

utb.

Wegner | Schäfers | Peperkorn |
Schulte | Rath (Hrsg.)

Naturwissenschaftliche Begabung: Diagnostik und Förderung



Eine Arbeitsgemeinschaft der Verlage

Brill | Schöningh – Fink · Paderborn

Brill | Vandenhoeck & Ruprecht · Göttingen – Böhlau · Wien · Köln

Verlag Barbara Budrich · Opladen · Toronto

facultas · Wien

Haupt Verlag · Bern

Verlag Julius Klinkhardt · Bad Heilbrunn

Mohr Siebeck · Tübingen

Narr Francke Attempto Verlag – expert verlag · Tübingen

Psychiatrie Verlag · Köln

Ernst Reinhardt Verlag · München

transcript Verlag · Bielefeld

Verlag Eugen Ulmer · Stuttgart

UVK Verlag · München

Waxmann · Münster · New York

wbv Publikation · Bielefeld

Wochenschau Verlag · Frankfurt am Main

Claas Wegner
Maria Sophie Schäfers
Colin Peperkorn
Alena Schulte
Finja Rath (Hrsg.)

Naturwissenschaftliche Begabung: Diagnostik und Förderung

Ein Praxisleitfaden für Lehramtsstudierende und Lehrkräfte

Verlag Barbara Budrich
Opladen & Toronto 2024

Die Autor:innen:

El Tegani, Mahdi	Schäfers, Maria Sophie, Dr.
Höhne, Mandy	Schmiedebach, Mario, Dr.
Peperkorn, Colin	Schulte, Alena, Dr.
Rath, Finja	Thatcher, Robert Andrew
Rehkemper, Julia	Wegner, Claas, Prof. Dr.

Alle: Osthusenrich-Zentrum für Hochbegabungsforschung an der Fakultät für Biologie (OZHB) der Universität Bielefeld

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

Gedruckt auf FSC®-zertifiziertem Papier, CO₂-kompensierte Produktion
Printed in Germany

Alle Rechte vorbehalten.

© 2024 Verlag Barbara Budrich GmbH, Opladen & Toronto
www.budrich.de

utb-Bandnr.	6317
utb-ISBN	978-3-8252-6317-1
utb-e-ISBN	978-3-8385-6317-6 (PDF)
DOI	10.36198/9783838563176

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Online-Angebote oder elektronische Ausgaben sind erhältlich unter www.utb.shop.de.

Druck: Elanders Waiblingen GmbH, Waiblingen

Satz: Linda Kutzki, Berlin

Umschlaggestaltung: siegel konzeption | gestaltung

Titelbildnachweis: Osthusenrich-Zentrum für Hochbegabungsforschung an der Fakultät für Biologie (OZHB)

Vorwort

Im Hinblick auf aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen, wie der Klimaveränderung, dem demografischen Wandel oder Pandemien, gewinnt die individuelle Begabungsförderung im naturwissenschaftlichen Sektor immer mehr an Relevanz, da hier an Lösungen für aktuelle und zukünftige Probleme gearbeitet wird. Ziel ist es, junge, kreative und produktive Schüler:innen dazu zu befähigen, ihre Potenziale zu nutzen und aktiv an der ökonomischen, ökologischen und sozialen Weiterentwicklung der Gesellschaft mitzuwirken. Es ist daher nachvollziehbar, dass es der gesetzlich festgelegte Auftrag einer jeden Schule ist, alle Schüler:innen entsprechend ihrer individuellen Begabungen zu fördern und einen bestmöglichen Zugang zur Berufswelt zu ermöglichen. Diese Forderung geht unweigerlich mit den steigenden Anforderungen an die Professionalisierung aller Fachlehrkräfte einher. Dementsprechend werden zunehmend Ratgeber, Handbücher und Handlungsempfehlungen im Kontext der Begabungsförderung publiziert, die Lehrkräften helfen sollen, den Bedürfnissen begabter Schüler:innen im eigenen Unterricht angemessen zu begegnen. Aus Sicht praktizierender Lehrkräfte findet die fachspezifische Perspektive jedoch nicht immer ausreichend Anklang, weswegen der konkrete Übertrag fundierter Theorien zur Diagnostik und Förderung von Begabung in die schulische Praxis häufig Schwachstellen aufweist. Die Naturwissenschaften und insbesondere das Fach Biologie eignen sich durch den Einbezug unterschiedlicher wissenschaftlicher Methoden, alltagsnaher Themenbereiche und anschaulicher Naturphänomene in besonderer Weise dazu, begabte Schüler:innen zu begeistern und sie somit an die globalen Themen unserer Zeit heranzuführen. Um Praktiker:innen dieses Potenzial aufzuzeigen, thematisiert das vorliegende Buch bewusst Theorien, Modelle und Förderhinweise naturwissenschaftlicher Begabung und bereitet diese explizit für den Biologieunterricht auf. Dadurch bildet das Buch eine grundlegende Orientierung für Lehrkräfte und hilft diesen, fachspezifische Begabungsförderung im eigenen Unterricht umzusetzen. Dies kommt auch den Schüler:innen im Unterricht zugute, da sie von den eingesetzten Methoden und konkreten Förderangeboten profitieren und die Lehrkräfte somit den individuellen Bedürfnissen der Schüler:innen gerecht werden. Damit bildet das Buch eine Brücke zwischen theoretischen Konzepten, praxisnaher Umsetzung und individueller Förderung, wodurch es den Schüler:innen ermöglicht wird, ihre Potenziale zu entfalten und damit einen bedeutenden Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft zu leisten.

Hierfür danken wir zunächst allen Herausgeber:innen und mitwirkenden Autor:innen des vorliegenden Werks, die ihr Wissen und ihre Kompetenz in der naturwissenschaftlichen Begabungsförderung bündeln und sich der Aufgabe stellen, ein praxisnahes Handbuch zu erstellen. Darüber hinaus danken wir allen Schüler:innen, die

Wissenschaftler:innen und Praktiker:innen dazu inspirieren, die Begabungsförderung fortlaufend weiterzuentwickeln. Ein weiterer Dank gilt den praktizierenden Lehrkräften, die Praxisprobleme erkennen, kommunizieren und somit einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der Begabungsförderung liefern. Besonderer Dank gilt dem Verlag Barbara Budrich, der mit diesem Buch eine wichtige Möglichkeit für den Theorie-Praxis-Transfer in der naturwissenschaftlichen Begabungsförderung schafft.

Gütersloh, im Januar 2024

Dr. Martina Schwartz-Gehring
Vorstandsvorsitzende
der Osthusenrich-Stiftung

Claudia Holle
Geschäftsführerin
der Osthusenrich-Stiftung

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Was ist Begabung?	11
1.1 Grundbegriffe der Begabungsforschung	11
1.1.1 (Naturwissenschaftliche) Kompetenz	12
1.1.2 Intelligenz	18
1.1.3 Kreativität	23
1.2 Darstellung zentraler Begabungsmodelle	27
1.2.1 Begabung – eine Definition	27
1.2.2 Begabungsmodelle	29
1.2.3 Pädagogisch-Psychologischer Diskurs zu Begabungsmodellen	36
1.3 Modell der biologisch-naturwissenschaftlichen Begabung	38
Zusammenfassung	49
2 Erkennen einer Begabung im naturwissenschaftlichen Fachunterricht	51
2.1 Typenlehren	51
2.1.1 „Typenlehre“ nach Wegner und Borgmann (2013)	52
2.1.2 „Typenlehre“ nach Rohrmann und Rohrmann (2010)	55
2.2 Fallvignetten	58
Zusammenfassung	70
3 Erhebung von naturwissenschaftlicher Begabung	72
3.1 Itemformate – Ein Überblick	72
3.2 Testformate und Testinstrumente	73
3.2.1 Automatische Analyse simulierter Experimente	74
3.2.2 Single- und Multiple-Choice	76
3.2.3 Offene Fragen (<i>open-ended questions</i>)	91
3.2.4 Gemischte Fragen (<i>mixed questions</i>)	99

3.2.5 Interviews	106
3.2.6 Selbsteinschätzungen (<i>Self-Assessment</i>)	109
3.2.7 Kompetenzraster (<i>scoring rubrics</i>)	111
Zusammenfassung: Leitfaden für Lehrkräfte	113

4 Weiterbildungsmöglichkeiten im Bereich der Begabungsdiagnostik und -förderung 119

4.1 Organisationsstruktur von Fortbildungen in Deutschland	120
4.2 Effektivität von Fortbildungen	122
4.3 Schwerpunktthema: Naturwissenschaftliche Begabung	124
4.4 MINT- und Begabungsförderungen	127
4.5 Einbindung in die Lehramtsausbildung	128
Zusammenfassung	131

5 Fördermöglichkeiten im Biologieunterricht 133

5.1 Der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg	133
5.1.1 Orientierung – Beobachtung & Daten	137
5.1.2 Konzeptualisierung – Frage & Hypothese	139
5.1.3 Untersuchung – Experiment	140
5.1.4 Schlussfolgerung – Verifizierung & Falsifizierung	145
5.1.5 Diskussion – Theoriebezug & kommunikative Reflexion	146
5.2 Wissenschaftliche Methoden	147
5.2.1 Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht	147
5.2.2 Experimente und Beobachtungen	152
5.2.3 Lebende Objekte	156
5.2.4 Präparate	162
5.2.5 Modelle	168
5.2.6 Digitale Medien	180
5.2.7 Zeitschriften	186
Zusammenfassung	188

6 Schulstrukturelle Fördermöglichkeiten 190

6.1 Förderung durch Enrichment	190
6.1.1 Formen von Enrichment	190
6.1.2 Das Schoolwide Enrichment Model	197

6.1.3	Relevanz für Lehrkräfte	200
6.2	Akzeleration – Schneller durch die Schule?	201
6.2.1	Einstellungen gegenüber Akzeleration	202
6.2.2	Akzeleration in Form der vorzeitigen Einschulung	202
6.2.3	Akzeleration in Form des Überspringens von Klassenstufen	203
6.2.4	Relevanz für Lehrkräfte	205
6.3	Separation und Integration	205
6.3.1	Unterschiede zwischen separativer, integrativer und inklusiver Begabungsförderung	206
6.3.2	Praktische Beispiele der separativen, integrativen und inklusiven Förderung	209
6.3.3	Relevanz für Lehrkräfte	211
	Zusammenfassung	213
7	Diagnose begabt – was nun?	214
7.1	Begabtenzentrum	215
7.2	Deutsche Gesellschaft für das hochbegabte Kind e. V.	216
7.3	Deutscher Bildungsserver	218
7.4	Karg Fachportal Hochbegabung	219
7.4.1	Karg Campus-Konzept	220
7.4.2	Karg Impulskreise	221
7.5	Zukunftsschulen NRW	221
7.6	Pädagogische Hochschule Salzburg	223
7.6.1	mBET – Das multidimensionale Begabungs-Entwicklungs-Tool	223
7.6.2	Wege in der Begabungsförderung – Methodensammlung	224
7.7	Helmholtz-Gemeinschaft	225
7.8	Lernort-Labor – Bundesverband der Schülerlabore	226
7.8.1	Schülerlabore	226
7.8.2	Funktionen	228
7.9	Begabungslotse – Talente entwickeln, Begabung fördern	229
7.9.1	Angebote für Lehrkräfte	229
7.9.2	Angebote für Erziehungsberechtigte	231
7.9.3	Angebote für Schüler:innen	232
7.10	VDIni-Club	234
7.11	Digital Learning Lab	234
7.12	Khan Academy	236
7.13	intoMINT 4.0	237
7.14	PhET – Interaktive Simulationen	238
7.15	Renzulli Learning	239
	Zusammenfassung	240

8 Eine Zukunft voller Potenzial und Herausforderungen243

Literatur247

Weblinks aus Kapitel 4.4 271

Weblinks aus Kapitel 5.2.7 271

Weblinks aus Kapitel 7 272

1 Was ist Begabung?

Sicher hat jede:r von uns schon von außergewöhnlich begabten Menschen gehört. Serien- und Filmcharakteren wird in einigen Drehbüchern eine hohe Begabung zugeschrieben, wie dem Physiker „Sheldon Cooper“ aus der Serie „The Big Bang Theory“, das Mädchen „Mary“ aus dem Film „Gifted“ (deutscher Titel: Begabt) oder der autistische Bruder „Raymond“ aus dem Film „Rain Man“. In solchen Rollen geht die Begabung des fiktiven Charakters häufig mit Schwierigkeiten im Verhalten, der Wahrnehmung oder der Kommunikation mit anderen Personen einher. Darüber hinaus kennt jede:r von uns Genies, die auf ihrem Gebiet wahre Meisterwerke schaffen, oder Talente, die uns mit ihrem außergewöhnlichen Können verblüffen. Aber was genau verbirgt sich hinter diesen bemerkenswerten Fähigkeiten? Sind Begabungen auf bestimmte Bereiche beschränkt, wie Musik, Sport oder Naturwissenschaften? Gehen Begabungen immer mit einem von der Norm abweichenden Verhalten in anderen Bereichen einher? Welche Möglichkeiten gibt es, eine Begabung zu erkennen? Ein Blick in die Geschichte zeigt, dass begabte Menschen schon immer Bewunderung und Neugierde geweckt haben. Leonardo da Vinci, ein Genie mit beeindruckenden Fähigkeiten in der Kunst, oder Albert Einstein, dessen Ideen das Verständnis der Physik revolutionierten – sie alle hinterlassen uns mit dem Gefühl, dass Begabung etwas Außergewöhnliches ist.

Begabung ist somit ein faszinierendes und häufig stark diskutiertes Thema, das zum Nachdenken anregt und aus der Bildungslandschaft nicht mehr wegzudenken ist. Was macht eine Person zu einer begabten? Sind Begabungen angeboren oder formen sie sich erst im Laufe des Lebens? Ist die Begabung das Ergebnis harter Arbeit oder doch vielmehr unbeeinflussbarer Veranlagung? Was unterscheidet eine Begabung von einem Talent oder Intelligenz? Wie hängen die Begabung und die Kompetenzen von Personen zusammen? Wie kann Begabung gefördert werden? Diese und weitere Fragen werden im Folgenden genauer fokussiert.

1.1 Grundbegriffe der Begabungsforschung

Als Reaktion auf die uneinheitliche Definition von Begabung und die vielen verschiedenen Definitionsansätze versuchte Leonard J. Lucito bereits 1963 diese in fünf Kategorien einzuordnen und damit eine Übersicht zu schaffen. Die erste Kategorie nannte er „ex post facto definitions“ (S. 182), womit er Definitionen zusammenfasste, die Begabung als herausragende Leistungen in einem professionellen bzw. beruflichen Bereich beschreiben. Die Bezeichnung leitet sich also aus der retrospektiven Betrachtung von Begabung ab, die aus didaktischer Sicht wenig aufschlussreich ist, da diese

in der Regel erst nach der Schulkarriere beobachtet werden kann (Lucito, 1963). Als zweite Kategorie beschreibt er die IQ-Definitionen, welche Begabung ab einem bestimmten IQ-Wert definieren, wobei zwischen den gewählten Testinstrumenten und der Höhe des *cutoff*-Wertes variiert wird. Die dritte Kategorie wird als Soziale Definitionen bezeichnet, welche Begabung als Leistung in einem gesellschaftlich anerkannten Bereich bezeichnen (u. a. Witty, 1958; iPEGE, 2009). Die vierte Kategorie fasst die Prozentsatz-Definitionen zusammen, welche eine Person als begabt identifizieren, sobald sie in einem spezifischen Merkmal, beispielsweise dem IQ, zum oberen Prozentsatz (üblicherweise 15-20 Prozent) einer Gesamtstichprobe gehören. Die fünfte Kategorie bezieht sich auf Kreativitäts-Definitionen und fasst Definitionen zusammen, die Kreativität als ausschlaggebendes Merkmal für Begabung definieren. Bei genauerer Betrachtung der Kategorien wird deutlich, dass die zweite und fünfte Kategorie Spezialfälle der vierten Kategorie bilden, wobei entweder der IQ oder die Kreativität als spezifisches Merkmal angeführt werden (Rost, 2013).

Für eine fundierte und wissenschaftlich anerkannte Auseinandersetzung mit der Begabungsforschung und -förderung in den Naturwissenschaften ist es jedoch von grundlegender Bedeutung, zunächst die relevanten Begriffe, wie Kompetenz, Intelligenz und Kreativität, in diesem Fachbereich zu definieren. Dies trägt sowohl zum Verständnis als auch zur Einordnung des Themas in den wissenschaftlichen Diskurs bei und legt den Grundstein für eine präzise und differenzierte Betrachtung der Begabungen in den Naturwissenschaften.

1.1.1 (Naturwissenschaftliche) Kompetenz

Der Begriff Kompetenz stammt von dem lateinischen Ursprung *competencia* ab, was so viel bedeutet wie zu etwas geeignet, fähig oder befugt sein (North et al., 2018). Bereits in den 1970er Jahren etablierte sich dieser Begriff nicht zuletzt durch die Prägung des Linguisten Chomsky zu einer Schlüsselqualifikation (Kaufhold, 2006; Mertens, 1974), welche u. a. den kompetenten Umgang mit und die Anwendung von Wissen im Bildungsbereich eines Individuums beschreibt. Damit ergänzte und ersetzte dieser Begriff in einigen Bereichen den Qualifikationsbegriff, welcher objektive Ansprüche und Bedarfe, z. B. im Arbeits- und Berufsleben, aber auch in der Lebensgestaltung und Entwicklung fokussiert (Weiß, 2018). Seit der Einführung der kompetenzorientierten Bildungspläne in Deutschland (Künzli, 2010) hat sich die Bedeutung der Kompetenzförderung im deutschen Schulsystem manifestiert. So bedeutungsstark und relevant der Begriff „Kompetenz“ für viele Fachbereiche und Branchen zu sein scheint, so schwierig ist jedoch die Aufstellung einer einheitlichen und allgemeingültigen Definition dieses Begriffs (Erpenbeck & Rosenstiel, 2003). Eine vielseitig anerkannte Begriffserklärung besonders in der Psychologie, Bildungsforschung und Erziehungswissenschaft bildet der Kompetenzbegriff nach Weinert (2001a), welchen er in einem Gutachten für die OECD aufstellte. Er beschreibt Kompetenz als ...

„[...] die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernten kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2001a, S. 27f.).

Daraus gehen drei Charakteristika von Kompetenz hervor, die für das Verständnis und die Anwendung des Begriffs von großer Bedeutung sind:

- Die „um [...]“-Formulierung von Weinert (2001a) zeigt an, dass Kompetenzen nicht losgelöst von dem Kontext zu verstehen sind, sondern einen Zweck erfüllen und somit zielgerichtet sind. Daher geht die Definition von Weinert (2001a) über das reine, reproduzierbare Wissen hinaus, indem Kompetenzen immer einen Anwendungsbezug verfolgen.
- Durch die Nutzung der Begriffe „kognitive Fähigkeiten“, „Fertigkeiten“ und „Bereitschaften“ zeigt Weinert (2001a) in seiner Definition an, dass Kompetenzen demnach ein Zusammenschluss aus dem Wissen, der Anwendung und der Einstellung dem Problem oder der Aufgabe gegenüber sind. Dies impliziert, dass Kompetenzen subjektiv für jede Person zu beschreiben sind, da sich das handlungsorientierte Können sowie die Werte der Personen voneinander unterscheiden und somit auch die Kompetenzen beeinflussen. Soll dennoch einer der Faktoren stärker in den Fokus gestellt werden, wie z. B. das Wissen, dann kann in Sach-, Sozial- und Selbstkompetenz unterschieden werden (Euler, 2020).
- Indem Weinert (2001a) in seiner Definition mit „[...] zu können“ formuliert, zeigt er für die Erfassung und Messung von Kompetenz ein grundlegendes Problem auf: wenn eine Person eine bestimmte Kompetenz besitzt, dann bedeutet dies nicht automatisch, dass diese jederzeit abrufbar ist oder gezeigt wird. Es handelt sich lediglich um das Potenzial, etwas durchführen zu können. Die Umsetzung der Aufgabe oder die Lösung des Problems muss jedoch nicht zwangsweise erfolgen. Damit kann eine Kompetenz-Performanz-Problematik einhergehen, da eine „Diskrepanz zwischen dem latent vorhandenen Leistungspotential (Kompetenz) und dem aktuell beobachtbaren Leistungsvollzug (Performanz) einer Person“ (Böhlig-Krumhaar, 1998, S. 27) vorherrschen kann.

Die Kompetenz stellt somit die Verbindung zwischen Wissen als Voraussetzung (Rost, 2005) und Handlungen in vielfältigen Situationen dar und umfasst Fähigkeiten, die sich durch hohe Vergleichbarkeit, Effizienz und Qualität auszeichnen (Rohlf's et al., 2008). Die sichtbaren Ergebnisse dieser Kompetenz, auch als „Performanz“ bezeichnet (North et al., 2018), können durch Messungen erfasst werden (de Boer, 2008). Allerdings wird der Begriff „Kompetenz“ häufig kritisch betrachtet, da er sowohl im allgemeinen Sprachgebrauch als auch in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen

eine eher populärwissenschaftliche Bedeutung annimmt und seine Bedeutung oft an den jeweiligen Kontext angepasst wird (Weinert, 2001b). Erpenbeck und Rosenstiel (2003) kommen zu dem Schluss, dass der Begriff der Kompetenz daher relativ zur Theorie ist und „nur innerhalb der spezifischen Konstruktion einer Theorie von Kompetenz eine definierte Bedeutung hat“ (Erpenbeck & Rosenstiel, 2003, S. XII). Daher liegt der Fokus im Folgenden auf der naturwissenschaftlichen Kompetenz und somit auf naturwissenschaftlicher Grundbildung.

Das Hauptziel der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer ist die Ausbildung von naturwissenschaftlicher Grundbildung (*scientific literacy*; MSB NRW, 2019a; MSB NRW, 2019b; MSB NRW, 2019c), die im Rahmen von (inter-)nationalen Vergleichsstudien wie „TIMSS“ (*Trends in Mathematics and Science Study*; u. a. Schwippert et al., 2020) oder „PISA“ (*Programme for International Student Assessment*; u. a. OECD, 2019) als Ausgangspunkt zur Messung der Performanz dient (Schulte, 2022). Die „National Science Education Standards“ definieren „Scientific Literacy“ als ein Verständnis dafür, was Wissenschaft (nicht) ist und was Wissenschaft (nicht) leisten kann: „Science is a way of knowledge that is selected by empirical points, logical literacy argumentation and sceptical review“ (NRC, 1996, S. 21). Häufig werden als Begriffsdefinition die Arbeiten von Bybee (1997; 2002) herangezogen, nach welchen naturwissenschaftliche Grundbildung als Konstruktion unterschiedlicher Verständnisniveaus verstanden wird und sich in vier Kompetenzstufen in Bezug auf die Förderung im Schulkontext differenzieren lässt. Diese werden im Folgenden kurz definiert und anhand eines Beispiels aus dem Biologieunterricht konkretisiert (u. a. Bybee, 2002; Dawson & Venville, 2009; Fakhriyah et al., 2017; Gräber & Nentwig, 2002; Soobard & Rannikmae, 2011):

- **Nominale Scientific Literacy:** Die nominale Scientific Literacy bezieht sich auf das grundlegende Erkennen naturwissenschaftlicher Ideen oder Themen. Personen mit nominaler wissenschaftlicher Kompetenz sind in der Lage, bestimmte Konzepte oder Begriffe im Zusammenhang mit der Wissenschaft zu erkennen. Diese Assoziationen können jedoch noch mit falschen Vorstellungen oder begrenztem Fachwissen verbunden sein. Dies ist der erste Schritt auf dem Weg zur wissenschaftlichen Kompetenz.



Die Schüler:innen können die Bedeutung von Pflanzen für unser Leben anhand der Fotosynthese (grundlegend) erklären. Die Pflanzen produzieren Sauerstoff, den wir zum Atmen benötigen.

- **Funktionale Scientific Literacy:** Die funktionale Scientific Literacy bezieht sich auf ein tieferes Verständnis und die korrekte Verwendung von wissenschaftlichen Begriffen. Personen mit funktionaler wissenschaftlicher Kompetenz verfügen über

den notwendigen Wortschatz und können Fachbegriffe angemessen verwenden. Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Informationen zu verstehen und auf professionelle Weise zu vermitteln.



Die Schüler:innen können die Abläufe der Fotosynthese (lichtabhängige und lichtunabhängige Reaktionen) beschreiben und erlangen ein tiefes Verständnis für die Schlüsselkonzepte der Fotosynthese, wie etwa die Bedeutung von Chlorophyll, Lichtenergie, Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O).

- Konzeptionelle und prozedurale Scientific Literacy: Die konzeptionelle und prozedurale Scientific Literacy bezieht sich auf die Fähigkeit, Informationen und Erfahrungen in Beziehung zu setzen und verschiedene wissenschaftliche Disziplinen miteinander zu verknüpfen. Personen mit konzeptioneller und prozeduraler wissenschaftlicher Kompetenz können wissenschaftliche Konzepte und Prinzipien verstehen und anwenden. Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Methoden und Verfahren anzuwenden, um Probleme zu analysieren, Experimente durchzuführen, Daten zu sammeln und Schlussfolgerungen zu ziehen.



Die Schüler:innen nutzen chemische Grundlagen zum Verständnis des Elektronentransports zur Erklärung der Reaktionen, um ein Modellexperiment (Blue-Bottle-Experiment) zu erläutern und den Zusammenhang zwischen Chemie und Biologie herzustellen.

- Multidimensionale Scientific Literacy: Unter multidimensionaler Scientific Literacy versteht man ein umfassendes Konzept, das über das traditionelle Verständnis von wissenschaftlicher Literalität hinausgeht. Wissenschaftliche Literalität bezieht sich auf das Verständnis wissenschaftlicher Konzepte und Begriffe, jedoch konzentriert sich die multidimensionale wissenschaftliche Literalität auf die Entwicklung von mehreren Kompetenzen und Dimensionen im wissenschaftlichen Denken und Handeln. Dieses Konzept zielt darauf ab, Schüler:innen nicht nur das Wissen über wissenschaftliche Fakten zu vermitteln, sondern auch ihre Fähigkeiten und Haltungen in Bezug auf Wissenschaft zu fördern.



1. Experimentelles Verständnis: Die Schüler:innen können Experimente zur Fotosynthese durchführen, wie zum Beispiel die Überwachung des Gasaustauschs (CO_2 -Verbrauch und O_2 -Produktion) bei Pflanzen unter verschiedenen Lichtintensitäten. Dies fördert ihr Verständnis für die experimentelle Methode und statistische Analyse.



2. Wissenschaftskommunikation: Die Schüler:innen verfassen Präsentationen oder Berichte über die Fotosynthese, in denen sie ihre Ergebnisse aus Experimenten, Forschung und Diskussionen zusammenfassen. Dies entwickelt ihre Fähigkeiten zur wissenschaftlichen Kommunikation.



3. Interdisziplinäre Verbindungen: Die Schüler:innen verstehen, wie die Fotosynthese mit anderen wissenschaftlichen Disziplinen in Verbindung steht, wie der Chemie (z. B. chemische Reaktionen) und der Ökologie (z. B. Energieflüsse in Ökosystemen).



4. Ethik und soziale Verantwortung: Die Schüler:innen reflektieren über die ethischen und ökologischen Auswirkungen der Fotosynthese, z. B. wie Pflanzen CO_2 aufnehmen und Sauerstoff abgeben und wie dies zur Reduzierung des Treibhauseffekts beiträgt.



5. Problem lösen und kritisches Denken: Die Schüler:innen diskutieren komplexe Fragen im Zusammenhang mit der Fotosynthese, wie z. B. wie man den Fotosyntheseprozess optimieren kann, um die Nahrungsmittelproduktion zu steigern.

Die vom „Nationalen Bildungspanel“ (*National Educational Panel Study*, NEPS) verwendete Definition von naturwissenschaftlicher Bildung basiert auf den Ansätzen von Weinert (2001a), erweitert durch Klieme und Leutner (2006) sowie auf dem Konzept der „Scientific Literacy“ (Bybee, 2002; Hahn & Schöps, 2019; Prenzel et al., 2007; Schäfers, 2023). Diesem Modell zufolge setzt sich wissenschaftliche Kompetenz aus inhaltsbezogenen (*content related components*; *KOS = knowledge of science*) und prozessbezogenen (*process related components*; *KAS = knowledge about science*) Komponenten zusammen, die gemeinsam die Grundlage für den Aufbau naturwissenschaftlicher Kompetenz bilden (Hahn et al., 2013). Laut Hahn und Kolleg:innen (2013) umfassen die inhaltsbezogenen Komponenten (*KOS*) Substanzen, Entwicklung, Wechselwirkungen und Systeme, die als Schlüsselindikatoren der Wissenschaft identifiziert wurden und in den Referenzrahmen von PISA und der „American Association for the Advancement of Science“ (AAAS) enthalten sind. Die prozessbezogenen Komponenten

(KAS) beziehen sich auf das Wissen über das Wesen der Wissenschaft und konzentrieren sich auf den Prozess der Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse, einschließlich der Schritte der Hypothesenbildung, der Versuchsplanung sowie der Analyse und Interpretation von Daten (Wegner, 2014).

Auch das PISA Konsortium Deutschland (2007) orientiert seine Definition von naturwissenschaftlicher Kompetenz u. a. an dem Forschungsprozess und beschreibt sie als Fähigkeit,

„[...] [1.] naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, um Fragestellungen zu erkennen, sich neues Wissen anzueignen, naturwissenschaftliche Phänomene zu beschreiben und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, [2.] die charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften als eine Form menschlichen Wissens und Forschens zu verstehen, [3.] zu erkennen und sich darüber bewusst zu sein, wie Naturwissenschaften und Technik unsere materielle, intellektuelle und kulturelle Umwelt formen, [4.] sowie die Bereitschaft, sich mit naturwissenschaftlichen Ideen und Themen zu beschäftigen und sich reflektierend mit ihnen auseinanderzusetzen“ (PISA-Konsortium Deutschland, 2007, S. 65).

Diese Teilaspekte lassen sich zum Teil in den „Naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg“ (Rey, 2021; Wegner, 2014; Wegner & Schmiedebach, 2017) einordnen (siehe Kapitel 5.1) und entsprechen somit einer forschenden Haltung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Zur Messung der naturwissenschaftlichen Kompetenz bestehen für den Primarbereich und die Sekundarstufen I und II unterschiedliche Messverfahren (Opitz et al., 2017), wie zum Beispiel das „Modell zur Erfassung naturwissenschaftlicher Kompetenzentwicklung im Projekt Science-P“ (Hardy et al., 2010) oder der „Naturwissenschaftliche-Arbeitsweisen-Test“ (NAW-Test; Klos et al., 2008; Koenen, 2014; Mannel, 2011; Walpuski, 2006). Auch für den Elementarbereich existieren unterschiedliche Messinstrumente, die naturwissenschaftliche Kompetenzen in den Blick nehmen (z. B. Carstensen et al., 2011; Schäfers & Wegner, 2022; Steffensky et al., 2012; Ziegler & Hardy, 2015), wobei jedoch teilweise nur sehr enge Inhaltsbereiche fokussiert werden (Peperkorn & Wegner, 2022).

Zusammenfassend wird im Folgenden unter dem Begriff „naturwissenschaftliche Kompetenz“ die Fähigkeit verstanden, naturwissenschaftliche Probleme zu erkennen, zu verstehen und erfolgreich zu lösen, indem man über fundiertes Wissen in den Naturwissenschaften verfügt, dieses anwendet und die damit verbundenen Denk- und Arbeitsweisen beherrscht (Weinert, 2001a; Hahn et al., 2013). Diese Kompetenz umfasst inhaltsbezogene Kenntnisse über die Naturwissenschaften sowie prozessbezogene Fähigkeiten, wie das Anwenden wissenschaftlicher Methoden, das Beziehen von Informationen und das Denken in Zusammenhängen (Bybee, 2002; Wegner, 2014).

1.1.2 Intelligenz

Seit den Anfängen der Begabungsforschung geht der Intelligenzbegriff mit Begabung einher (Gardner, 1983; Renzulli, 1986) und wird als entscheidende Komponente zur Feststellung einer Begabung herangezogen (Fink, 2011). Der Begriff „Intelligenz“ leitet sich vom Lateinischen *intelligentia* (Einsicht), *intellectus* (Verstand) und *intellegere* (einsehen, verstehen) ab und beschreibt die kognitive Leistungsfähigkeit, die durch eine Wechselwirkung von Anlage und Umwelt beeinflusst wird (Rost, 2013). Intelligenz bezeichnet somit die Fähigkeit von Lebewesen, sich an neue Situationen und Bedingungen anzupassen sowie Probleme basierend auf gesammelten Erfahrungen zu lösen (Gruber & Stamouli, 2009).

Bereits in den 1920er Jahren prägte der Experimentalpsychologe Edwin G. Boring (1886-1968) die Aussage zur Definition von Intelligenz: „Intelligence is what the tests test“ (Boring, 1923, S. 35). Die Aussage, dass Intelligenz (lediglich) das ist, was die Tests messen, kann auf zwei Arten interpretiert werden: Kritiker:innen argumentieren einerseits, dass sie vor allem die unzureichende theoretische Fundierung des Konzepts der „Intelligenz“ zeigt (Stern & Neubauer, 2016), und andererseits basiert der Satz auf einem Zirkelschluss:

„Man kann Intelligenz nur dann auf diese Weise definieren, wenn man Intelligenztests von anderen Tests unterscheiden kann, die nur scheinbar Intelligenz erfassen. Dies ist jedoch nicht möglich, da wir dann zeigen müssten, dass die falschen Intelligenztests tatsächlich keine Intelligenz messen. Und dies ist wiederum nicht möglich, da Intelligenz selbst noch nicht definiert ist.“ (Funke & Vaterrodt, 2004, S. 10)

Auf der anderen Seite kann die Aussage von Boring (1923) auch so interpretiert werden, dass die Wissenschaftler:innen Intelligenz als messbares Konstrukt greifbar gemacht haben (Stern & Neubauer, 2016). Obwohl dieses Konstrukt heute das am besten und am detailliertesten untersuchte und erforschte Element in der Psychologie darstellt (Klauer & Spinath, 2010; Rost, 2013), gestaltet sich auf der anderen Seite eine einheitliche Definition dieses Begriffs als schwierig, inkonsistent und unbeständig (Schäfers, 2023). Im Rahmen dieses Diskurses haben führende Wissenschaftler:innen eine Definition erarbeitet, die besagt: „Intelligenz ist eine sehr allgemeine geistige Fähigkeit, die unter anderem die Fähigkeiten zum schlussfolgernden Denken, zum Planen, zum Problemlösen, zum abstrakten Denken, zum Verstehen komplexer Ideen, zum raschen Auffassen und zum Lernen aus Erfahrung einschließt“ (Gottfredson, 1997, S. 13). Bei genauer Betrachtung der Definition fällt auf, dass es sich bei der Konstruktbeschreibung lediglich um eine Aneinanderreihung von beispielhaften Teilkompetenzen handelt, die zusammen Intelligenz repräsentieren sollen (Schäfers, 2023). Dies verdeutlicht, wie herausfordernd es ist, einen Konsens über die Struktur und Messung von Intelligenz zu erzielen (Gerring & Zimbardo, 2018). Auch die Existenz verschiedener Modelle zur Erklärung der Struktur von Intelligenz trägt zu

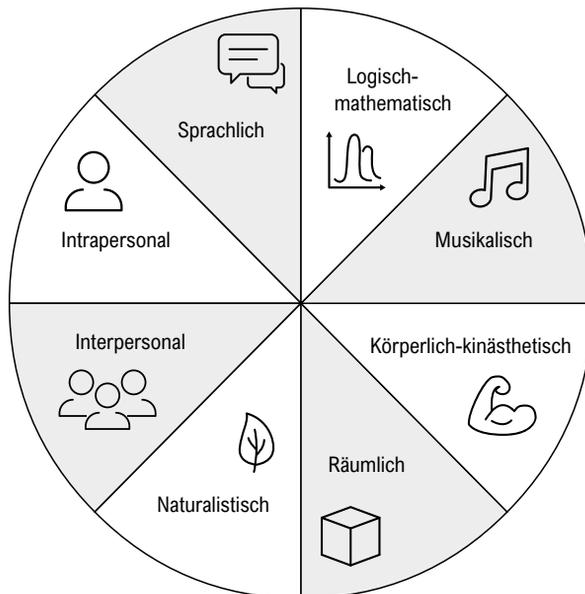
den Definitionsschwierigkeiten bei. Einige Psycholog:innen beschreiben Intelligenz als eindimensionales und klar quantifizierbares Konstrukt (z. B. „Allgemeine Intelligenz“ nach Spearman, 1904, 1927), während andere einen multiplen Ansatz verfolgen (z. B. „Primäre geistige Fähigkeiten“ nach Thurstone, 1931; „Multiples Intelligenzmodell“ nach Gardner, 1983; „Triarchisches Intelligenzmodell“ nach Sternberg, 1986) oder sogar ein hierarchisches Modell (z. B. „CHC-Theorie“ nach Cattell, 1963, Horn, 1991 und Carroll, 1993) vorschlagen (Mickley & Renner, 2010; Myers, 2014; Preckel & Vock, 2021; Rost & Sparfeldt, 2017). Je nach Interpretation des theoretischen Konstrukts kann Intelligenz demnach als ein dichotomes und domänenunabhängiges Merkmal – ähnlich wie Hochbegabung – oder, dem Begabungsbegriff folgend, als eine kontextabhängige Intelligenzfacette mit unterschiedlichen Ausprägungen betrachtet werden. Im Folgenden werden, um eine breite Facette des Begriffs „Intelligenz“ zu zeigen, drei unterschiedliche Intelligenztheorien näher beleuchtet, die in ihrer Gesamtheit jedoch nicht alle Intelligenzmodelle abbilden.

Das „Modell der allgemeinen Intelligenz“, auch bekannt als „g“-Faktor (*general factor*), wurde von dem britischen Psychologen Charles Spearman entwickelt und Anfang des 20. Jahrhunderts vorgestellt (Myers, 2014). Es ist ein Konzept, das die Vorstellung einer grundlegenden, übergeordneten Intelligenz repräsentiert, die in unterschiedlichen kognitiven Aufgaben zum Ausdruck kommt (Rost & Sparfeldt, 2017). Spearman (1904, 1927) ging davon aus, dass Intelligenz aus einem allgemeinen Faktor (*g*-Faktor) besteht, der die Gesamtleistung einer Person in kognitiven Aufgaben bestimmt (Spearman, 1904, 1927). Dieser „g“-Faktor ist laut seiner Theorie die grundlegende, stabile und übergeordnete kognitive Kapazität, die in verschiedenen kognitiven Bereichen wirkt. In der „g“-Faktor-Theorie wird postuliert, dass Menschen, die in einer kognitiven Aufgabe gut abschneiden, auch in anderen kognitiven Aufgaben tendenziell gute Leistungen erbringen (Spearman & Jones, 1950). Spearman (1904, 1927) stützte seine Theorie auf statistische Analysen von Intelligenztests. Er stellte heraus, dass die Leistungen von Menschen in verschiedenen kognitiven Aufgaben positiv miteinander korrelierten (Myers, 2014). Diese positiven Korrelationen deuteten darauf hin, dass es eine gemeinsame Intelligenzkomponente gebe, die diese Leistungen beeinflussen und erklären könnte. Diese Entdeckung führte zur Formulierung des *g*-Faktors und der Theorie der allgemeinen Intelligenz. Obwohl die „g“-Faktor-Theorie von Spearman kritisiert wurde, weil sie nicht die gesamte Bandbreite menschlicher kognitiver Fähigkeiten erfasste, hat sie dennoch einen starken Einfluss auf die Psychologie und die Entwicklung von Intelligenztests. Der „g“-Faktor bleibt ein wichtiger Bestandteil moderner Intelligenzforschung und bildet oft die Grundlage für die Bewertung der allgemeinen intellektuellen Leistungsfähigkeit von Individuen (Warne, 2016).

Das Intelligenzmodell nach Howard Gardner (1983; 1998; 2006), das auch als „Theorie der multiplen Intelligenzen“ bekannt ist, wurde erstmals in den 1980er Jahren vorgestellt und unterscheidet sich von traditionellen Ansätzen, die Intelligenz als eine allgemeine kognitive Fähigkeit betrachten. Es postuliert, dass es verschiedene

unabhängige Formen von Intelligenz gibt, die sich in individuellen Fähigkeiten und Talenten manifestieren können (Gardner, 1983; Miller, 1999). Gardner (1983) identifizierte ursprünglich sieben Hauptintelligenzen und fügte später eine achte hinzu (Gardner, 1998), die in den Kontext der modernen Forschung passt. Diese acht Intelligenzen sind (siehe Abbildung 1):

Abbildung 1: Theorie der multiplen Intelligenzen nach Gardner (1983; 1998; 2006).



Quelle: Eigene Darstellung.

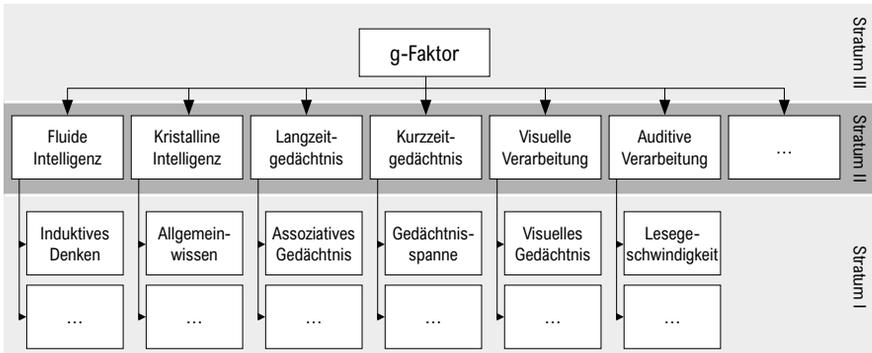
- Sprachliche Intelligenz: Diese Form der Intelligenz betrifft die Fähigkeit, Sprache sowohl mündlich als auch schriftlich effektiv zu verwenden. Menschen mit hoher sprachlicher Intelligenz sind oft gute Schriftsteller:innen oder Redner:innen und können komplexe Ideen verständlich und überzeugend vermitteln.
- Logisch-mathematische Intelligenz: Diese Intelligenz bezieht sich auf die Fähigkeit, logisch zu denken, komplexe Probleme zu analysieren und mathematische Konzepte zu verstehen. Menschen mit hoher logisch-mathematischer Intelligenz sind oft gute Wissenschaftler:innen, Ingenieur:innen oder Mathematiker:innen.
- Musikalische Intelligenz: Diese Form der Intelligenz betrifft die Fähigkeit, Musik zu verstehen, Rhythmen und Tonhöhen zu unterscheiden und musikalische Ausdrucksmöglichkeiten zu haben. Musiker:innen, Komponist:innen und Musikliebhaber:innen zeigen oft eine hohe musikalische Intelligenz.

- Körperlich-kinästhetische Intelligenz: Diese Intelligenz bezieht sich auf die Fähigkeit, den Körper geschickt zu nutzen und komplexe motorische Bewegungen zu koordinieren. Sportler:innen, Tänzer:innen und Handwerker:innen haben oft eine hohe körperlich-kinästhetische Intelligenz.
- Räumliche Intelligenz: Diese Form der Intelligenz betrifft die Fähigkeit, räumliche Wahrnehmung, Vorstellungskraft und Orientierung zu nutzen. Künstler:innen, Architekt:innen und Navigator:innen zeigen oft eine hohe räumliche Intelligenz.
- Naturalistische Intelligenz: Diese Intelligenz bezieht sich auf die Fähigkeit, die Natur und ihre Phänomene zu erkennen, zu klassifizieren und zu verstehen. Naturwissenschaftler:innen, Botaniker:innen und Verhaltensforscher:innen weisen oft eine hohe naturalistische Intelligenz auf.
- Interpersonale Intelligenz: Diese Form der Intelligenz betrifft die Fähigkeit, andere Menschen zu verstehen, ihre Emotionen zu erkennen und erfolgreich mit ihnen zu interagieren. Sozialarbeiter:innen, Lehrkräfte und Politiker:innen zeigen oft eine hohe interpersonale Intelligenz.
- Intrapersonale Intelligenz: Diese Intelligenz bezieht sich auf die Fähigkeit zur Selbstreflexion, das Verständnis der eigenen Gefühle, Motivationen und Ziele. Menschen mit hoher intrapersonaler Intelligenz haben oft eine gute Selbstkenntnis und Selbstregulierungsfähigkeiten.

Gardners Theorie der multiplen Intelligenzen betont die Vielfalt menschlicher Talente und Fähigkeiten und fordert eine breitere Definition von Intelligenz jenseits traditioneller standardisierter Intelligenztests (1998). Seine Ideen haben in der Pädagogik, Berufsberatung und Psychologie erheblichen Einfluss und dazu beigetragen, individuelle Stärken und Potenziale besser zu erkennen und zu fördern. Jedoch betonen kritische Wissenschaftler:innen, dass es sich bei der Theorie um eine „Schön-Wetter-Theorie“ handle, da individuelle Schwächen von Personen immer durch die Stärken ausgeglichen werden können und dies nicht der aktuellen Situation in der Welt entspreche (Ferguson, 2009; Scarr, 1989).

Die CHC-Theorie (Cattell-Horn-Carroll-Theorie) ist ein aktuelles und umfassendes Modell der Intelligenz, das darauf abzielt, die Struktur der kognitiven Fähigkeiten detailliert zu beschreiben (Carroll, 1993; Cattell, 1963; Horn, 1991; Horn & Blankson, 2005). Sie basiert auf den Arbeiten von Raymond Cattell, John L. Horn und John B. Carroll und wurde in den 1990er Jahren entwickelt, um die Einschränkungen früherer Intelligenztheorien zu überwinden (Mickley & Renner, 2019). Die CHC-Theorie postuliert, dass Intelligenz aus einer Hierarchie von Fähigkeiten besteht, die sich in drei Ebenen gliedern lassen (siehe Abbildung 2; Flanagan & Dixon, 2013):

Abbildung 2: Übersicht zur CHC-Theorie nach Cattell (1963), Horn (1991) und Carroll (1993).



Quelle: Eigene Darstellung.

- Obere Ebene (g-Faktor; Stratum III): Dieser allgemeine Faktor, auch als „allgemeine Intelligenz“ oder „g“-Faktor bekannt, repräsentiert die übergeordnete, allgemeine kognitive Fähigkeit, welche die gesamte Leistung einer Person in verschiedenen kognitiven Aufgaben beeinflusst. Er spiegelt die allgemeine Fähigkeit wider, Probleme zu lösen, Informationen zu verarbeiten und neue Situationen zu bewältigen.
- Mittlere Ebene (Stratum II): Diese Ebene besteht aus mehreren Faktoren, die als „generelle Fähigkeiten“ bezeichnet werden und unterschiedliche Bereiche kognitiver Fähigkeiten, wie beispielsweise die fluide Intelligenz (Gf), die kristalline Intelligenz (Gc), die visuell-räumlichen Fähigkeiten (Gv), die auditive Verarbeitung (Ga) und die quantitativen Fähigkeiten (Gq) umfassen.
- Untere Ebene (Stratum I): Die unterste Ebene der CHC-Theorie besteht aus spezifischen Fähigkeiten, die noch detaillierter und eng an bestimmte kognitive Aufgaben gebunden sind. Beispiele hierfür sind Wortschatz, räumliches Vorstellungsvermögen, numerische Fähigkeiten, Geschwindigkeit der Verarbeitung, auditives Gedächtnis und viele andere.

Die „CHC-Theorie“ als Ausdifferenzierung der „g“-Faktor-Theorie betont, dass unterschiedliche Intelligenztests eine Vielzahl von Fähigkeiten messen, die in verschiedene Kategorien auf den mittleren und unteren Ebenen der Hierarchie fallen (Schneider & McGrew, 2018). Diese Hierarchie ermöglicht es, die kognitive Leistung einer Person genau zu beschreiben und ihre Stärken und Schwächen in verschiedenen kognitiven Bereichen zu erkennen (Baudson, 2012). Während die CHC-Theorie ein umfassendes Rahmenwerk zur Erfassung und Bewertung der kognitiven Fähigkeiten von Individuen bildet und dazu beiträgt, ein differenzierteres Bild von Intelligenz zu zeichnen, ist sie nicht frei von Kritik. Besonders häufig wird kritisiert, dass die Hierarchie der kognitiven

ven Fähigkeiten in der CHC-Theorie möglicherweise zu starr und deterministisch ist (Peperkorn & Wegner, 2023a). Einige Forscher:innen argumentieren, dass die strikte Hierarchie möglicherweise nicht die gesamte Bandbreite der menschlichen Intelligenz und kognitiven Fähigkeiten abdeckt. Es wird darauf hingewiesen, dass die Einteilung in untere, mittlere und obere Ebenen möglicherweise zu vereinfacht ist, die Komplexität der menschlichen Intelligenz nicht angemessen widerspiegelt und sie möglicherweise kulturell und sozial beeinflusste kognitive Fähigkeiten unzureichend berücksichtigt (Baudson, 2012; Mickle & Renner, 2010).

1.1.3 Kreativität

Obwohl keine einheitliche Definition des Begriffs Kreativität existiert, wird er im alltäglichen Sprachgebrauch in verschiedensten Kontexten verwendet. Dabei haben alle Personen, die den Begriff nutzen, egal ob Wissenschaftler:innen oder Lehrkräfte, eine gewisse Vorstellung, was genau Kreativität für sie bedeutet. Diese Problematik scheint sich im wissenschaftlichen Diskurs widerzuspiegeln, da auch hier viele verschiedene Definitionsansätze und Modelle existieren (Preiser, 2006). Die Bedeutung der Kreativität in der Begabungsförderung ist, wie bei allen Konstrukten bzw. Merkmalen, die mit Begabung in Verbindung gebracht werden, höchst umstritten. Die Diskussion wird dabei nicht zuletzt durch den generellen Diskurs zum Begriff Kreativität angefacht. Daher wird im Folgenden zunächst die wissenschaftliche Debatte um den Begriff selbst umrissen, bevor daraus Hinweise für die Bedeutung in der Begabungsdiagnostik und -förderung beschrieben werden.

Einer der ersten Wissenschaftler, der versuchte, belastbare Beschreibungen für den Begriff Kreativität zu finden, war Joy Paul Guilford (1950). Damals existierten nur wenige wissenschaftliche Beiträge, die sich mit Kreativität aus einer wissenschaftlichen Perspektive auseinandersetzten und auch noch heute, über 70 Jahre später, stoßen Psycholog:innen auf Probleme bei der Erforschung von Kreativität. Die erste kritische Frage, die der wissenschaftlichen Betrachtung von Kreativität im Wege steht, betrachtet die Eigenständigkeit des Konstrukts und der klaren Abgrenzung von der Intelligenz. Der Diskurs bildet sich hier zwischen Psycholog:innen, die der Ansicht sind, dass das, was im allgemeinen als Kreativität wahrgenommen wird bzw. das Verhalten von Personen, welches als kreativ verstanden wird, sei in erster Linie auf eine überdurchschnittlich hohe Intelligenz zurückzuführen, und solchen, die Kreativität als eigenständiges, sich von der Intelligenz abgrenzendes, Persönlichkeitsmerkmal beschreiben (Stumpf & Perleth, 2019). Ein weiteres Problem in der Erforschung von Kreativität besteht in der Vielzahl von Einflussfaktoren auf tatsächlich kreative Leistungen. Dies äußert sich beispielsweise darin, dass historische Entdeckungen nur sehr zufällig und vereinzelt auftreten und in höchstem Maße von den gegebenen Umweltfaktoren abhängig sind oder waren. Nichtsdestotrotz beschreibt Guilford (1950), dass auch bei konstant gehaltenen Umweltfaktoren verschiedene Individuen unter-

schiedlich kreative Leistungen vollbringen würden. Außerdem unterliegen diese Leistungen starken Schwankungen, sodass selbst als hochkreativ bezeichnete Personen nicht dauerhaft bahnbrechende Innovationen hervorbringen. An diese Problematik knüpft auch die generelle Schwierigkeit der psychologischen Messung von Kreativität an. Je objektiver versucht wird, Kreativität zu messen, desto weiter entfernt man sich vom eigentlichen Verständnis des Begriffs, weswegen geschlossene Testformate, wie Multiple-Choice-Tests, kaum geeignet scheinen.

Guildford (1956) grenzt Kreativität klar von Intelligenz ab. Dabei beschreibt er, dass bei der Messung von Intelligenz vor allem konvergente Denkweisen, also die Fähigkeit für das Finden einer einzigen klaren Problemlösung, abgefragt werden. Kreativität bilde sich dagegen aus der Fähigkeit zum divergenten Denken, bei dem ein Problem zunächst unsystematisch und ergebnisoffen bearbeitet wird. Zur Vertiefung dieser Theorie stellte er darüber hinaus einen Merkmalskatalog zur Beschreibung kreativer Personen auf (Guildford, 1959). Darin wird zunächst die Sensitivität für Probleme genannt, welche sich darin charakterisiert, dass das Individuum in der Lage ist, Probleme zu erkennen und die „richtigen Fragen, d. h. lösungsrelevanten Hypothesen [zu] formulieren“ (Heller, 1992, S. 135). Ein weiterer Faktor, der bei der Beschreibung und Messung von Kreativität eine hervorgehobene Rolle spielt, ist die sogenannte Flüssigkeit (*fluency*), welche sich beispielweise in der Quantität entwickelter Ideen zu einem bestimmten Problem äußert (Wilson et al., 1954). Die Flexibilität (*flexibility*) beschreibt die Fähigkeit oder Veranlagung, bei der Ideenfindung mühelos in unterschiedlichen Kategorien und aus unterschiedlichen Blickwinkeln heraus zu denken (Guildford, 1959). Die Originalität (*originality*) bezeichnet die Fähigkeit, Ideen zu generieren, die sich von konventionellen oder offensichtlichen Denkweisen abheben, und als selten in Bezug auf eine Bezugsnorm angesehen werden (Heller, 1992). Der Faktor Redefinition (*redefinition*) beschreibt die Fähigkeit, bestehende Objekte in neuer Weise zu verwenden, um ein Problem zu lösen. Der Begriff hängt folglich eng mit Improvisation zusammen und lässt sich heranziehen, um die funktionale Fixiertheit einer Person sichtbar zu machen. Schließlich wird der Faktor Elaboration (*elaboration*) angeführt, der die Fähigkeit beschreibt, innerhalb eines vorgegebenen Rahmens Details zu erdenken und beispielsweise eine vorgegebene Idee zu einem detaillierten Planungsvorhaben zu entwickeln. Neben der psychometrischen Klassifikation von Kreativität, welche auch heute noch in den meisten psychologischen Testinstrumenten als messtheoretische Grundlage verwendet wird (Cropley, 2000; Kim, 2006), existieren verschiedene Modelle von Kreativität, die aus pädagogischer Sicht einen Mehrwert liefern, da sie helfen die Entstehung von Kreativität nachzuvollziehen und Möglichkeiten aufzeigen, kreative Prozesse zu fördern (Nett, 2019). Eines der ersten Modelle zur Kreativität ist das 4-Phasen-Modell nach Wallas (1926). Die vier Phasen des kreativen Problemlösens lauten Vorbereitung, Inkubation, Einsicht und Verifikation. Im Rahmen der Vorbereitung findet eine bewusste Auseinandersetzung mit einem Problem statt. Dabei wird das Problem umrissen und Informationen aus unterschiedlichen Blick-

winkeln gesammelt. Die Inkubation beschreibt laut Wallas eine Phase, in der sich das Individuum zunächst vom Problem abwendet und scheinbar nicht mehr aktiv daran arbeitet. Allerdings finden in dieser Phase wichtige Umstrukturierungsprozesse der zuvor gesammelten Informationen statt, die schließlich zur nächsten Phase der Einsicht überleiten. Damit dies gelingen kann, muss eine unbewusste Beschäftigung mit dem ursprünglichen Problem stattfinden, was beispielsweise durch die Beschäftigung mit einfachen Alternativaufgaben erfolgen kann. Die Einsicht, die unbewusst und meist plötzlich eintritt, muss anschließend durch die Verifikation gefestigt werden. Hier wird entschieden, ob eine Idee zur Lösung des Problems beiträgt und weiterverfolgt werden sollte (Wallas, 1926). Rhodes (1961) kommt in seiner Analyse von Kreativität (*Analysis of Creativity*) auf insgesamt vier verschiedene Kategorien, welche zur Beschreibung von Kreativität betrachtet werden sollten. Diese Kategorien sind Person (*person*), Prozess (*process*), Umwelt (*press*) und Produkt (*product*). Unter Person fasst Rhodes alle Informationen zusammen, die herangezogen werden können, um kreative Individuen zu beschreiben. Dabei nennt er unter anderem die Bereiche Persönlichkeit, Intellekt, Temperament, Einstellungen, aber auch körperliche Eigenschaften, Gewohnheiten oder psychologische Verteidigungsmechanismen, stellt jedoch jeweils die Frage, inwieweit diese Informationen zur Beschreibung der Kreativität herangezogen werden können (Rhodes, 1961). Die Kategorie Prozess fasst Informationen zur Motivation, Wahrnehmung, dem Lernen, Denken und der Kommunikation von Individuen zusammen. Dabei stellte Rhodes Fragen wie: „What causes some individuals to strive for original answers to questions while the majority are satisfied with conventional answers?“ (Rhodes, 1961, S. 308). Außerdem nimmt er Rückbezug zum bereits beschriebenen 4-Phasen-Modell nach Wallas (1926) und argumentiert, dass der kreative Prozess gelehrt und gefördert werden kann. Die Kategorie Umwelt beschreibt die Beziehung zwischen dem Individuum und der Umwelt, welche zur Erbringung kreativer Leistungen führt. Dabei ist zu beachten, dass jede Person ihre Umwelt auf unterschiedliche Weise wahrnimmt und je nach ihrer Beschaffenheit reagieren kann. Somit hat die Umwelt einen erheblichen Einfluss auf die Kreativität, da sich aus ihr heraus unter anderem die Notwendigkeit und Anerkennung kreativer Leistungen entwickelt (Guildford, 1950; Rhodes, 1961). Schließlich umfasst die Kategorie Produkt alles, was innerhalb eines kreativen Prozesses aus einer Idee entsteht. Aus psychologischer Sicht bilden Produkte Aufzeichnungen der Kreativität einer Person zu einem bestimmten Zeitpunkt, was Wissenschaftler:innen ermöglicht, kreative Prozesse anhand von Produkten nachzuvollziehen und zu bewerten, wofür allerdings ein „System zur Klassifizierung von Produkten notwendig ist“ (Rhodes, 1961, S. 309).

Ein neueres Modell der Kreativität beschreiben Kaufman und Beghetto (2009), die ein bestehendes Modell von Gardner (1993) erweiterten, das unterschiedliche Ausmaße kreativer Leistungen unterscheidet. Dabei wird zwischen alltäglicher Kreativität (*little-c*) und herausragenden kreativen Errungenschaften (*Big-C*) unterschieden, um Kreativität zu kategorisieren. Laut Kaufman und Beghetto (2009) reicht diese Dicho-

tomie der Kreativität jedoch nicht aus, um diese greifbar zu bewerten. Daher ergänzen sie die Begriff „mini-c“ und „Pro-C“, welche das aufgestellte Kontinuum weiter ausdifferenzieren. Da „little-c“ nach Gardner (1993) alle kreativen Leistungen zusammenfasst, bei denen es sich nicht um überragende oder weltberühmte Errungenschaften handelt, ergänzten sie die Kategorie „mini-c“. Diese betont den Entwicklungsaspekt von Kreativität und ermöglicht eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Entwicklungsstadien. „Das Konstrukt des mini-c ist nützlich, um die Genese des kreativen Ausdrucks (mini-c) zu erkennen und von leichter erkennbaren Ausdrucksformen der Kreativität (little-c) zu unterscheiden“ (Kaufman & Beghetto, 2009, S. 2). Die Kategorie „Pro-c“ hingegen beschreibt das Entwicklungsstadium zwischen „little-c“ und „Big-C“. Als Beispiel werden Personen genannt, die in ihrem Feld zwar eine gewisse kreative Expertise erreicht haben, jedoch nicht zur Kategorie „Big-C“ gezählt werden können, da sie (noch) keine herausragenden kreativen Leistungen vollbracht haben.

Zusammenfassend wird deutlich, dass die Psychologie seit langer Zeit versucht, Kreativität zu strukturieren und zu kategorisieren, um das Konstrukt greifbar oder sogar messbar zu machen. Bei genauerer Betrachtung der beschriebenen Kreativitätstheorien und -modelle wird deutlich, dass viele Überschneidungspunkte bestehen. In den meisten Fällen werden lediglich die Facetten oder Betrachtungsweisen unterschiedlich angeordnet und miteinander in Beziehung gesetzt. Ab den 1960er Jahren begannen einige Forscher:innen dann, die Bedeutung von Kreativität als zusätzlichen Faktor in der Begabung zu erkennen. Pädagog:innen und Psycholog:innen wie Howard Gardner (1983) und Mihaly Csikszentmihalyi (1985) betonten die Bedeutung von Kreativität und erläutern, dass Begabung nicht nur auf intellektuelle Fähigkeiten beschränkt, sondern auch kreative Fähigkeiten umfassen sollte. Daran anschließend wurde die Bedeutung von Kreativität in der Begabungsforschung in den 1980er Jahren weiter gestärkt. Es entstanden verschiedene Modelle, die Kreativität als integralen Bestandteil der Begabung betrachteten (u. a. Renzulli, 1978). Aktuell wird in der Begabungsforschung Kreativität immer häufiger als wesentliches Merkmal der Begabung angesehen (Koop & Steenbuck, 2011). Die Diagnostik und Identifikation von Begabung umfasst nun oft verschiedene Komponenten, die neben intellektuellen Fähigkeiten auch Kreativität, Motivation und soziale Faktoren berücksichtigen (siehe Kapitel 1.2.1).

„Yes, the creative process can be taught“ (Rhodes, 1961, S. 308) – vor diesem Hintergrund lässt sich die Kreativitätsförderung der Begabungsförderung zuordnen (Mehlhorn et al., 2015). Trotz berechtigter Einwände zur Messung von Kreativität und deren Nutzung in der Begabungsdiagnostik (Sparfeldt et al., 2009), ermöglicht die Betrachtung der beschriebenen Ansätze, Lehrkräften Hinweise für die Begabungsförderung zu sammeln (Nett, 2019). So schreibt Wallas (1926), dass kreative Prozesse eine gewisse Zeit brauchen und Kinder beispielsweise im Rahmen in der Inkubationsphase von Projektarbeiten die Chance erhalten sollten, leichte Alternativaufgaben zu bearbeiten, um schließlich zur Einsicht zu gelangen. Dazu sollten Lehrkräfte ihre Schüler:innen insbe-