

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	5
<b>1 Was ist Begabung?</b> .....	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
<b>2 Erkennen einer Begabung im naturwissenschaftlichen Fachunterricht</b> .....	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
<b>3 Erhebung von naturwissenschaftlicher Begabung</b> .....	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
<b>7</b>	<b>Diagnose begabt – was nun?</b>	<b>214</b>
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 Herausforderungen .....243**

**Literatur .....247**

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 ( $\text{CO}_2$ ) und Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

- 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 ( $\text{CO}_2$ -Verbrauch und  $\text{O}_2$ -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  $\text{CO}_2$  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

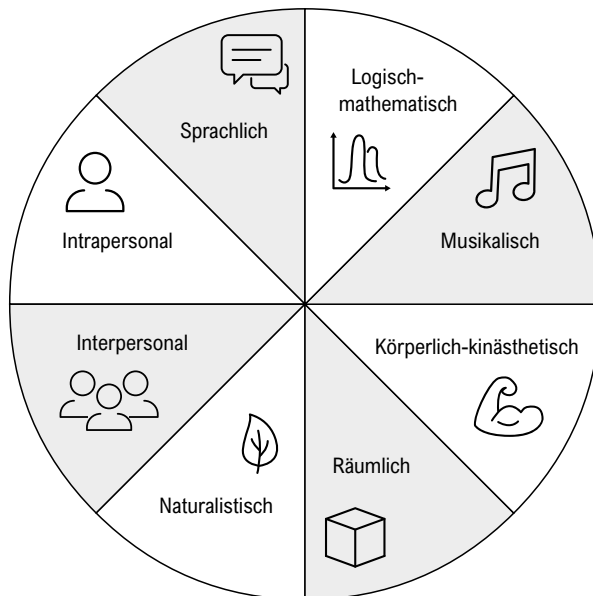
den Definitionsschwierigkeiten bei. Einige Psycholog:innen beschreiben Intelligenz als eindimensionales und klar quantifizierbares Konstrukt (z. B. „Allgemeine Intelligenz“ nach Spearman, 1904, 1927), während andere einen multiplen Ansatz verfolgen (z. B. „Primäre geistige Fähigkeiten“ nach Thurstone, 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.