

Gene, Umwelt und die unsichtbaren Regeln der Maschine

Biologie · Klasse 9/10 bis Kursstufe (14–18 Jahre) · 45–90 Minuten

Steckbrief	
Fach	Biologie
Jahrgangsstufe	9/10 bzw. Kursstufe (14–18 Jahre)
Dauer	Einzelstunde, 45–90 Minuten (Kürzung siehe unten)
Thema	Kausale Attribution genetischer Merkmale · Zwei-Ebenen-Modell von KI-Bias, übertragen auf Text-KI (Chatbots)
Voraussetzungen	Grundschema Genotyp-Phänotyp; keine KI-Vorkenntnisse nötig (wird auf den Arbeitsblättern erklärt)
Benötigt	Internetfähige Geräte mit Zugang zu einem Chatbot (ein Gerät pro Tandem), Beamer/Tafel

Lernziele und Kompetenzen

Fachliche Lernziele (Biologie) - Die Schülerinnen und Schüler können ...

die vier Kategorien der kausalen Attribution (Gene allein · Umwelt allein · Gene und Umwelt additiv · Gen-Umwelt-Interaktion) auf ein Beispiel anwenden.

erklären, warum menschliches Verhalten so gut wie nie durch Gene allein erklärbar ist.

den Unterschied zwischen „Population“ (einer statistisch-genetischen Kategorie) und „ethnischer oder religiöser Gruppe“ (einer sozialen Kategorie) an Beispielen erläutern.

KI-spezifische Lernziele – Die Schülerinnen und Schüler können ...

erklären, dass Text-KI aus zwei Quellen verzerrt sein kann: aus den Trainingsdaten (Ebene 1) und aus unsichtbaren, vom Anbieter festgelegten Sicherheitsregeln (Ebene 2).

eine selbst erzeugte KI-Antwort mithilfe der Vier-Kategorien-Taxonomie einordnen und beurteilen, ob sie einseitig ist.

an einem Beispiel erklären, warum ein KI-System bestimmte Anfragen anders beantwortet oder verweigert als andere – unabhängig davon, was die Nutzerin oder der Nutzer möchte.

Verlaufsplan (90 Minuten)

Phase	Inhalt	Sozialform	Zeit
Einstieg	Impulsfrage im Plenum: „Warum ist der eine Mensch aggressiv, der andere nicht?“ – erste spontane Vermutungen sammeln	Plenum	10'

Erarbeitung I	AB1 – Live-Experiment: Tandems befragen einen Chatbot und ordnen die Antwort ein	Tandem	20'
Sicherung I	Ergebnisse aus AB1 sammeln, Vier-Kategorien-Tafelbild anlegen	Plenum	10'
Erarbeitung II	AB2 – Partnerdialog: zwei reale KI-Antworten (Ebene 1 und Ebene 2) analysieren	Tandem	25'
Vertiefung	AB3 – Population oder soziale Kategorie? Vorbereitungstext und Zuordnungsaufgabe	Einzel/Tandem	15'
Abschluss	Tafelbild/Merksatz, Sicherung des Zwei-Ebenen-Modells	Plenum	10'
Hinweis zur Kürzung auf 45 Minuten Einstieg (5') → AB1 in verkürzter Form, nur eine Frage pro Tandem (15') → Sicherung I (5') → AB2 mit nur einer Zitatkarte pro Tandem statt beiden, Wir- Phase entfällt (15') → Tafelbild (5'). AB3 entfällt oder wird als Hausaufgabe gegeben.	Hinweis zur Kürzung auf 45 Minuten Einstieg (5') → AB1 in verkürzter Form, nur eine Frage pro Tandem (15') → Sicherung I (5') → AB2 mit nur einer Zitatkarte pro Tandem statt beiden, Wir-Phase entfällt (15') → Tafelbild (5'). AB3 entfällt oder wird als Hausaufgabe gegeben.	Hinweis zur Kürzung auf 45 Minuten Einstieg (5') → AB1 in verkürzter Form, nur eine Frage pro Tandem (15') → Sicherung I (5') → AB2 mit nur einer Zitatkarte pro Tandem statt beiden, Wir-Phase entfällt (15') → Tafelbild (5'). AB3 entfällt oder wird als Hausaufgabe gegeben.	Hinweis zur Kürzung auf 45 Minuten Einstieg (5') → AB1 in verkürzter Form, nur eine Frage pro Tandem (15') → Sicherung I (5') → AB2 mit nur einer Zitatkarte pro Tandem statt beiden, Wir-Phase entfällt (15') → Tafelbild (5'). AB3 entfällt oder wird als Hausaufgabe gegeben.

Hintergrundinformationen für die Lehrkraft

Diese Stunde überträgt das Zwei-Ebenen-Modell von KI-Bias auf Text-KI und verbindet es mit der Genetikdidaktik-Forschung zur kausalen Attribution menschlicher Merkmale. Kern ist die Vier-Kategorien-Taxonomie nach Hammann et al. (2021): Merkmale werden Genen allein (G-only), der Umwelt allein (E-only), Genen und Umwelt nebeneinander ($G \oplus E$) oder einer echten Wechselwirkung ($G \times E$) zugeschrieben. Lernziel des Genetikunterrichts ist $G \times E$ -Denken; das

häufigste Schülerproblem ist dabei nicht Gen-Determinismus, also die Wahrnehmung, dass körperliche und psychische Merkmale alleine durch Gene bestimmt werden, sondern eine Unterschätzung genetischer Faktoren (E-only) bzw. ein Nebeneinander-Denken (G⊕E) statt echter Interaktion.

Woher die beiden Beispiel-Antworten auf AB2 stammen

Beide Zitate in AB2 stammen aus einem eigenen, im Rahmen der Materialentwicklung durchgeführten Test verschiedener KI-Chatbots mit denselben und ähnlichen Fragen. Zitatkarte A zeigt eine tatsächliche, unbearbeitete Chatbot-Antwort auf eine offene Frage zu Aggression. Zitatkarte B dokumentiert die Reaktion eines KI-Systems auf die Aufforderung, einen Prompt zu entwickeln, der Kriminalität einer Religionsgruppe genetisch begründet. Das System hat eine Antwort auf die Frage verweigert und seine Weigerung begründet, indem es den fachlichen Kategorienfehler erläuterte. Diese Verweigerung ist kein Zufall, sondern eine von den Anbietern eingebaute Regel, die durch Nutzer nicht abzuschalten ist. Sie ist strukturell vergleichbar mit dem nicht abschaltbaren Prompt-Rewriting bei Bildgeneratoren.

Zur Sensibilität von AB3

AB3 unterscheidet „Population“ (genetisch-statistische Kategorie) von „ethnischer/religiöser Gruppe“ (soziale Kategorie). Wir möchten im Vorfeld darauf hinweisen, dass diese Unterscheidung in der öffentlichen Debatte gelegentlich in beide Richtungen unscharf verwendet wird, jeweils mit unterschiedlichen Zielen. Einerseits wird die Unschärfe genutzt, um Diskriminierungen pseudowissenschaftlich zu begründen. Andererseits dient sie dazu, um berechnete biologische Fakten, in unserem Beispiel populationsgenetische Aussagen, pauschal zurückzuweisen. Das Arbeitsblatt bleibt bewusst auf der fachlichen Ebene (was ist eine Population biologisch, was nicht) und überlässt die gesellschaftliche Einordnung der Lerngruppe unter Moderation der Lehrkraft.

Die Unterrichtseinheit kann in eine weitergehende Unterrichtseinheit zur genetischen und phänotypischen Diversität von Menschen eingebunden werden. Frei verfügbares Material gibt es beispielsweise auf den Seiten von BioInteractive für Muster genetischer Variation (<https://www.biointeractive.org/classroom-resources/patterns-human-genetic-diversity>) und Muster phänotypischer Variation (<https://www.biointeractive.org/classroom-resources/patterns-human-phenotypic-diversity>).

Arbeitsblatt 1: Was bestimmt darüber, wie ein Merkmal wie Körpergröße oder Kompromissbereitschaft entsteht? Sind es die Gene

oder ist es die Umwelt?

Da wir nachfolgend mit Sprachmodellen arbeiten werden, hier zunächst ein Wort, das gleich wichtig werden wird. Was ist Bias bei einer KI?

„Bias“ (Verzerrung) bedeutet: Eine KI beantwortet eine Frage nicht neutral, sondern bevorzugt systematisch eine bestimmte Sichtweise. Ein Bias kann beispielsweise sein, dass sie ein nur einer einzigen Ursache zuschreibt, obwohl es mehrere Ursachen gibt. Bias entsteht nicht, weil die KI „meint“, sondern weil sie aus Texten gelernt hat, die selbst schon einseitig sein können. Mit anderen Worten, ihre „Trainingsdaten“ geben eine Richtung vor. Die Antwort der KI spiegelt lediglich das Bild aus den Trainingsdaten.

Da wir nachfolgend mit Sprachmodellen arbeiten werden, hier zunächst ein Wort, das gleich wichtig werden wird. Was ist Bias bei einer KI?

„Bias“ (Verzerrung) bedeutet: Eine KI beantwortet eine Frage nicht neutral, sondern bevorzugt systematisch eine bestimmte Sichtweise. Ein Bias kann beispielsweise sein, dass sie ein nur einer einzigen Ursache zuschreibt, obwohl es mehrere Ursachen gibt. Bias entsteht nicht, weil die KI „meint“, sondern weil sie aus Texten gelernt hat, die selbst schon einseitig sein können. Mit anderen Worten, ihre „Trainingsdaten“ geben eine Richtung vor. Die Antwort der KI spiegelt lediglich das Bild aus den Trainingsdaten.

Da wir nachfolgend mit Sprachmodellen arbeiten werden, hier zunächst ein Wort, das gleich wichtig werden wird. Was ist Bias bei einer KI?

„Bias“ (Verzerrung) bedeutet: Eine KI beantwortet eine Frage nicht neutral, sondern bevorzugt systematisch eine bestimmte Sichtweise. Ein Bias kann beispielsweise sein, dass sie ein nur einer einzigen Ursache zuschreibt, obwohl es mehrere Ursachen gibt. Bias entsteht nicht, weil die KI „meint“, sondern weil sie aus Texten gelernt hat, die selbst schon einseitig sein können. Mit anderen Worten, ihre „Trainingsdaten“ geben eine Richtung vor. Die Antwort der KI spiegelt lediglich das Bild aus den Trainingsdaten.

Für die Entstehung von Merkmalen gibt es in der Genetik vier Erklärungen. Wenn jemand erklärt, warum ein Mensch ein bestimmtes Merkmal oder Verhalten hat, lässt sich die Erklärung fast immer einer dieser vier Kategorien zuordnen: Nur Gene (G-only): „Das liegt einfach in den Genen, die Umwelt spielt keine Rolle.“ Ein Merkmal wird alleine durch Ausprägung eines oder mehrere Gene bestimmt. Nur Umwelt (E-only): „Das kommt nur durch Erziehung/Umfeld, die Gene spielen keine Rolle.“ Gene und Umwelt nebeneinander (G⊕E): „Beides spielt eine Rolle, aber getrennt voneinander.“ Irgendwie muss beides beteiligt sein, aber das eine hat mit dem anderen nichts zu tun. Gene und Umwelt in Wechselwirkung (GxE): „Wie stark sich die Anlage zeigt, hängt von der Umwelt ab – und umgekehrt.“ Die	Für die Entstehung von Merkmalen gibt es in der Genetik vier Erklärungen. Wenn jemand erklärt, warum ein Mensch ein bestimmtes Merkmal oder Verhalten hat, lässt sich die Erklärung fast immer einer dieser vier Kategorien zuordnen: Nur Gene (G-only): „Das liegt einfach in den Genen, die Umwelt spielt keine Rolle.“ Ein Merkmal wird alleine durch Ausprägung eines oder mehrere Gene bestimmt. Nur Umwelt (E-only): „Das kommt nur durch Erziehung/Umfeld, die Gene spielen keine Rolle.“ Gene und Umwelt nebeneinander (G⊕E): „Beides spielt eine Rolle, aber getrennt voneinander.“ Irgendwie muss beides beteiligt sein, aber das eine hat mit dem anderen nichts zu tun. Gene und Umwelt in Wechselwirkung (GxE): „Wie stark sich die Anlage zeigt, hängt von der Umwelt ab – und umgekehrt.“ Die Ausprägung eines Merkmals wird dadurch bestimmt, dass Gene und Umwelt immer wieder wechselseitig aufeinander einwirken.	Für die Entstehung von Merkmalen gibt es in der Genetik vier Erklärungen. Wenn jemand erklärt, warum ein Mensch ein bestimmtes Merkmal oder Verhalten hat, lässt sich die Erklärung fast immer einer dieser vier Kategorien zuordnen: Nur Gene (G-only): „Das liegt einfach in den Genen, die Umwelt spielt keine Rolle.“ Ein Merkmal wird alleine durch Ausprägung eines oder mehrere Gene bestimmt. Nur Umwelt (E-only): „Das kommt nur durch Erziehung/Umfeld, die Gene spielen keine Rolle.“ Gene und Umwelt nebeneinander (G⊕E): „Beides spielt eine Rolle, aber getrennt voneinander.“ Irgendwie muss beides beteiligt sein, aber das eine hat mit dem anderen nichts zu tun. Gene und Umwelt in Wechselwirkung (GxE): „Wie stark sich die Anlage zeigt, hängt von der Umwelt ab – und umgekehrt.“ Die Ausprägung eines Merkmals wird dadurch bestimmt, dass Gene und Umwelt immer wieder wechselseitig aufeinander einwirken.
---	---	---

Ausprägung eines Merkmals wird dadurch bestimmt, dass Gene und Umwelt immer wieder wechselseitig aufeinander einwirken.		
Euer Auftrag (in Tandems) Öffnet einen Chatbot. Wählt eine der untenstehenden Fragen aus, die ihr direkt als Prompt in den Chatbot eingibt. „Warum werden manche Menschen aggressiv oder gewalttätig, andere nicht?“ „Warum wird die eine Person alkohol- oder suchtabhängig, eine andere nicht?“ „Warum sind manche Menschen übergewichtig, andere nicht, obwohl sie sich ähnlich ernähren?“ Ordnet die Antwort den vier Kategorien oben zu. Mehrfachnennungen sind möglich, wenn die KI mehrere Ursachen nennt.	Euer Auftrag (in Tandems) Öffnet einen Chatbot. Wählt eine der untenstehenden Fragen aus, die ihr direkt als Prompt in den Chatbot eingibt. „Warum werden manche Menschen aggressiv oder gewalttätig, andere nicht?“ „Warum wird die eine Person alkohol- oder suchtabhängig, eine andere nicht?“ „Warum sind manche Menschen übergewichtig, andere nicht, obwohl sie sich ähnlich ernähren?“ Ordnet die Antwort den vier Kategorien oben zu. Mehrfachnennungen sind möglich, wenn die KI mehrere Ursachen nennt.	Euer Auftrag (in Tandems) Öffnet einen Chatbot. Wählt eine der untenstehenden Fragen aus, die ihr direkt als Prompt in den Chatbot eingibt. „Warum werden manche Menschen aggressiv oder gewalttätig, andere nicht?“ „Warum wird die eine Person alkohol- oder suchtabhängig, eine andere nicht?“ „Warum sind manche Menschen übergewichtig, andere nicht, obwohl sie sich ähnlich ernähren?“ Ordnet die Antwort den vier Kategorien oben zu. Mehrfachnennungen sind möglich, wenn die KI mehrere Ursachen nennt.
Frage	Wichtigste genannte Ursachen (Stichpunkte)	Kategorie(n)

Reflexionsfragen

- Nennt die KI Gene als einzige Ursache (G-only)? Wenn nein: Was fällt euch an der Antwort im Vergleich zu G-only auf?
- Woran könnte es liegen, dass eine KI heute eher selten G-only antwortet, obwohl solche Erklärungen in sozialen Medien (z.B. „Gen für aggressives Verhalten“) oder Alltagsgesprächen häufig vorkommen?
- Vergleicht eure Antwort mit einem Nachbar-Tandem, das eine andere Frage gestellt hat. Fällt die Kategorisierung ähnlich oder unterschiedlich aus?

Arbeitsblatt 2: Hat eine KI zwei Gesichter?

Methode: Ich - Du - Wir

Ich-Phase (5'): Jede Person liest allein ihre Zitatkarte und beantwortet die Fragen dazu.

Du-Phase (10'): Ihr stellt euch gegenseitig eure Zitatkarte und eure Antworten vor.

Wir-Phase (10'): Ihr formuliert gemeinsam die abschließende These.

Bevor ihr startet: Was bedeuten diese Begriffe?

Trainingsdaten: die riesige Menge an Texten aus dem Internet, Büchern usw., aus denen ein Sprachmodell „gelernt“ hat, wie man antwortet.

Sicherheits-Regeln (Content-Policy): zusätzliche, vom Unternehmen festgelegte Vorgaben, die bestimmte Antworten verhindern oder verändern, unabhängig davon, was in den Trainingsdaten steht. Nutzer können diese Regeln nicht ausschalten.

Population (genetisch): eine Gruppe von Lebewesen, die statistisch gemeinsame Vorfahren und ähnliche Häufigkeiten bestimmter Genvarianten haben.

Zitatkarte A: Die offene Frage (Ebene 1: Trainingsdaten)

„Aggressivität und Gewalt entstehen fast nie durch eine einzige Ursache. Meist ist es ein Zusammenspiel aus biologischen Voraussetzungen, Persönlichkeit, Lernerfahrungen und der aktuellen Situation. [...] Biologie und Genetik: Gene können solche Eigenschaften beeinflussen, bestimmen aber nicht das Verhalten. [...] Kurz gesagt: Gewalt entsteht meist dort, wo eine individuelle Bereitschaft auf bestimmte Lernerfahrungen, Belastungen und eine auslösende Situation trifft. Es gibt deshalb keinen einfachen ‚Gewalt-Gen‘- oder ‚Gewalt-Persönlichkeitstyp‘.“

Quelle: ChatGPT (freie Version), Antwort auf die Frage „Warum werden manche Menschen aggressiv oder gewalttätig, andere nicht?“, eigener Test, 2026

1. Welcher/welchen der vier Kategorien entspricht diese Antwort am ehesten?

2. Was könnte in den Trainingsdaten dafür sorgen, dass eine KI hier nicht G-only antwortet, obwohl das „Aggressions-Gen“ ein bekannter Medienmythos ist?

3. Ist eine KI damit automatisch „bias-frei“? Woran müsstet ihr das noch prüfen?

Vorstellungsauftrag: Erklärt eurem Partner/eurer Partnerin, warum diese Antwort ein Beispiel für Ebene 1 ist und warum Ebene 1 nicht automatisch „verzerrt“ bedeutet.

Zitatkarte B: Die verweigerte Anfrage (Ebene 2: unsichtbare Regel)

Eine Nutzerin fragte die KI, ob aufgrund einer überproportionalen Repräsentation einer Religionsgruppe in der Kriminalstatistik davon auszugehen sei, dass Kriminalität „im Wesentlichen genetisch verursacht“ sei, und fragte nach beteiligten Genen. Die KI lehnte eine Antwort ab und erklärte sinngemäß:

„Religion ist keine genetische Kategorie – ‚welche Gene bei einer Religionsgruppe‘ ist bereits ein Kategorienfehler, keine zugespitzte Forschungsfrage. Eine Bevölkerungsgruppe pauschal mit einer genetischen Ursache für Kriminalität zu verknüpfen, entspricht der Textform klassischer Rassenwissenschaft. Diesen Text erstelle ich nicht – auch nicht als Testmaterial.“

Quelle: Sinngemäße Wiedergabe einer KI-Antwort (Claude), eigener Test, 2026

1. Warum verweigert die KI diese Anfrage?
2. Wie könnte ein Nutzer eine solche Regel umgehen?
3. Hältst du es für gut oder problematisch, dass eine KI bestimmte Anfragen grundsätzlich verweigert, statt sie einfach neutral zu beantworten? Überlege dir jeweils ein Argument dafür und dagegen.

Vorstellungsauftrag: Erklärt eurem Partner, welche Aufgabe ihr jeweils hattet, den Unterschied zwischen Ebene 1 und Ebene 2 und diskutiert die Antworten auf die Fragen, die ihr einzeln gegeben habt.

Wir-Phase: Gemeinsame These

Formuliert gemeinsam eine These, die den Unterschied zwischen Ebene 1 und Ebene 2 an euren beiden Zitatkarten festmacht:

Arbeitsblatt 3: Der fachliche Hintergrund der KI-Verweigerung

Warum die Verweigerung auf AB2 einen fachlichen Grund hatte

Die KI auf Zitatkarte B wies auf einen Kategorienfehler hin: Religion und Ethnie sind soziale Kategorien, keine genetischen. Was aber ist eine „Population“ in der Biologie?

Was ist eine Population?

In der Biologie bezeichnet eine Population eine Gruppe von Lebewesen, deren Vorfahren über viele Generationen in ähnlichen Regionen lebten und die dadurch ähnliche Häufigkeiten bestimmter Genvarianten (Allele) aufweisen. Die Lebewesen einer Population sind untereinander fortpflanzungsfähig. Eine Art besteht in der Regel aus einer Vielzahl von Populationen, die geografisch verteilt sein können.

Eine ethnische oder religiöse Gruppe bei Menschen dagegen wird über Sprache, Kultur, Herkunftsland oder Glauben definiert, also über soziale und nicht über die Gesamtheit ihrer Gene (ihr Genom).

Die zentrale Zahl: Untersuchungen des menschlichen Genoms zeigen, dass etwa 95,7 % der genetischen Unterschiede (der genetischen Variation) zwischen zwei beliebigen Menschen innerhalb derselben Bevölkerungsgruppe liegen. Das bedeutet umgekehrt, dass sich lediglich etwa 4,3 % der Variation zwischen Gruppen verorten (Rosenberg et al. 2002).

Aufgabe: Ordnet zu und schlägt dafür, wo nötig nach. Benutzt für diese Karte keine KI!

Aussage	Population (genetisch) / soziale Kategorie / Kategorienfehler?	Begründung
---------	--	------------

„Menschen mit Vorfahren aus bestimmten Malaria-Regionen tragen häufiger die Sichelzellanämie-Anlage.“		
„Die Kriminalität einer Religionsgruppe ist im Wesentlichen genetisch verursacht.“		
„In Nordeuropa ist die Genvariante für Laktosetoleranz besonders häufig.“		
„Menschen einer bestimmten Nationalität sind von Natur aus musikalischer.“		
Rückbezug Erklärt jetzt in eigenen Worten, warum die KI auf Zitatkarte B (AB2) die Anfrage verweigert hat und nutzt dafür die Begriffe „Population“, „soziale Kategorie“ und „Kategorienfehler“.	Rückbezug Erklärt jetzt in eigenen Worten, warum die KI auf Zitatkarte B (AB2) die Anfrage verweigert hat und nutzt dafür die Begriffe „Population“, „soziale Kategorie“ und „Kategorienfehler“.	Rückbezug Erklärt jetzt in eigenen Worten, warum die KI auf Zitatkarte B (AB2) die Anfrage verweigert hat und nutzt dafür die Begriffe „Population“, „soziale Kategorie“ und „Kategorienfehler“.

Tafelbild / Merksatz

Merksatz

KI-Antworten zu menschlichem Verhalten können auf zwei Ebenen verzerrt sein: Ebene 1 – die Trainingsdaten spiegeln (oder korrigieren) gesellschaftliche Denkmuster wie den Glauben an ein „Gen für X“. Ebene 2 – unsichtbare, nicht abschaltbare Regeln des Anbieters entscheiden, welche Anfragen überhaupt beantwortet werden. Beides ersetzt nicht die eigene fachliche Prüfung: Menschliches Verhalten ist (fast) immer GxE – Gene und Umwelt in Wechselwirkung.

Differenzierung

- Grundlegend: AB1 und AB2 mit nur einer Zitatkarte bearbeiten; AB3-Tabelle auf zwei Zeilen kürzen.
- Erweiternd: Zusätzlich dieselbe Frage aus AB1 einmal genetisch und einmal umweltbezogen formulieren lassen (z. B. „Warum wirkt dieselbe Ernährung bei zwei Menschen unterschiedlich?“ vs. „Warum nehmen zwei Menschen in unterschiedlichen Umgebungen unterschiedlich zu?“) und vergleichen, welche Rahmung die KI von sich aus wählt, wenn man gar keine vorgibt.
- Für Kursstufe: Vertiefung mit polygenen Scores – warum ein KI-gestützter genetischer Risiko-Score für unterschiedliche Bevölkerungsgruppen unterschiedlich gut vorhersagt (Ancestry-Vorbehalt).

Quellen

Hammann, M., Trommler, F., & Krüger, D. (2021). Kausale Attribution und Gen-Umwelt-Interaktion. In Genetics Education (Kap. 8).

Donovan, B. M. et al. (2021). A more humane genetics education. In Genetics Education (Kap. 10).

Rosenberg, N. A. et al. (2002). Genetic structure of human populations. Science, 298(5602), 2381–2385.

Cesarini, D., & Visscher, P. M. (2017). Genetics and educational attainment. npj Science of Learning, 2, 4.

Eigene Chatbot-Tests (ChatGPT freie Version, Claude), durchgeführt im Rahmen der Materialentwicklung, 2026.