arbeit zu organisieren. Tom, 12 Jahre, interessiert sich sehr für Naturwissenschaften und Mathematik. Er hat Probleme mit dem Leseverständnis und dem Schreiben. Ali, 13 Jahre, ist neu in der Klasse. Das Hauptaugenmerk seines früheren Naturwissenschaftslehrers lag auf der Reproduktion von Wissen. Die Klasse hat nicht in kooperativen oder offenen Settings gearbeitet.

Frau Schmid ist in ihrem dritten Jahr als Naturwissenschaftslehrerin in der Sekundarstufe. Die Klasse besteht aus 26 Schülerinnen und Schülern mit unterschiedlichem sozialem und kulturellem Hintergrund. Neben diesen Unterschieden gibt es eine große Vielfalt in der Art und Weise, wie die Schülerinnen und Schüler ihre Arbeit erledigen. Lernwege, Voraussetzungen und Vorwissen sind nur einige davon. Frau Schmid plant eine forschungsbasierte Lerneinheit mit dem Schwerpunkt einzellige Organismen. Was muss sie beachten? Besteht die Notwendigkeit, dass jeder und jede Lernende das gleiche Ziel erreicht? Wenn ja, wie kann sie als Lehrkraft die Lernprozesse unterstützen?

Das Beispiel 2.1 zeigt, dass Klassen keine homogenen Gruppen sind. Schülerinnen und Schüler sind Individuen, die sich in verschiedenen Heterogenitätsdimensionen unterscheiden – einige der Heterogenitätsdimensionen sind eng mit dem Lernen im Fach verbunden, wie das Vorwissen oder das Interesse am Fach. Andere wirken sich auf das Lernen in allen Fächern aus, wie Lesekompetenzen, digitale Kompetenzen oder grundlegende mathematische Kompetenzen sowie metakognitive Fähigkeiten oder Fähigkeiten zur Selbstorganisation. Obwohl Schülerinnen und Schüler Individuen sind, die sich in vielerlei Hinsicht unterscheiden, kann es einige Aspekte geben, die sie gemeinsam haben. Zum Beispiel können Schülerinnen und Schüler in einer naturwissenschaftlichen Klasse durch ihr Interesse an wissenschaftlichen Themen und Methoden verbunden sein.

Die Begriffe Heterogenität und Homogenität gehen Hand in Hand. Das Spannungsverhältnis zwischen den Begriffen „Heterogenität“ und „Homogenität“ wird in der Pädagogik oft diskutiert und ist ein reales Problem von Lehrkräften im Unterricht (Buholzer & Kummer Wyss, 2010). Der Begriff der Heterogenität – oder auch synonym verwendet Diversität, Pluralität oder Vielfalt – stellt sich als vielschichtig und komplex dar. Es besteht keine wirkliche Einigkeit über eine Definition (Zulliger & Tanner, 2013). Generell kann festgehalten werden, dass der Begriff die Vielfalt von Schülerinnen und Schülern in einem oder mehreren Merkmalen bezeichnet (Martschinke, 2015; Scholz, 2012).

Es besteht eine klare Übereinstimmung, dass Lehrpersonen im Klassenzimmer mit Homogenität und Heterogenität, Gleichheit und Vielfalt konfrontiert sind. Vor der heutigen Diskussion erkannte schon Herbart (1776–1841) die Notwendigkeit, den Lernfortschritt jeder Schülerin und jedes Schülers in den Mittelpunkt zu stellen. Lernende unterscheiden sich in ihren Persönlichkeiten, Voraussetzungen, Fähigkeiten, Talenten und damit auch in ihren Bedürfnissen. Heutzutage können Lehrkräfte aufgrund gesellschaftlicher und politischer Anforderungen wie der Umstrukturierung von Schulsystemen (Gesamt- und Gemeinschaftsschulen) und dem Wunsch nach inklusiver Bildung oder Sprach- und Kulturpluralitäten aufgrund von Migration sogar mehr Heterogenität in ihren Klassen wahrnehmen (Dixon et al., 2014). Diesen Unterschieden Aufmerksamkeit zu schenken, ermöglicht es allen Schülerinnen und Schülern, Erfolge zu erleben und dennoch ihre Unterschiedlichkeit zu wahren. Eine Orientierung des Unterrichts am Durchschnittslernenden durch die Verwendung eines Unterrichtsansatzes für alle Schülerinnen und Schüler hingegen lässt die Möglichkeiten, Interessen und Lernbedürfnisse der Lernenden außer Acht (Subban, 2006).

Aufgabe 2.1

Stellen Sie sich eine Klasse oder eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern vor, die Sie unterrichten.

Welche Aspekte haben die Schülerinnen und Schüler in dieser Klasse gemeinsam? In welchen Aspekten unterscheiden sich die Schülerinnen und Schüler Ihrer Meinung nach?

Wie fühlen Sie sich beim Unterrichten dieser speziellen Klasse, mit all den Merkmalen, die die Schülerinnen und Schüler gemeinsam haben oder in denen sie sich unterscheiden?

Beeinflussen die Unterschiede Ihren Unterricht? Wenn das der Fall ist, behindern oder erleichtern sie Ihren Unterricht?

Wie nutzen Sie die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Schülerinnen und Schüler in Ihrem Unterricht?

Sind Sie gut darauf vorbereitet, diese spezielle Gruppe von Schülerinnen und Schülern mit all ihren Bedürfnissen zu unterrichten?

Die Anpassung des Unterrichts an die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler hat einen positiven Einfluss auf ihre schulischen Leistungen (Baumgartner et al., 2003; Firmender et al., 2013; Valiandes, 2015). Schülerinnen und Schüler lernen effektiver, wenn sie in angemessener Weise gefordert werden (Tomlinson, 2014; Subban, 2006). Außerdem steigert die Berücksichtigung von Heterogenität deren Motivation, indem sie ihnen das Gefühl von Autonomie und positives Kompetenzerleben ermöglicht (Deci & Ryan, 2008). Eine Anpassung des Unterrichts findet durch Differenzierung statt.

2.2 Differenzierung als Antwort auf Heterogenität

Obwohl die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler auch positiv als Bereicherung für das Lernen gesehen werden kann, wird sie oft damit assoziiert, dass sie den Lernfortschritt oder die Kompetenzerreichung hemmt und den Unterricht komplexer macht. Daher wurden verschiedene Anstrengungen unternommen, um die Komplexität, die durch heterogene Lerngruppen entsteht, für das Schulsystem zu reduzieren. Oft sind diese Bemühungen ein Thema der Bildungspolitik. Leistungsheterogenität wird durch Schulsysteme abgeschwächt, die Schülerinnen und Schüler nach ihrem Leistungsniveau trennen (z. B. Haupt- und Realschulen sowie Gymnasien im deutschsprachigen Raum). Heterogenität, die durch individuelle Interessen verursacht wird, kann durch das Angebot von Schwerpunktthemen für Klassen oder Schulen aufgelöst werden (zum Beispiel Naturwissenschaftsklassen, Sportklassen, Musikklassen). Solche Differenzierungsbemühungen werden als äußere Differenzierung bezeichnet, da sie versuchen, durch Heterogenität verursachte Probleme außerhalb des Unterrichts zu lösen, indem homogenere Gruppen gebildet werden und die Lernenden aufgrund ihrer Unterschiede unterschiedlichen Gruppen zugewiesen werden (Scholz, 2012).

Beispiel 2.2

Schulwege und selektive Schulsysteme

Generell kann zwischen Ländern, die Schülerinnen und Schüler erst am Ende der Sekundarstufe I unterschiedlichen Schulen und Ländern mit selektiven Schulsystemen, die frühe Trennungen vornehmen, unterschieden werden. Zypern und Finnland beispielsweise trennen die Schülerinnen und Schüler erst im Alter von 12 bzw. 16 Jahren. Deutschsprachige Länder, zum Beispiel Österreich und ein großer Teil Deutschlands, selektieren Schülerinnen und Schüler direkt nach der Grundschule im Alter von 10 Jahren aufgrund ihrer Leistungen. Dahinter steht die Überzeugung, dass homogene Klassen leichter zu unterrichten sind und ihre Leistungen besser sind als jene von heterogenen Gruppen, weil sowohl

stärkere als auch schwächere Schülerinnen und Schüler besser gefordert und gefördert werden können (Kiel et al., 2015).

Der nationale Bildungsbericht für Österreich zeigt, dass die Trennung nach der Grundschule zu einer höheren Leistungsähnlichkeit führt als in der Grundschule (Breit et al., 2019). Ähnlich ist die Situation in Deutschland. Allerdings zeigen Daten der PISA-Studie (2001, 2015) dennoch Überschneidungen in den Leistungen im differenzierten Schulsystem in Deutschland für Mathematik und Naturwissenschaften (Reiss et al., 2016). Es gibt einen Zusammenhang zwischen früher Selektion und Bildungungerechtigkeit. Daten zeigen, dass Schülerinnen und Schüler, die nach der Grundschule ein höheres Bildungsniveau erreichen, häufig Kinder von Eltern mit höherer Bildung sind und auch höhere Schulabschlüsse erreichen (Bruneforth et al., 2016).

Diesbezüglich gibt es keinen Konsens über den Zusammenhang zwischen Heterogenität und Leistung. Studien belegen, dass es keinen Effekt von Heterogenität auf das individuelle Lernen von Schülerinnen und Schülern gibt (u. a. Gröhlich et al., 2009). Passend dazu zeigen die Daten des österreichischen nationalen Bildungsberichts auch Komponenten der Heterogenität in Bezug auf die soziale, kulturelle und sprachliche Herkunft der Schülerinnen und Schüler. Tatsächlich steigt im Laufe der Jahre der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die nach der Grundschule in selektiven Systemen eine höhere Ausbildung wählen (Bruneforth et al., 2016). Daher nimmt die Heterogenität in den Klassenzimmern auch in trennenden Schulsystemen zu.

Trotz aller Bemühungen, homogene Lerngruppen zu schaffen, reduziert die äußere Differenzierung nur bestimmte Aspekte der Heterogenität, während andere Aspekte bestehen bleiben. Der sinnvolle Umgang mit Unterschieden in Klassen liegt daher in der Verantwortung der Lehrkräfte. Lehrkräfte reagieren auf Heterogenität in unterschiedlicher Weise:

Sie reagieren passiv, indem sie die Unterschiede der Schülerinnen und Schüler ignorieren und den Unterricht an Durchschnittsschülerinnen bzw. Durchschnittschülern ausrichten. Der substitutive Weg verlangt von den Schülerinnen und Schülern selbst eine Adaption an den Unterricht. Unterschiedliche Lernvoraussetzungen müssen im Vorfeld des Unterrichts angepasst werden, z. B. durch Förderunterricht für Schülerinnen und mit Lernschwierigkeiten. Das Ziel ist es, alle Schülerinnen und Schüler in die Lage zu versetzen, dem Unterrichtsgeschehen selbständig zu können.

Die aktiven Reaktionsformen der Lehrkräfte bieten Unterstützung für die ganze Klasse oder für Gruppen von Schülerinnen und Schülern. Das bedeutet, dass die Lehrkraft den Unterricht an die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler anpasst und im Unterricht Hilfen bereitstellt, damit alle Schülerinnen und Schüler das Unterrichtsziel erreichen können. Meistens stellt die Lehrperson

Hilfen für verschiedene homogene Gruppen zur Verfügung, aber es ist auch möglich, heterogene Gruppen zu bilden, in denen sich die Schülerinnen und Schüler auch gegenseitig unterstützen können. Wird die Differenzierung auf diese Art umgesetzt, spricht man auch von konvergenter Differenzierung. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass Schülerinnen und Schüler mit ähnlichem Ausgangsniveau unterschiedliche Ziele verfolgen. In diesem Fall variieren sowohl das Ziel als auch die Wege, um es zu erreichen. Diese Art der Differenzierung wird auch als divergent bezeichnet (Deunk et al., 2018).

Proaktive Unterrichtsangebote gehen einen Schritt weiter und helfen einzelnen Schülerinnen und Schülern mit unterschiedlichen Lernzielen (Martschinke, 2015; Weinert, 1997). In der Praxis führt dies zu einem höheren Maß an Unterstützung, die sich auf einzelne Schülerinnen und Schüler konzentriert, die Hilfe benötigen. Alle Bemühungen, mit Heterogenität im Unterricht aktiv oder proaktiv umzugehen, sind Teil der inneren Differenzierung.

Innere Differenzierung wird durch verschiedene Methoden im Unterricht umgesetzt. In jedem Fall ist es aber unabdingbar, Unterrichtsaktivitäten zu öffnen, um den Schülerinnen und Schülern differenzierte und adaptive Themen und Lernmaterialien zur Verfügung stellen zu können. In Selbstlernphasen können die Schülerinnen und Schüler in ihrem eigenen Tempo arbeiten und werden dabei von der Lehrkraft entsprechend unterstützt. Dafür braucht die Lehrkraft besondere Qualifikationen. Diese Kompetenzen werden oft unter dem Begriff der *adaptiven Lehrkompetenzen* zusammengefasst. Sie umfassen fachliche, methodische, psychologisch-pädagogische und didaktische Kompetenzen sowie Haltungen, Motive und Selbstwirksamkeitserwartungen (Schiffel et al., 2019).

Innere Differenzierung wird als Unterrichtsprinzip unterschiedlich ausgestaltet (Tomlinson, 2014). Sie ist eine Sammlung verschiedener Konzepte, welche die Unterschiede von Schülerinnen und Schülern im Unterricht würdigen. Gängige Konzepte der Differenzierung im Unterricht sind der adaptive Unterricht (Corno, 2008; Westwood, 2018) oder das breitere Konzept der differenzierten Instruktion [DI] (Pozas et al., 2020; Suprayogi et al., 2017).

Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden der Begriff Differenzierung für den Bereich der inneren Differenzierung verwendet.

Adaptiver Unterricht ist ein Prinzip, das sich auf die Anpassung des Unterrichts an die Bedürfnisse einzelner Schülerinnen und Schüler fokussiert (Corno, 2008) und ist somit dem im deutschen Sprachgebrauch häufiger verwendeten Begriff der Individualisierung gleichzusetzen (Helmke, 2013). Besteht eine Klasse beispielsweise aus 20 Schülerinnen und Schülern, wird für jede und jeden einzelnen eine passende Unterrichtsgestaltung zur Verfügung gestellt. Um dieses Prinzip umzusetzen, müssen Lehrkräfte innere Differenzierung im Unterricht anwenden. Um adaptiven Unterricht zu implementieren, benötigen Lehrkräfte adaptive

Unterrichtskompetenzen. Darunter versteht man die Fähigkeit von Lehrkräften, Planung und Unterricht an die individuellen Bedingungen und Möglichkeiten der Lernenden anzupassen (Beck et al., 2008). Diese Definition umfasst vier Bereiche von Kompetenzen, die Lehrpersonen mitbringen müssen (Weinert, 2000). Erstens benötigen Lehrkräfte fachliche und methodische Kompetenzen in Bezug auf den Unterrichtsgegenstand. Zweitens müssen Lehrkräfte über diagnostische Kompetenzen verfügen, welche die Fähigkeiten zur Diagnose von Wissensständen, möglichen Lernfortschritten und Lernproblemen beinhalten. Die dritte geforderte Kompetenz ist die didaktische Kompetenz, die u. a. die Fähigkeit umfasst, geeignete Methoden für den Lernprozess auszuwählen. Nicht zuletzt sind auch Classroom-Management-Fähigkeiten wichtig, welche die Kompetenz beinhalten, mit Problemen und Zeit umzugehen und eine lernfreundliche Umgebung zu gestalten. Diese Kompetenzfelder sind Voraussetzungen für die Planung und Gestaltung adaptiver Bildungsprozesse.

Differenzierter Unterricht [DI] wurde ursprünglich für die Bedürfnisse leistungsstarker Schülerinnen und Schüler entwickelt, wird aber mittlerweile als Methode eingesetzt, um auf individuelle Lernbedürfnisse einzugehen und den Lernerfolg für alle Schülerinnen und Schüler zu maximieren (Gheysens et al., 2020). Ziel ist es, durch differenzierten Unterricht ein maximales Lernen für alle Schülerinnen und Schüler zu ermöglichen (Tomlinson, 2001). Differenzierter Unterricht fokussiert sich im Vergleich zu adaptivem Unterricht stärker auf die Anpassung der Unterrichtsangebote auf bestimmte Gruppen von Lernenden (Helmke, 2013). Im Gegensatz zum adaptiven Unterricht, wo jede Schülerin und jeder Schüler ein individuell abgestimmtes Lernprogramm erhält, werden im differenzierten Unterricht homogene oder gezielt heterogene Gruppe gebildet, die dann jeweils eine angemessene Unterstützung erfahren. Differenzierter Unterricht im Klassenzimmer wird durch Differenzierung in Bezug auf Inhalte, Prozesse (Aufgaben, Lernaktivitäten) oder Produkte durchgeführt (Tomlinson, 2017). Hilfestellungen bieten soziale Interaktionen mit Peers oder Scaffolds der Lehrperson – im Voraus vorbereitet oder spontan während des Unterrichts eingesetzt (Kress & Pappas, 2016; Müller, 2012, 2018; Tomlinson, 2017).

2.3 Methoden innerer Differenzierung

Gehen wir zurück zu den Interviews, die wir mit 30 Lehrkräften der Biologie, Chemie und Physik durchgeführt haben. Eine Frage, die wir den Lehrkräften stellten, betraf die Art und Weise, wie sie Differenzierung in ihrem naturwissenschaftlichen Unterricht einsetzen. Die meisten Lehrkräfte berichteten, dass sie die Interessen der Schülerinnen und Schüler und das Leistungsniveau berücksichtigen.