



## Diagnostizieren und Differenzieren im Physikunterricht

– Wie man der Heterogenität im Unterricht gerecht(er) werden kann –

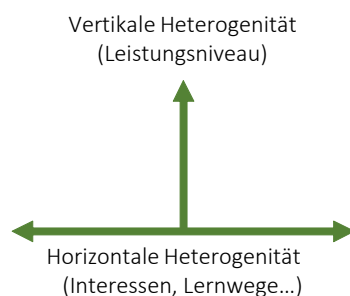
AUER, VERENA  
VERENA.AUER@GMX.NET

### Zusammenfassung

Lerngruppen können mitunter sehr heterogen sein. Die Schüler\*innen im Klassenzimmer unterscheiden sich voneinander individuell durch verschiedene Attribute, wie Vorwissen, Interesse usw. sowie in ihrer Leistungsfähigkeit. Als Lehrperson hat man durch innere Differenzierungsmaßnahmen die Möglichkeit, die Schüler\*innen in ihren Stärken und Schwächen gezielter zu fördern sowie ihnen Freiräume zu ermöglichen, um ihre Interessen zu vertiefen. Voraussetzung für die Umsetzung differenzierter Unterrichts ist die Kenntnis und Anwendung pädagogischer Diagnostik, um den Lernstand adäquat zu erheben. Die hier vorgestellten Diagnosemethoden und -instrumente bieten einen Überblick, wie Schüler\*innenleistungen prozessorientiert festgestellt werden können. Zudem werden verschiedene Möglichkeiten innerer Differenzierungsmaßnahmen im Physikunterricht beschrieben sowie praktische Tipps für ihre Umsetzung gegeben. Am Ende wird auf die differenzierte Leistungsbeurteilung und ihren rechtlichen Rahmen eingegangen.

### 1 Vielfalt im Klassenzimmer

Im Klassenzimmer trifft eine Vielzahl an Individuen mit unterschiedlichen Voraussetzungen für den Physikunterricht aufeinander – man spricht von Heterogenität<sup>1</sup> im Klassenzimmer. Die Schüler\*innen unterscheiden sich individuell von den anderen durch verschiedene Attribute, wie bspw. Interesse, Motivation, Vorwissen, Lernstrategien, Arbeitsverhalten, Umgang mit Erfolg und Misserfolg (= horizontale Heterogenität) sowie in ihrem Leistungsvermögen (= vertikale Heterogenität) (**Abb. 1**). Ebenso gibt es oft eine große Varianz bezüglich Nationalität, Religiosität, sozialer Hintergrund etc., die im sozialen Gefüge einer Klasse ebenfalls eine Rolle spielen (kann) (Scholz, 2012, S. 9–12).



**Abb. 1** – Heterogenität im Klassenzimmer, nach Scholz (2012) (*eigene Darstellung*)

### 1.1 Der Umgang mit Heterogenität

Um der Vielfalt im Klassenzimmer gerecht(er) zu werden, werden verschiedene Differenzierungsmaßnahmen eingesetzt, um wiederum „möglichst homogene Lerngruppen“ (Scholz, 2012, S. 14) zu generieren. Man unterscheidet zwischen äußerer und innerer Differenzierung. Unter äußeren Differenzierungsmaßnahmen versteht man die Einteilung in verschiedene Schulformen (= interschulisch) sowie intraschulische Gruppierungen in differenzierte Klassenverbände, bspw. nach Geschlecht oder Interesse (Zweig A oder B) (**Tab. 1**) (Scholz, 2012, S. 17).

#### Äußere Differenzierungsmaßnahmen

<i>interschulisch</i>	<i>intraschulisch</i>
<i>Allgemeinbildende Schulformen (z.B. Gymnasium)</i>	<i>geschlechtshomogene Lerngruppen (z.B. im Sportunterricht)</i>
<i>Berufsbildende Schulformen (z.B. HAK, HLW...)</i>	<i>Lerngruppen mit besonderem Profil (z.B. Musikklasse)</i>
<i>Schulformen mit speziellem Profil (z.B. Musikschule)</i>	<i>leistungshomogene Lerngruppen (z.B. Förderkurse, früher in Ö: Leistungsgruppen)</i>
<i>Reformpädagogisch orientierte Schulformen (z.B. Montessori...)</i>	

**Tab. 1** – Beispiele äußerer Differenzierungsmaßnahmen, nach Scholz (2012, S. 17) (*eigene Darstellung*)

<sup>1</sup> von griech. „heteros“ = „verschieden“ und „gennáo“ = „erzeugen“  
Scholz (2012, S. 9)

Innere Differenzierungsmaßnahmen sind all jene, die „innerhalb des Klassenverbandes“ stattfinden und somit von der Lehrperson gesteuert werden können (**Tab. 2**). Auf die Möglichkeiten der inneren Differenzierung im Physikunterricht wird in diesem Artikel deshalb besonders eingegangen.

**Innere Differenzierungsmaßnahmen**

<i>differenzierte Aufgabenstellungen (in Bezug auf Anforderungsniveau, Inhalt, Lernzugang,...)</i>
<i>differenzierte Unterrichtsformen (Frei-, Stationen- oder Projektarbeit,...)</i>
<i>differenzierte Sozialform (Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit)</i>

**Tab. 2** – Beispiele für innere Differenzierungsmaßnahmen, nach Scholz (2012, S. 33) (*eigene Darstellung*)

**2 Warum sollte man differenziert unterrichten?**

Differenziert unterrichten kann unter Umständen zu einem großen Mehraufwand für die Lehrkräfte führen: die Vorbereitung der differenzierten Lernangebote braucht Zeit sowie schulische Rahmenbedingungen, wie etwa einen geeigneten Klassenraum, um die Unterrichtsstunde differenziert gestalten zu können. Für die Umsetzung innerer Differenzierungsmethoden muss der reguläre Unterricht geöffnet werden, um den Schüler\*innen selbstständiges Arbeiten zu ermöglichen (Schiffl, Köberl & Schadler, 2019, S. 192).

Doch weshalb sollte man überhaupt diesen Mehraufwand betreiben, wenn doch – aus kritischer Sicht gesprochen – das Schulsystem sowie die Schule bereits im Vorhinein Differenzierungsmaßnahmen getroffen haben? Selbst in vermeintlich homogenen Klassenverbänden gleicher Altersstufe mit ähnlichen Interessen, beispielsweise in einem naturwissenschaftlichen Gymnasium, überwiegt die Heterogenität im Klassenverband. Das angestrebte Ziel ist es daher, den Unterricht weitestgehend an die individuellen Voraussetzungen der einzelnen Schüler\*innen anzupassen.

Das bedeutet allerdings nicht, dass ausschließlich differenzierter Unterricht abgehalten werden soll. Qualitätsvoller Unterricht zeichnet sich durch eine Vielzahl an eingesetzten Methoden aus, auf Phasen des differenzierten Unterrichts

sollen stets Phasen des gemeinsamen Unterrichts folgen (Schiffl et al., 2019, S. 192). Eigenverantwortliches Lernen muss stetig geübt werden und sollte bei erstmaligem Einsatz in einer Klasse nur in geringem Ausmaß praktiziert werden. Je mehr Erfahrung die Schüler\*innen dabei gewinnen, desto öfter und länger können die Phasen selbstständigen und differenzierten Unterrichts sein.

Mehrere fachwissenschaftliche Disziplinen, wie die Entwicklungs- und Lernpsychologie und die Didaktik, sowie die Bildungspolitik bestätigen die Vorteile differenzierter Lerngruppen gegenüber homogenen. Ein Argument für die Erstellung eines differenzierten Angebotes im (Physik-)Unterricht ist das individuelle Entwicklungstempo der verschiedenen Lernbereiche *affektiv, kognitiv* und *motorisch*. Außerdem hängen die beim Lernen gebildeten Konstrukte mit den Vorerfahrungen der Lerner\*innen zusammen, weshalb sich jedes Individuum seine eigene Vorstellung des Gelernten gedanklich konstruiert (Labudde, 2019, S. 214).

Auf die Wichtigkeit von Differenzierungsmaßnahmen für die individuelle Förderung der Schüler\*innen wird auch in den österreichischen Lehrplänen für die Allgemeinbildenden Höheren Schulen (AHS) und Neuen Mittelschulen (NMS) hingewiesen.

Bei den allgemeinen didaktischen Grundsätzen wird explizit erwähnt, dass es

*„Aufgabe der Schule ist [...], die Schülerinnen und Schüler zur bestmöglichen Entfaltung ihrer individuellen Leistungspotentiale zu führen.“*

*(Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF], 2020a)*

Ebenfalls werden in den Lehrplänen konkrete Hinweise gegeben, welche Maßnahmen zur Erreichung eines individuell fördernden Unterrichts getroffen werden müssen. Diese entsprechen einerseits den bereits erwähnten Möglichkeiten innerer Differenzierung in **Tab. 2** sowie jenen im **Kap. 4** angeführten. Außerdem müssen im Unterricht weitere pädagogisch-didaktische Maßnahmen, wie die Entwicklung eines Feedbackverfahrens bezüglich der individuellen Leistungspotentiale oder die Herstellung eines adäquaten Lernklimas, gesetzt werden (BMBWF, 2020a, 2020b).

**3 Pädagogische Diagnostik als Voraussetzung für innere Differenzierung**

Bevor man differenzierte Unterrichtsangebote erstellen kann, muss man anhand diagnostischer Verfahren eruieren, wo der individuelle

Lern- und Leistungsstand der Schüler\*innen einer Klasse sowie deren Stärken und Schwächen sind. Außerdem muss man die individuellen Vorkenntnisse und Interessen der Schüler\*innen erheben (C. T. Wodzinski & Wodzinski, 2007, S. 10).

Dies erfordert professionelle diagnostische Kompetenzen aufseiten der Lehrperson. Es werden zwei Arten der Diagnostik unterschieden. Bei der Ergebnisdiagnostik, auch als *summative* Diagnostik bezeichnet, steht das Ergebnis, bspw. die Testleistung in Form einer Note, im Zentrum. Bei der Prozessdiagnostik, auch *formative* Diagnostik genannt, steht der Lernprozess im Fokus, der in regelmäßigen, kurzen Zeitabständen überprüft wird (Schiffl & Baumgartner-Hirscher, 2019, S. 154–155).

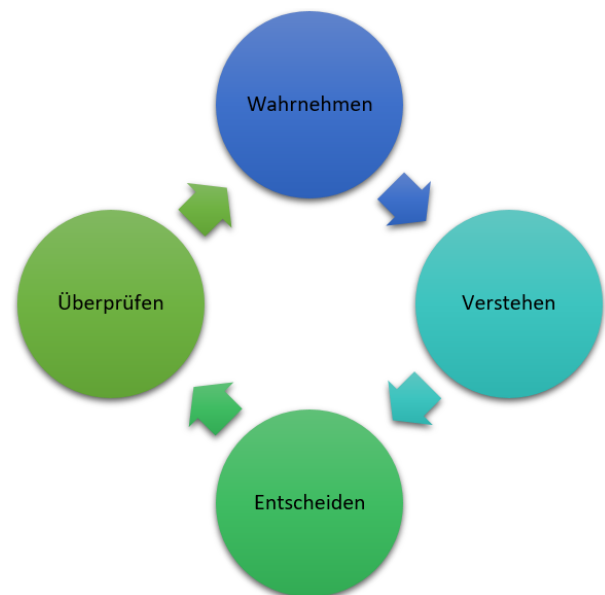
Bei pädagogischen Diagnosen sollen folglich nicht nur *fachliche* Kompetenzen erhoben werden, sondern auch *methodische* (Arbeitstechniken...), *personelle* (Selbstständigkeit...) und *soziale* (Kooperationsbereitschaft...) (Scholz, 2012, S. 27).

Persönliches Feedback zwischen Lehrer\*in und Schüler\*in ist bei allen Diagnoseprozessen essenziell und soll individuelle Rückmeldung über den Lernprozess und dessen Ergebnisse geben.

### 3.1 Wie wird diagnostiziert?

Diagnose- und Förderprozesse laufen nach Scholz (2012) meist in vier Phasen ab (**Abb. 2**) (S. 28-29):

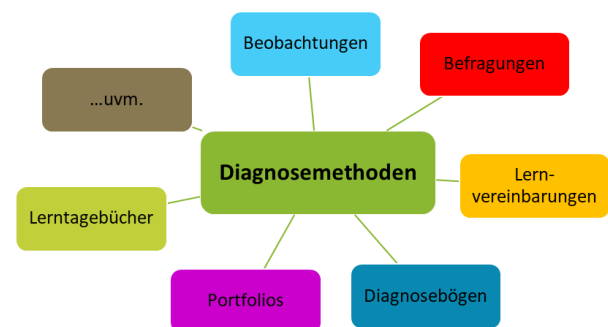
1. *Wahrnehmen* – Lehrer\*in und Schüler\*in nehmen Stärken und Schwächen durch Gespräche sowie Beobachtung des Arbeits- und Lernverhaltens, schriftlichen Arbeitens etc. wahr.
2. *Verstehen* – Lehrer\*in und Schüler\*in versuchen gemeinsam, die Beobachtungen zu deuten.
3. *Entscheiden* – Lehrer\*in und Schüler\*in beraten über Maßnahmen und setzen gemeinsam Lernprozess-Ziele fest.
4. *Überprüfen* – In regelmäßigen Abständen wird der Fortschritt zur Erreichung der vereinbarten Ziele rückgemeldet und weitere Maßnahmen und Vereinbarungen werden ggf. getroffen.



**Abb. 2** – Phasen des Diagnose- und Förderprozesses, nach Scholz (2012, S. 28) (eigene Darstellung)

### 3.2 Methoden der Diagnostik

Zum Diagnostizieren kann auf verschiedene Methoden zurückgegriffen werden (**Abb. 3**). Dabei wird je nach Anlass die dafür passende Methode vorbereitet und im Unterricht eingesetzt. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für den in **Kap. 3.1** vorgestellten Diagnose- und Förderprozess. Sie können außerdem für die Leistungsfeststellung herangezogen werden.



**Abb. 3** – Übersicht über verschiedene Diagnosemethoden (eigene Darstellung)

#### 3.2.1 Beobachtung

Die Beobachtung ist laut Schiffl & Baumgartner-Hirscher (2019) die häufigste Form der Leistungsdiagnostik. Sie muss geplant und bewusst durchgeführt werden. Folgende Fragen müssen vorab geklärt werden (S. 163):

- Was wird beobachtet?
- Wer beobachtet wen?
- Wie wird beobachtet?

- Wann, wie lange und wie oft wird beobachtet?
- Wie werden die Ergebnisse festgehalten?
- Was geschieht mit den Ergebnissen in weiterer Folge?

Diagnostische Beobachtungen müssen immer dokumentiert werden, dafür kann man schriftliche Notizen machen oder ein Beobachtungsraster zum Ankreuzen vorbereiten. Hierzu zählen nicht nur Beobachtungen der Lehrperson, sondern auch Eigenbeobachtungen der Schüler\*innen sowie Schüler\*innenbeobachtungen untereinander (Schiffl & Baumgartner-Hirscher, 2019, S. 163–164).

Im Physikunterricht ist das selbstständige Experimentieren zentraler Bestandteil und eignet sich daher gut für alle oben genannten Beobachtungsformen. Dabei kann sowohl die Gesamtperformanz eines oder mehrerer Schüler\*innen beim Experimentieren oder nur einzelne Kompetenzen, bspw. das Arbeitsverhalten beim Versuchsaufbau, die Sicherung der Messdaten oder das Sozialverhalten in der Gruppe, beobachtet werden.

### 3.2.2 Befragung

Zu den Befragungen zählen mündliche und schriftliche Interviews sowie strukturierte Gespräche. Auch hier sollten laut Schiffl & Baumgartner-Hirscher (2019) bei der Planung wichtige Leitfragen geklärt werden (S. 165):

- Was wird erfragt?
- Wer befragt wen?
- Wie wird befragt?
- Wann, wie lange und wie oft wird befragt?
- Wie werden die Ergebnisse festgehalten?
- Was geschieht mit den Ergebnissen in weiterer Folge?

Die Fragen können offen oder geschlossen formuliert sein, auch eine teil-strukturierte Befragung (mit spontan formulierten Fragen) ist sinnvoll. Es sollte jedoch immer darauf geachtet werden, dass sowohl Kernfragen als auch -aussagen schriftlich festgehalten werden (Schiffl & Baumgartner-Hirscher, 2019, S. 165–166).

Eine Befragung bietet sich bspw. zu Beginn eines neuen Themas im Physikunterricht an. Dabei können das Interesse am neuen Themengebiet sowie die Vorkenntnisse im Plenum abgefragt werden, sodass man in weiterer Folge verschiedene Arbeitsaufgaben zum selben Themengebiet erstellen kann (horizontale Differenzierung). Befragungen können auch schriftlich im Sinne eines Fragebogens durchgeführt werden. Diese sollen konkret an das zu erfragende,

bspw. die favorisierte Sozialform oder die Lieblingstätigkeit im Unterricht, angepasst sein (C. T. Wodzinski & Wodzinski, 2007, S. 10–12).

### 3.2.3 Diagnosebögen

Prozessorientierte Diagnosebögen (Scholz, 2012, S. 100) (**Abb. 4**) sowie Einschätzungsbögen (Struck, 2015, S. 27) (**Abb. 5** auf S. 5) sind für die Diagnostik und individuelle Förderplanung sehr hilfreich. Je nach Aufbereitung des Bogens liegen verschiedene Aspekte des Lehr-Lernprozesses im Fokus. Sie können für die Einschätzung von mündlichen als auch schriftlichen Arbeiten im Physikunterricht eingesetzt werden. Die Schüler\*innen füllen eigenständig und regelmäßig die von der Lehrperson angefertigten Bögen aus und sind die Basis für individuelles Feedback.

Diagnosebogen für die mündliche Mitarbeit				
Liebe Schülerin, lieber Schüler, du erhältst einen Beurteilungsbogen für deine mündliche Mitarbeit im Unterricht. Versuche dich möglichst ehrlich einzuschätzen und setze in das betreffende Kästchen ein Kreuz.				
	Immer	Meist	Eher nicht	selten/nie
Ich habe mitgearbeitet und mich am Unterrichtsgespräch beteiligt.				
Ich habe wichtige Fragen gestellt und gute Ideen eingebracht.				
Ich bin auf die Beiträge meiner Mitschüler*innen eingegangen.				
Ich habe die Hausaufgaben rechtzeitig, sorgfältig und vollständig erledigt.				
Ich habe Aufgaben bei Gruppenarbeiten übernommen.				
Ich habe meinen Mitschüler*innen geholfen und sie unterstützt.				

**Abb. 4** – Diagnosebogen für die mündliche Mitarbeit, nach Scholz (2012, S. 100) (eigene Darstellung)

**Einschätzungsbogen für Versuchsprotokolle**

Name: \_\_\_\_\_

Kriterien	Protokoll 1			Protokoll 2			Protokoll 3		
	;	+	±	;	+	±	;	+	±
Gesamteindruck des Protokolls ist sauber und ordentlich									
...enthält die Fragestellung und die Versuchsüberschrift									
...enthält Vermutung(en), die sich auf die Fragestellung beziehen									
...enthält geeignete Zeichnungen (oder Schaltskizzen) des Versuchsaufbaus									
...enthält alle Messdaten bzw. eine Dokumentation der Beobachtungen									
...enthält Deutungen/Erklärungen der Messdaten und Beobachtungen									
...enthält die physikalisch korrekte Erklärung und zieht einen Vergleich zu den eigenen Daten/Beobachtungen									

**Leitfragen für Feedback:**

- Worin hast du dich im Laufe der Zeit verbessert?
- Worin hast du dich nicht verbessern können? Woran ist das gelegen?

**Abb. 5** – Einschätzungsbogen für Versuchsprotokolle, nach Struck (2015, S. 27) (eigene Darstellung)

### 3.2.4 Individuelle Lernvereinbarungen

Bei individuellen Lernvereinbarungen (Abb. 6) werden gemeinsam mit den Schüler\*innen kleinschrittige Lernziele sowie Meilensteine für die Zielerreichung vereinbart. Ebenso wird ein fixer Zeitpunkt festgelegt, an dem die Ziele erreicht sein sollen. (Scholz, 2012, S. 31).

**Individuelle Lernvereinbarung**

zwischen \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_

Meine nächsten Ziele:  
\_\_\_\_\_

Datum der Zielerreichung:  
\_\_\_\_\_

Meine ersten Schritte:  
\_\_\_\_\_

Meine "Lernbegleiter":  
\_\_\_\_\_

Meine "Meilensteine":  
\_\_\_\_\_

Ort, Datum: \_\_\_\_\_

Unterschriften:  
\_\_\_\_\_

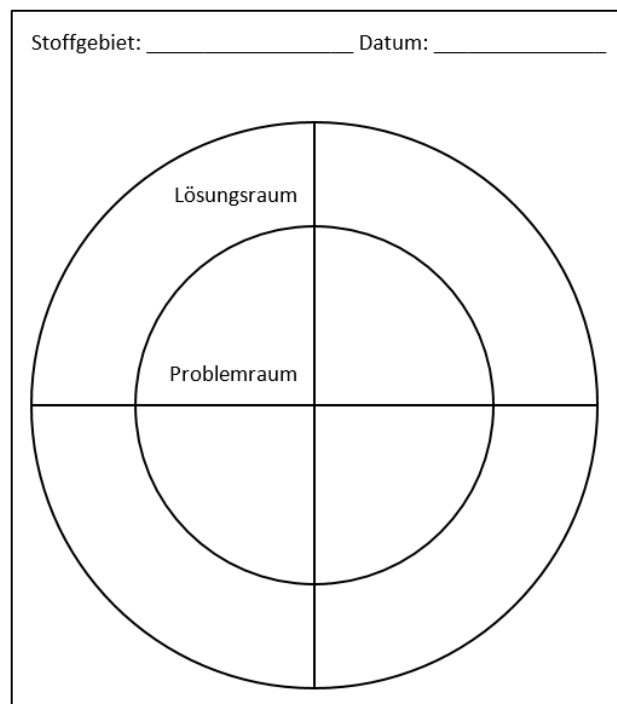
**Abb. 6** – Individuelle Lernvereinbarung, nach Scholz (2012, S. 31) (eigene Darstellung)

### 3.2.5 Lerntagebücher

Lerntagebücher dienen als Arbeitsmittel für die Schüler\*innen, mit dem sie kontinuierlich Überblick über ihren Lernprozess sowie –erfolg behalten. Die Schüler\*innen schreiben darin Fragen und Erkenntnisse aus dem Unterricht nieder, die die Lehrer\*in für individualisierte Lernprozessunterstützung und Feedback heranziehen kann (C. T. Wodzinski & Wodzinski, 2007, S. 12).

Um die regelmäßige Mitschrift im Lerntagebuch zu ermöglichen, sollte den Schüler\*innen am Ende jeder Schulstunde ca. 5 Minuten Zeit gegeben werden, damit sie ihre Eindrücke aus dem gerade Erlebten in ihr Tagebuch niederschreiben können.

Die Inhalte eines Lerntagebuchs könnten alternativ oder zusätzlich auch grafisch in Form eines Lernrades dargestellt werden (Abb. 7). Der innere Kreis des Lernrades ist der sogenannte Problemraum – hier werden die offenen Fragen aus dem Unterricht notiert. Der äußere Kreis ist der Lösungsraum, in dem die Schüler\*innen ihre Lösungsansätze notieren. Eine mögliche Frage, die im Problemraum notiert werden kann, wäre: „Wie muss ich das Multimeter mit dem Stromkreis verbinden?“. Ein möglicher Lösungsansatz wäre, Schulkolleg\*innen zu fragen (Heinicke & Bellingrath, 2015, S. 43).



**Abb. 7** – Mögliche Darstellung eines Lernrades, adaptiert nach Heinicke & Bellingrath (2015, S. 43) (eigene Darstellung)

### 3.2.6 Portfolios

Portfolios können sowohl begleitend zum regulären Unterricht über einen längeren Zeitraum als auch für kürzere Zeitspannen, wie bspw. für ein konkretes Projekt oder Thema, eingesetzt werden. Die Schüler\*innen wählen die (differenziert erstellten) Arbeitsmaterialien für ihr Portfolio selbst aus, wodurch eine personalisierte Mappe entsteht, die Einblicke in den individuellen Lernstil, die Interessen usw. gibt und somit eine Grundlage für den weiteren Diagnoseprozess bietet (C. T. Wodzinski & Wodzinski, 2007, S. 12).

Die vorgestellten Methoden zur Diagnostik im Unterricht sollen der Leser\*in einen Einblick in die Thematik geben und erheben keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit. Sie sollen vielmehr als Inspiration dienen, eine oder mehrere selbst auszuprobieren, um die persönlichen diagnostischen Kompetenzen zu schulen sowie den Schüler\*innen stetig mehr Individualismus im Lernprozess zu ermöglichen.

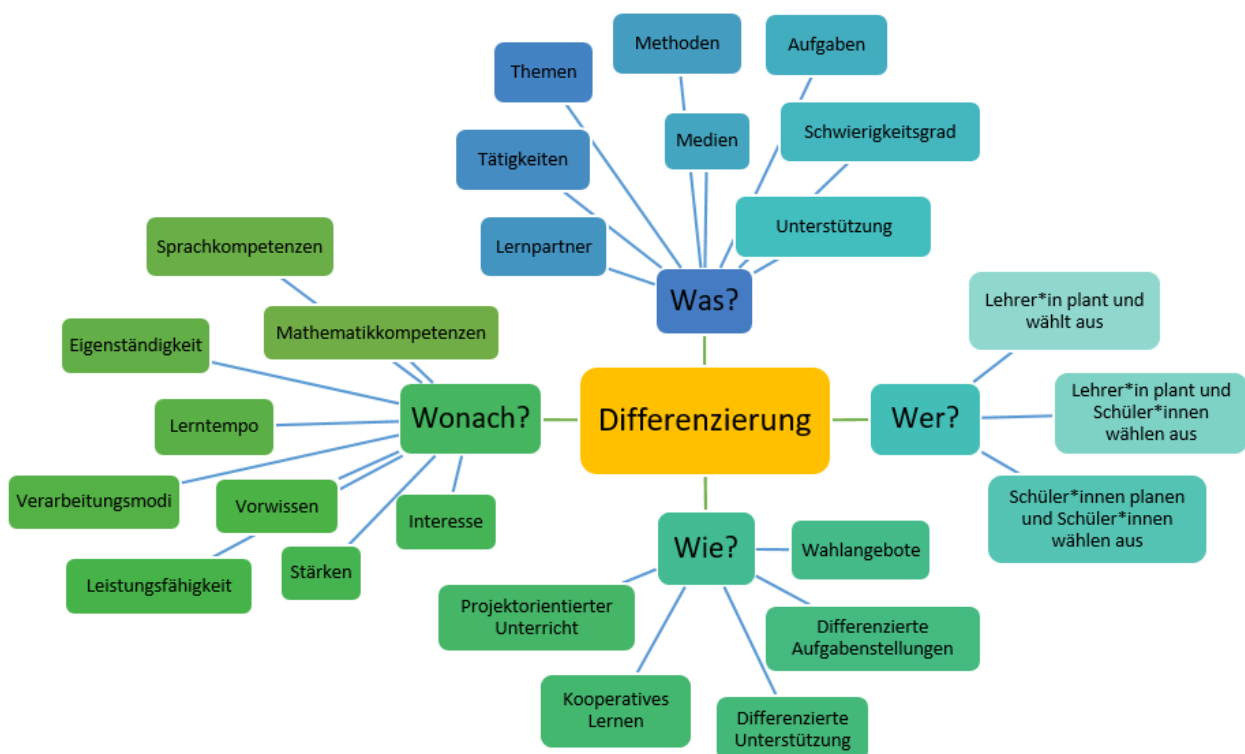
### 4 Differenzierung im Physikunterricht

Im (Physik-)Unterricht kann zwischen verschiedenen Aspekten differenziert werden, die schematisch in **Tab. 2** auf S. 2 sowie in **Abb. 8** gezeichnet sind. Die Abbildung bietet einen Überblick über die vielfältigen Möglichkeiten,

Aufgabenstellungen zu variieren und die Schüler\*innen entsprechend individualisiert zu fördern. Im Vorfeld jeder Differenzierungsmaßnahme müssen folgende Fragen geklärt werden (C. T. Wodzinski & Wodzinski, 2007, S. 12):

- Was wird differenziert?
- Wer differenziert?
- Wie wird differenziert?
- Wonach wird differenziert?

Prinzipiell können beim Differenzieren mehrere Aspekte gleichzeitig variiert werden, dies kann allerdings mit einem enormen Mehraufwand verbunden sein. Zudem muss sichergestellt werden, dass die Angebote von allen Schüler\*innen jeglichen Leistungsniveaus bearbeitet werden können. Dies wäre bspw. nicht der Fall, wenn ein bestimmtes Thema (z.B.: die Leistung eines Wasserkochers) ausschließlich mit einem bestimmten Leistungsniveau (z.B.: hohes Niveau) verbunden ist. Um sicherzustellen, dass beim differenzierten, selbstständigen Arbeiten die grundlegenden Inhalte und Konzepte von allen Schüler\*innen durchgenommen werden, kann man Aufgaben definieren, die von allen bearbeitet werden müssen (*Fundamentum*) sowie darüberhinausgehende Aufgaben und Themengebiete, die frei wählbar sind (*Additum*) (Schiffel et al., 2019, 196-197).



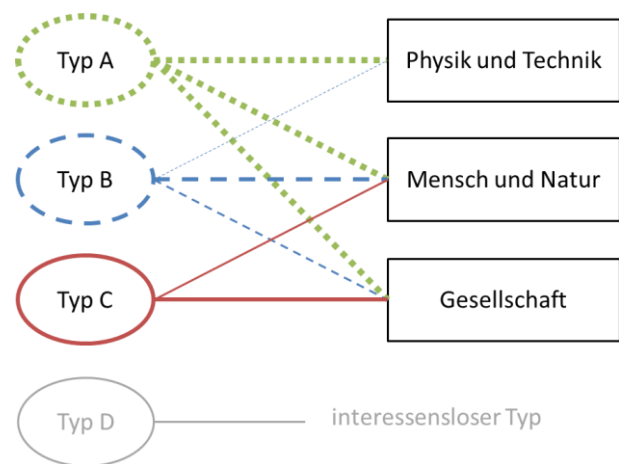
**Abb. 8** – Mögliche Aspekte, die variiert werden können, nach C. T. Wodzinski & Wodzinski (2007) (eigene Darstellung)

#### 4.1 Variation des Schwierigkeitsgrades durch Scaffolding

Eine Differenzierung nach dem Schwierigkeitsgrad ist zum einen durch Variation der Aufgabe an sich, zum anderen durch Bereitstellung von Hilfen zu derselben Aufgabe möglich. Die Bereitstellung temporärer Hilfen wird als *Scaffolding* bezeichnet. Die Scaffolds können je nach Aufgabenstellung unterschiedlicher Art sein: Erste-Hilfe-Kärtchen, gestufte Lernhilfen, Info-karten, Technik- und Methodik-Karten usw. Auch der Einsatz im Unterricht kann individuell gestaltet sein: die Hilfen können einerseits von den Schüler\*innen bei Bedarf selbstständig bezogen werden, indem sie an einem bestimmten Ort im Klassenzimmer aufgelegt werden. Andererseits können sie direkt bei der Lehrperson abgeholt werden, wodurch die Möglichkeit gezielter Beobachtung im Sinne von Diagnose möglich wird (Schiffel et al., 2019, S. 197–198). Zu den Scaffolds zählen auch gestufte Lernhilfen, also Hilfen, die aufeinander aufbauen. Gestufte Lernhilfen bestehen immer aus einem Hilfetext, z.B. einer Fragestellung, und einer dazugehörigen Lösung, anhand derer die Lösung des Teilproblems möglich wird. Es besteht die Möglichkeit, gestufte Lernhilfen mit unfertigen oder fehlerhaften Lösungsansätzen zu kombinieren. Die Schüler\*innen vergleichen dabei ihre eigene(n) Lösung(en) mit vorgefertigten Alternativen. Dies bietet sich vor allem für ältere Schüler\*innen an, da hier die Gefahr nicht so groß ist, dass sie sich falsche Lösungen einprägen. Unterstützt werden sie dabei von gestuften Lernhilfen, die gezielt zum Hinterfragen der falschen Lösungen anregen können (R. Wodzinski, 2007, S. 16–17).

#### 4.2 Differenzierung nach Interessentypen

Aus der IPN-Interessensstudie, die in den 1980er Jahren durchgeführt wurde, ließen sich drei physikalische Interessensbereiche charakterisieren: *Physik und Technik*, *Mensch und Natur* und *Gesellschaft*. Diesen Bereichen konnten Schüler\*innentypen zugeordnet werden – Typ A, B und C (Häußler, Bündler, Duit, Gräber & Mayer, 1998, S. 128–129). In der Salzburger Interessensstudie von Herbst, Fürtbauer und Strahl (2016) wurden die Ergebnisse aus der IPN-Studie wiedergefunden sowie ein weiterer Interessentyp identifiziert (S. 3). Die Verteilung der Schüler\*innen im Unterricht auf die verschiedenen Interessensbereiche ist in **Abb. 9** verdeutlicht.



**Abb. 9** – Interessentypen und –bereiche im Physikunterricht, nach Herbst et al. (2016) (eigene Darstellung)

Typ A ist meist männlich, zu ca. 21 % im Unterricht vertreten und an allen Bereichen gleichermaßen interessiert (grüne Linien). Typ B ist mit ca. 44 % die größte Gruppe im Unterricht. Die Geschlechterverteilung ist in etwa 50:50. Typ B ist vor allem am Bereich *Mensch und Natur* interessiert, ein bisschen an *Gesellschaft* und nur wenig an *Physik und Technik* (blaue Linien). Mit ca. 14 % ist Typ C eine kleine Gruppe im Unterricht, die aber überwiegend aus Schülerinnen besteht und vor allem am Bereich *Gesellschaft*, aber auch wenig am Bereich *Mensch und Natur* Interesse zeigt (rote Linien). Ein weiterer Typ, der erstmals in der Salzburger Studie gefundene, sogenannte „interessenslose“ Typ D ist eine Gruppe von rund 16 % und hat an keinem der Bereiche Interesse. Die verbleibenden 5% konnten nicht zugeordnet werden (Herbst, Fürtbauer & Strahl, 2016, S. 3).

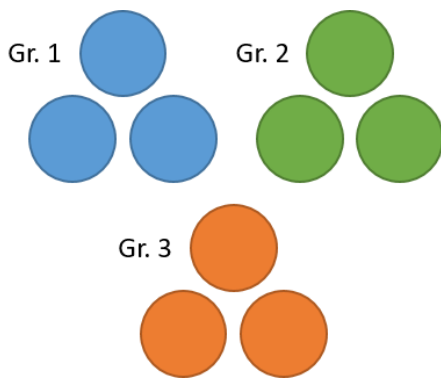
Um im Unterricht alle Schüler\*innen bestmöglich anzusprechen, kann man dieselben physikalischen Grundlagen auf Inhalte unterschiedlicher Interessensbereiche anwenden, um einen lebensweltlichen Bezug herzustellen und das Gelernte zu vertiefen. Im folgenden Beispiel aus der Optik ist die physikalische Grundlage der Strahlengang von Licht durch verschiedene Linsen und daraus resultierende Abbildungen. Die Grundlagen können folgendermaßen vertieft und angewendet werden:

- Funktionsweise einer Kamera (*Physik und Technik*)
- Das Auge bei Menschen und Tieren (*Mensch und Natur*)
- Fotografie und Selfies als gesellschaftliches Phänomen (*Gesellschaft*)

Um ausreichendes Üben und Vertiefen zu garantieren, könnte der Arbeitsauftrag lauten, sich mit mindestens zwei der drei Themenbereiche auseinanderzusetzen. Bei der Testerstellung kann dann wiederum das grundlegende Prinzip abgefragt werden, um eine objektive Beurteilung zu ermöglichen.

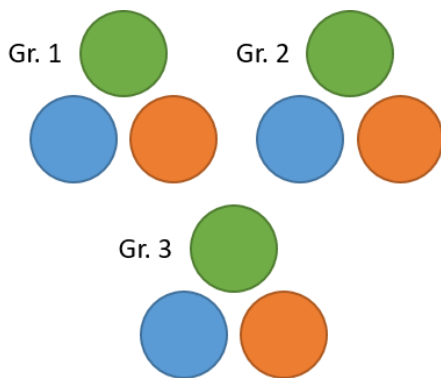
**4.3 Differenzierung nach mathematischen Kompetenzen im „Expertenkongress“**

Der Expertenkongress ist eine unterrichtliche Methode, bei der zuerst Schüler\*innengruppen für die Bearbeitung desselben Themas oder Arbeitsblattes gebildet werden. Die Arbeitsaufträge können bspw. farblich markiert werden, sodass die Gruppenzugehörigkeit klar ersichtlich ist (**Abb. 10**)(Henze, 2007, S. 26–27).



**Abb. 10** – Farbgruppen (eigene Darstellung)

Nach der gemeinsamen Bearbeitung des Arbeitsauftrages in den Farbgruppen werden diese aufgelöst. Die Gruppenmitglieder fungieren nun als Expert\*innen und bilden mit Expert\*innen anderer Farbgruppen eine neue Expert\*innengruppe. Sie erzählen sich nun gegenseitig die Inhalte ihres eigenen Arbeitsauftrages, sodass schlussendlich jede Schüler\*in die Infos aller Arbeitsaufträge erhalten hat (**Abb. 11**)(Henze, 2007, S. 31).



**Abb. 11** – Expert\*innengruppen (eigene Darstellung)

Der Einsatz eines Expert\*innenkongresses eignet sich unter anderem, um Differenzierungsmaßnahmen nach mathematischen Fähigkeiten umzusetzen. Die einzelnen Farbgruppen repräsentieren dabei unterschiedliche Schwierigkeitsniveaus bezüglich notwendiger mathematischer Fertigkeiten. Ein Beispiel für die Umsetzung in der gymnasialen Oberstufe ist die Herleitung der Einstein’schen Formel  $E = m c^2$ . Dabei beschäftigt sich jede Gruppe mit einem anderen Aspekt der Herleitung und nur gemeinsam – mit allen Teilinformationen – kann eine Lösung gefunden werden. Die am wenigsten anspruchsvolle Aufgabe ist die Beschäftigung mit dem relativistischen Impuls und der Interpretation von Diagrammen (Gr. 1). Die mittelschwere Aufgabe behandelt die relativistische Energie (Gr. 2), die schwerste Teilaufgabe ist die Integration durch Substitution (Gr. 3). Am Ende werden die Ergebnisse gemeinsam im Plenum wiederholt und festgehalten. Die zum Beispiel dazugehörigen Arbeitsblätter für den Einsatz im Unterricht können der Originalquelle (Henze, 2007, S. 28–30) entnommen werden. Der Vorteil dieser Unterrichtsmethode ist, dass sowohl begabte Schüler\*innen als auch weniger begabte bei der Lösung der Aufgabe mitwirken können und gemeinsames Problemlösen in der Gruppe geübt wird. Der Expertenkongress eignet sich auch für die Behandlung weiterer Themen, wie bspw. die Messung der Lichtgeschwindigkeit anhand verschiedener Methoden (Römer, Fizeau, Foucault ...) oder für die Funktionsweise der Kathodenstrahlröhre (glüh-elektrischer Effekt, Elektronenbeschleunigung und Parabelbahn) (Henze, 2007, S. 26–31).

**5 Differenzierte Leistungsbeurteilung**

Nach der Feststellung von Schüler\*innenleistungen durch verschiedene Diagnoseverfahren (**Kap. 3**) sowie der Erstellung differenzierter Unterrichtsangebote (**Kap. 4**) müssen die Leistungen der Schüler\*innen auch bewertet werden. Leistungsbeurteilungen sind einerseits für die Unterrichtsplanung wichtig. Sie bieten Rückmeldung über die Effektivität der Unterrichtsgestaltung und halten an, den Unterricht und die Lernprozesse laufend zu verbessern. Andererseits gibt die Leistungsbeurteilung in Form einer Note den Schüler\*innen Rückmeldung über ihren Lern- und Wissensstand, die in weiterer Folge Auswirkung auf die berufliche und schulische Laufbahn hat (*Auslesefunktion*) (C. T. Wodzinski, 2007, S. 70). Da Letztere aus Schüler\*innen- und Elternsicht meist wichtiger ist und Noteneinsprüche häufig vorkommen,



wird im Folgenden auf die Hinweise im Gesetztext eingegangen.

### 5.1 Rechtliche Hinweise

Im österreichischen Schulsystem wird zwischen *Leistungsfeststellung* und *Leistungsbeurteilung* klar unterschieden. Die Leistungsbeurteilungen fußen auf den Leistungsfeststellungen und sind Gutachten in Form einer Note. Leistungsfeststellungen sind Erhebungen der Schüler\*innenleistungen und müssen über den gesamten Beurteilungszeitraum möglichst gleichmäßig verteilt erhoben werden (Juranek, 2018, S. 116–117).

Zur Leistungsfeststellung dürfen nur jene Formen herangezogen werden, die in der Leistungsbeurteilungsverordnung (LBVO) vorgesehen sind. Eine für den Gesetzgeber wichtige Form ist die *Feststellung der Mitarbeit im Unterricht*, in welche alle in **Kap 3.2** vorgestellten diagnostischen Methoden fallen. Grundsätzlich sind alle Methoden zur Leistungsfeststellung laut LBVO gleichgestellt, die Gewichtung erfolgt individuell, je nachdem, in welchem Ausmaß, Umfang und Schwierigkeitsgrad die einzelnen Leistungsfeststellungen im Unterricht eingesetzt wurden. Auf Basis der Leistungsfeststellungen hat die Lehrperson die Leistungen sachlich, gerecht und möglichst objektiv zu beurteilen (BMBWF, 2020c, S. 7).

Das heißt, dass neben der gesetzlich festgelegten Anzahl an Tests (oder Schularbeiten) die Mitarbeit eine große Rolle bei der Beurteilung der Leistungen spielen muss, was für die Schüler\*innen Anreiz ist, im Unterricht bestmöglich mitzuarbeiten. Für die Testerstellung kann auf die grundlegenden Prinzipien und Inhalte, bspw. die *Fundamentum*-Aufgaben, zurückgegriffen werden, sodass ein einheitlicher Test für alle Schüler\*innen entsteht, unabhängig von den ausgewählten, differenzierten Aufgabenstellungen.

### 5.2 Bezugsnormen der Leistungsbeurteilung

Bei der Leistungsbeurteilung kann man als Maßstab zwischen drei verschiedenen Bezugsnormen unterscheiden: der *objektiven*, der *sozialen* und der *individuellen*. Um ihre eigene Entwicklung bestmöglich einzuschätzen, brauchen Schüler\*innen Informationen über alle Bezugsnormen der Leistungsbeurteilung. Die objektive Bezugsnorm orientiert sich an den Anforderungen des Lehrplans sowie den erworbenen Kompetenzen. Die individuelle Bezugsnorm informiert die Schüler\*innen, inwieweit sie sich persönlich in ihrem Lernen weiterentwickelt haben oder nicht. Die soziale Bezugsnorm informiert

über die Leistungsunterschiede zwischen den Schüler\*innen und verdeutlicht, wie die Leistung im Verhältnis zu den Klassenkamerad\*innen steht. Alle drei Bezugsnormen bieten den Schüler\*innen ein ganzheitliches Feedback über ihren persönlichen Lernerfolg und sollten idealerweise in jeder Leistungsbeurteilung kommuniziert werden (C. T. Wodzinski, 2007, S. 71–72).

### 6 Fazit

Auch wenn es mit einem Mehraufwand für die Lehrer\*innen verbunden ist, so überwiegen die Vorteile durch Diagnostizieren und Differenzieren im Physikunterricht, die sich für die individuelle Entwicklung der Schüler\*innen ergeben. Die Motivation, sich im Unterricht aktiv zu beteiligen, wird steigen, wenn sich die Schüler\*innen in ihrem Lernprozess gut begleitet fühlen. Leistungen festzustellen ist ohnedies eine Kernaufgabe jeder Lehrer\*in, weshalb die Erweiterung des Blickes im Sinne einer prozessorientierten Diagnostik keine utopische Forderung ist, sondern vielmehr als eine schrittweise Erweiterung der eignen diagnostischen Kompetenzen anzusehen ist. Die Erstellung differenzierter Unterrichtsangebote ist selbstverständlich gerade am Anfang sehr fordernd, hier bietet es sich aber an, sich mit weiteren, engagierten Kolleg\*innen zusammenschließen, um einen gemeinsamen Methoden- und Aufgabenpool zu erstellen. Die Schüler\*innen werden durch den differenziert gestalteten Unterricht profitieren, was sich wiederum positiv auf die Selbstwirksamkeitserfahrung der Lehrer\*innen auswirkt.

### 7 Literaturverzeichnis

- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen. Zugriff am 15.04.2020. Verfügbar unter <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Lehrpläne - Neue Mittelschulen. Zugriff am 15.04.2020. Verfügbar unter <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007850>
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Leistungsbeurteilungsverordnung. Zugriff am 15.04.2020. Verfügbar unter <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009375>
- Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung - Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.
- Heinicke, S. & Bellingrath, M. (2015). Diagnose, Feedback und Feedforward. Methoden-Werkzeuge und Hilfen für eine alltagstaugliche Lernbegleitung. *Naturwissenschaft im Unterricht Physik*, 26(147/148), 40–45.

- Henze, M. (2007).  $E = mc^2$ : Herleitung im "Expertenkongress". Binnendifferenzierung nach mathematischen Fähigkeiten und Fertigkeiten in der gymnasialen Oberstufe. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 18(99/100), 26–31.
- Herbst, M., Fürtbauer, E. M. & Strahl, A. (2016). Interesse an Physik - in Salzburg. *PhyDid B*. Verfügbar unter <http://phydid.physik.fu-berlin.de/>
- Juraneck, M. (2018). *Das österreichische Schulrecht. Einführung in die Praxis* (2. Auflage). Wien: Verlag Österreich.
- Labudde, P. (2019). Der Heterogenität begegnen. In P. Labudde & S. Metzger (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1. - 9. Schuljahr* (utb Pädagogik, 3., erweiterte und aktualisierte Auflage, S. 213–226). Bern: Haupt.
- Schiffel, I. & Baumgartner-Hirscher, N. (2019). Diagnose und Leistungsbeurteilung. In I. Schiffel & H. Weiglhofer (Hrsg.), *Biologie kompetent unterrichten. Ein Praxisbuch für Studierende und Lehrkräfte* (S. 151–188). Wien: facultas Universitätsverlag.
- Schiffel, I., Köberl, P. & Schadler, C. (2019). Differenzierung im Biologieunterricht. In I. Schiffel & H. Weiglhofer (Hrsg.), *Biologie kompetent unterrichten. Ein Praxisbuch für Studierende und Lehrkräfte* (S. 189–223). Wien: facultas Universitätsverlag.
- Scholz, I. (2012). *Das heterogene Klassenzimmer. Differenziert unterrichten*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Struck, Y. (2015). Methodenwerkzeug = Diagnostikwerkzeug? Anregungen für den Einsatz geeigneter Methoden-Werkzeuge zur Diagnostik. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 26(147/148), 24–29.
- Wodzinski, C. T. (2007). Differenzierte Leistungsbewertung. Grundlegende Informationen und praktische Vorschläge. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 18(99/100), 70–77.
- Wodzinski, C. T. & Wodzinski, R. (2007). Ansätze für Differenzierung im Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 18(99/100), 10–15.
- Wodzinski, R. (2007). Varianten – Aufgaben für Differenzierung umarbeiten. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 18(99/100), 16–21.