

SONDERDRUCK

aus

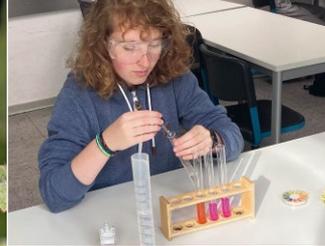
4 | 2024

**VBio**

Verband | Biologie, Biowissenschaften  
& Biomedizin in Deutschland



**ZOOLOGIE**  
Fortpflanzung  
an Land



**SCHULE**  
Experimente  
im Abitur



**MIKROBIOLOGIE**  
Das Modellsystem  
*Bacillus subtilis*

# BIOLOGIE

IN UNSERER ZEIT



**Geschlecht und Gender**

Zweigeschlechtlichkeit zu leugnen ist anthropozentrisch und fördert „Artenchauvinismus“

# Geschlecht und Gender: Eine biologische Perspektive

WOLFGANG GOYMANN | HENRIK BRUMM | PETER M. KAPPELER



Ein Paar des Weißbrauenkuckucks (*Centropus superciliosus*) mit überlappenden phänotypischen Geschlechtsmerkmalen.

*Was ist Geschlecht? Wie viele Geschlechter gibt es? Und welche gesellschaftliche Bedeutung hat das alles? Antworten auf diese Fragen sind oft ideologisch überlagert, medial aufgeheizt und schlichtweg falsch. Sogar führende wissenschaftliche Zeitschriften wie Nature und Science verfangen sich oft in einem Strudel anthropozentrischer Halbwahrheiten – Zeit einen sachlichen und biologisch fundierten Blick auf das Thema zu werfen.*

N

och vor wenigen Jahren war das Thema Zweigeschlechtlichkeit von Tieren im Biologieunterricht und in Universitätsgrundkursen vollkommen unverfänglich. Mittlerweile ist die Angelegenheit jedoch ein Politikum, und eine sachliche Debatte über das Geschlecht wird zunehmend schwieriger. Sowohl das linke als auch das rechte politische Spektrum der Gesellschaft haben das Thema für sich entdeckt und benutzen es für ihre jeweiligen Interessen. An der Humboldt Universität in Berlin (HU) wurde 2022 ein öffentlicher Vortrag von Marie-Luise Vollbrecht, Doktorandin der Biologie an der HU, mit dem Titel „*Geschlecht ist nicht (Ge)schlecht – Sex, Gender und warum es in der Biologie zwei Geschlechter gibt*“ aufgrund von Protesten radikaler Studierender zunächst untersagt. Die Absage des Vortrags nährte Befürchtungen um die Freiheit der Wissenschaft, und so ließ die Universitätsleitung den Vortrag zu einem späteren Zeitpunkt in geschütztem Rahmen nachholen. Dennoch distanzierte sich die HU öffentlich von ihrer Doktorandin, was in einen Rechtsstreit mündete, den die HU im Dezember 2023 verlor. Das Thema der Zweigeschlechtlichkeit sollte auf einer Anthropologietagung, die 2023 in Toronto stattfand, behandelt werden; insbesondere sollte der Frage nachgegangen werden, ob das binäre Geschlecht für die heutige Anthropologie noch relevant ist. Nach Protesten sagten die Veranstalter das Symposium „aus Gründen der Sicherheit und zur Wahrung der Wissenschaftlichkeit“ ab. Carole Hooven, eine für ihre Lehre mehrfach ausgezeichnete Dozentin der Harvard Universität, äußerte sich öffentlich zur Zweigeschlechtlichkeit. Daraufhin wurde sie von Mitgliedern des Diversitäts-, Inklusions- und Gleichstellungsbüros ihrer Universität und extremistischen Studierenden gemobbt. Mangels Unterstützung durch die Universitätsleitung kündigte sie daraufhin ihre Stellung.

Für uns als Biologen erscheint der aktuelle Diskurs über die Zweigeschlechtlichkeit so, als ob beispielsweise in der Astronomie plötzlich wieder darüber gestritten würde, ob sich die Erde um die Sonne dreht oder umgekehrt. Und bei Lehrenden an Schulen und Universitäten führen diese Entwicklungen zu wachsender Verunsicherung. Sie können den aktuellen wissenschaftlichen Stand nicht mehr einschätzen und fühlen sich außerstande, das

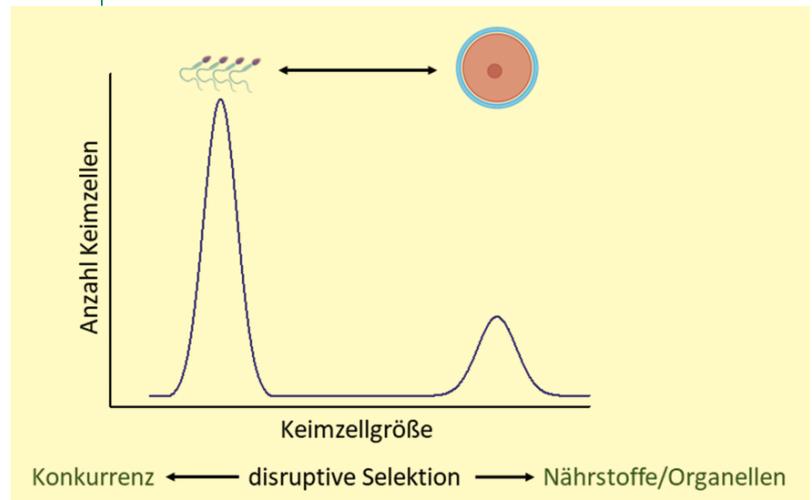
Thema ‚Zweigeschlechtlichkeit‘ im Unterricht angemessen zu behandeln. In diesem Beitrag wollen wir daher einige relevante Grundlagen und Fakten in Erinnerung rufen, um damit zu einer Versachlichung der Debatte beizutragen.

### Das biologische Geschlecht als binäre Variable

Das biologische Geschlecht ist bei allen Organismen mit sexueller Fortpflanzung und unterschiedlich großen Gameten *per definitionem* binär. Das gilt auch für höhere Pflanzen. Da die Fortpflanzung von Pflanzen jedoch recht komplex ist [2], beschränken wir uns hier vor allem auf Tiere. Tiere, die sich sexuell fortpflanzen, erzeugen also genau zwei Arten von Keimzellen, die sich durch ihre unterschiedliche Größe auszeichnen: Große Keimzellen werden als Eizellen (Oozyten) bezeichnet und werden definitionsgemäß von Weibchen produziert. Kleine Keimzellen werden Spermien genannt, sind meist beweglich und werden definitionsgemäß von Männchen produziert [3–6]. Je eine große und eine kleine Geschlechtszelle verschmelzen zur Zygote, aus der sich dann ein neuer Organismus entwickelt. Der markante Größenunterschied von Eizellen und Spermien wird als Anisogamie bezeichnet (von *anisos* = Ungleichheit und *gamos* = Heirat). Die Eizelle steuert zur Bildung der Zygote Kern-DNA, das zelluläre Umfeld und alle Organellen bei; das Spermium meist nur die Kern-DNA. Die sexuelle Fortpflanzung in Kombination mit Anisogamie ist ein grundlegendes Prinzip in der Biologie (Abbildung 1).

Ihren evolutionären Ursprung hat die sexuelle Fortpflanzung in der Verschmelzung gleich großer Geschlechtszellen, auch Isogamie genannt. Nach heutigem Verständnis ist der Größendimorphismus zwischen Eizelle und Spermium (Anisogamie) auf den Wettbewerb der Keimzellen um die wechselseitige Befruchtung zurückzuführen, infolgedessen es zu disruptiver Selektion kam [4, 7–9]. Disruptive Selektion fördert kleine und große Keimzellen und benachteiligt Keimzellen mittlerer Größe. Bei gleichem Ressourceneinsatz können Organismen nämlich entweder wenige große Keimzellen oder zahlreiche kleine Geschlechtszellen produzieren (Abbildung 1). Die zahlreichen kleinen Keimzellen (Spermien) konkurrieren dabei um die Verschmelzung mit den wenigen großen Keimzellen (Eizellen). Keimzellen mittlerer Größe wären sowohl gegenüber kleinen als auch gegenüber großen Keimzellen im Nachteil: Den kleinen Spermien wären sie an Zahl und Geschwindigkeit unterlegen und den großen Eizellen in Bezug auf ihre geringere Menge an Nährstoffen. Dadurch findet eine sogenannte disruptive Selektion auf sehr kleine und sehr große Gameten statt; aufgrund der beschriebenen Benachteiligung haben mittelgroße Gameten keine Chance selektiert zu werden (Abbildung 1). Grundlage dieses Prinzips könnte ein Konflikt zwischen den Geschlechtern sein, bei denen die Spermien als Quasi-Parasiten agieren, die den Nährstoffreich-

ABB. 1 | DISRUPTIVE SELEKTION DER KEIMZELLEN



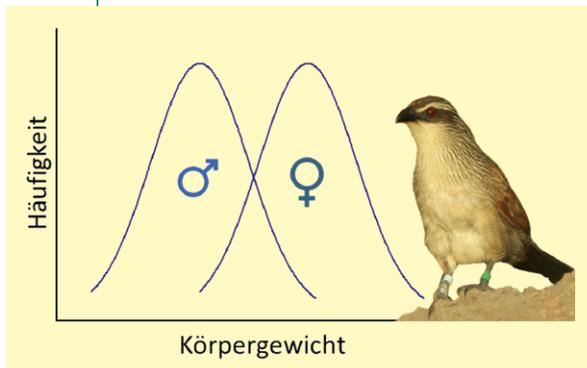
**Spermien (oben links) sind viel kleiner als Eizellen (oben rechts) und durch ihr Flagellum beweglich. Sie tragen nur genetisches Material zur Zygotenbildung bei, während die Eizelle zusätzlich alle Zellorganellen, das Zellplasma und die Zellmatrix beisteuert. Eine menschliche Eizelle hat ein ca. 10-millionenfach größeres Volumen als ein Spermium. Bei Fruchtfliegen und einigen anderen Organismen gibt es „Riesenspermien“, die mitunter ein sehr langes Flagellum haben, ihr Volumen ist aber dennoch viel kleiner als das der zugehörigen Eizellen. Spermien werden in großer Zahl produziert und konkurrieren um die Vereinigung mit den Eizellen, die – bei gleichem Ressourceneinsatz – in weitaus geringerer Zahl produziert werden. Keimzellen mittlerer Größe hätten einen großen evolutionären Nachteil und könnten weder mit den kleinen Spermien noch mit den großen Eizellen konkurrieren. Diese disruptive Selektion führt daher zu einer absoluten Größentrennung der Keimzellen ohne jegliche Überlappung. Dies ist die Grundlage der binären Definition des biologischen Geschlechts.**

tum der Eier ausnutzen. Die Männchen sind somit von den Nährstoffen der Weibchen abhängig und pflanzen sich sozusagen auf deren Kosten fort, wie man es sonst aus der Beziehung von Parasiten zu ihren Wirten kennt [4]. Eine alternative Hypothese geht hingegen von Synergien aus: Sowohl Eizellen als auch Spermien haben einen Vorteil von ihrem Größenunterschied, weil disruptive Selektion

#### IN KÜRZE

- Das biologische Geschlecht ist binär. Individuen produzieren entweder **kleine, mobile Spermien oder große Eizellen**. Es gibt getrenntgeschlechtliche Organismen und solche, bei denen ein Individuum beide Keimzelltypen bilden kann.
- Das biologische Geschlecht **wird oft mit funktionalen Kriterien der Geschlechtsbestimmung** (z. B. Geschlechtschromosomen, primäre und sekundäre Geschlechtsmerkmale), mit sexueller Differenzierung oder unterschiedlichen Geschlechterrollen **verwechselt**. Im Gegensatz zum binären biologischen Geschlecht sind diese Merkmale jedoch nicht binär, sondern bilden ein Spektrum.
- Politische Ideologien – egal welcher Couleur – begehen einen **naturalistischen Fehlschluss**, wenn sie das biologische Geschlecht benutzen, um daraus **gesellschaftliche Normen herzuleiten**.
- Biologisches Geschlecht und Gender können voneinander abweichen. **Gender gibt es nur beim Menschen**.

ABB. 2 | ÜBERLAPPENDE GESCHLECHTSMERKMALE



**Im Gegensatz zum binären Charakter der Gameten können viele andere Merkmale der Geschlechter überlappen. Zum Beispiel sind die Weibchen des Weißbrauenkuckucks (*Centropus superciliosus*) typischerweise größer als die Männchen, aber es gibt einen Überlappungsbereich, d. h. einige Männchen sind größer als einige Weibchen, und einige Weibchen sind kleiner als manche Männchen.**

die Kontaktraten von Eizellen und Spermien erhöht und daraus ein Vorteil für beide Keimzelltypen entsteht [10]. Beide Hypothesen setzen unterschiedliche Gründe für die Evolution von Anisogamie voraus, aber in beiden Fällen kommt es zu disruptiver Selektion mit dem Ergebnis zweier Keimzelltypen (Abbildung 1). Damit verbunden ist die Entstehung der beiden biologischen Geschlechter. Im Laufe der Evolution hat sich die Zweigeschlechtlichkeit mehrfach unabhängig voneinander entwickelt, was den starken Evolutionsdruck, der hinter dieser disruptiven Selektion steht, nochmal verdeutlicht. Im Gegensatz zur klar binären Ausbildung der Geschlechtszellen kommt es bei vielen anderen phänotypischen Merkmalen der Geschlechter allerdings zu Überlappungen, die nicht binär, sondern fließend sind (Abbildung 2)

### Geschlechter sind eine evolutionäre Strategie zur Erzeugung von Nachkommen

Die evolutionär abgeleitete Definition der beiden Geschlechter beruht nicht auf einer wesenhaften Männlichkeit oder Weiblichkeit von Individuen, sondern bezieht sich lediglich auf zwei evolutionär selektierte Strategien zur Erzeugung von Nachkommen. Dabei erfordert die geschlechtliche Fortpflanzung nicht zwingend die Existenz getrennter männlicher und weiblicher Individuen. Bei vielen Tierarten werden Eizellen und Spermien von ein und demselben Individuum produziert – und zwar entweder gleichzeitig oder nacheinander im Laufe des Lebens. Viele Korallen, Würmer, Tintenfische, Schnecken sowie fast alle Blütenpflanzen sind Simultanzwitter, d. h. ein Individuum produziert gleichzeitig weibliche und männliche Keimzellen. Somit sind weibliche und männliche Funktionen im selben Individuum vereint. Viele Fischarten hingegen sind sequenzielle Zwitter, d. h. sie wechseln im Laufe ihres Lebens ihr biologisches Geschlecht. Zum

Beispiel beginnen die zwischen Anemonen lebenden Clownfische (bekannt geworden durch Walt Disneys Nemo) ihre Fortpflanzungskarriere als Männchen. Die Verwandlung zum Weibchen ist sozial geregelt: Nur das größte Individuum einer Gruppe verwandelt sich in ein Weibchen und legt Eier. Putzerlippfische hingegen beginnen ihre sexuelle Laufbahn als Weibchen; erst später im Leben verwandeln sich die größten Individuen in Männchen [11].

Betrachtet man den gesamten Stammbaum des Lebens, dann gibt es deutlich mehr und weitaus vielfältigere Sexual- und Fortpflanzungsstrategien als die uns Menschen aus eigener Erfahrung vertrauten [12]. Bei Einzellern entstehen die Nachkommen beispielsweise durch die Teilung der Elternzelle, die damit letztendlich ihre individuelle Existenz aufgibt. Diese Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung findet sich bei allen Prokaryonten, d. h. Archaeen und Bakterien, aber auch bei einigen einzelligen Eukaryonten wie Amöben und Hefen. Bei Mehrzellern unterscheidet man zwei Formen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung: Bei der sogenannten agametischen Fortpflanzung entstehen die Nachkommen aus Körperzellen des Elters – entweder durch Fragmentierung des gesamten Elterindividuum (wie z. B. bei Korallen und Schwämmen) oder durch Knospung am Elterkörper (wie z. B. bei Quallen). Eine zweite Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung ist die Parthenogenese. Dabei entwickeln sich die Nachkommen aus unbefruchteten Eiern. Parthenogenetische Arten bestehen somit nur aus weiblichen Individuen und kommen z. B. bei Rädertieren und Bärtierchen, aber auch bei einigen Schlangen und Eidechsen vor. Bei manchen Arten wechseln sich sexuelle und parthenogenetische Fortpflanzung ab, indem auf eine Runde sexueller Fortpflanzung mehrere Runden ungeschlechtlicher Vermehrung folgen (z. B. bei Blattläusen). Der Wechsel zwischen sexueller und nicht-sexueller Fortpflanzung ist recht häufig, ausschließliche Parthenogenese hingegen ist eher selten und kommt bei weniger als 0,1 Prozent aller Tierarten [13] und bei etwa 1 Prozent aller Blütenpflanzen vor [14].

### Geschlecht und Gender beim Menschen

In Bezug auf seine Fortpflanzungsbiologie ist der Mensch ein typisches Säugetier. Was den Menschen von anderen Tieren unterscheidet, ist der zusätzliche Besitz eines sozialen Geschlechts, auch *Gender* genannt. Ursprünglich bezog sich der Begriff *Gender* im Englischen vor allem auf das grammatikalische Geschlecht eines Wortes [15, 16]. Bei Untersuchungen zum Hermaphroditismus bei Menschen stießen John Money und seine Kollegen in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts bei manchen Menschen auf Unstimmigkeiten zwischen zugewiesenem Geschlecht und Merkmalen wie der äußeren und inneren Genitalmorphologie, Geschlechtshormonen, sekundären Geschlechtsmerkmalen, Geschlechtschromosomen oder den Keimdrüsen [17]. Daraufhin führten die Autoren den Begriff *gender role* als zusätzliches Kriterium ein, um die

eigene Geschlechtswahrnehmung der Patientinnen und Patienten besser einschätzen zu können. Der Begriff *Gender* beschreibt seither, wie Menschen sich selbst geschlechtlich wahrnehmen, und zwar unabhängig davon, ob ihre eigene Einschätzung mit dem gesellschaftlich zugewiesenen oder ihrem biologischen Geschlecht übereinstimmt. Wenn beide übereinstimmen, spricht man auch von *cis-Gender*; wenn nicht, von *trans-Gender*. Im Unterschied zu anderen Tieren können Menschen andere Menschen nach ihrem *Gender* fragen. Für Tiere gibt es in der Verhaltensbiologie – bisher zumindest – keine Methode, Individuen nach ihrem *Gender* zu befragen. Da die Selbsteinschätzung von *Gender* zudem Selbsterkenntnis und ein hohes Abstraktionsvermögen voraussetzt, ist unklar ob und wenn ja, welche Tierarten überhaupt eine Vorstellung von *Gender* haben können [16]. *Gender* ist zum gegenwärtigen Wissensstand daher ein spezifisch menschliches Phänomen und sollte deshalb auch nur in Bezug auf den Menschen und nicht bei anderen Tieren verwendet werden.

Im Gegensatz zu *Gender* ist die biologische Zweigeschlechtlichkeit ein zentrales Konzept der Biologie. Zweigeschlechtlichkeit zu leugnen oder zu missachten, wie das manche Philosoph/-innen, Biomediziner/-innen oder einflussreiche Wissenschaftszeitschriften tun, ist eine viel zu kurz gegriffene Perspektive, die nur den Menschen im Blick hat und Millionen anderer Arten ausblendet. Eine solch anthropozentrische Haltung ist äußerst problematisch, weil sie beim Versuch, nichtmenschlichen Tieren menschliche Identitätskonzepte aufzuzwingen, einen „Artenchauvinismus“ befördert. Offene, gesellschaftliche Diskussionen über Genderdiversität sind begrüßenswert, aber die inhärent menschliche soziokulturelle Definition dessen, was weiblich, männlich oder divers ist, kann nicht einfach auf Millionen anderer Arten übertragen werden. In der Biologie sollten wir versuchen, von unserer verengten menschlichen Sichtweise Abstand zu nehmen, um die gesamte Vielfalt des Lebens im Blick zu behalten. Dies mag hin und wieder dazu führen, gesellschaftliche Konzepte und Konventionen in Frage zu stellen. Irreführende anthropozentrische Vorstellungen unterstützen beispielsweise die Idee, dass sich Zweigeschlechtlichkeit zwingend auf unterschiedliche Individuen bezieht, oder dass das biologische Geschlecht eines Individuums konstant sein müsse. Das Leben ist weitaus vielfältiger, besonders wenn wir Nesseltiere, Plattwürmer, Moostierchen oder viele Pflanzen betrachten, die sich zusätzlich durch Knospung, Spaltung und Fragmentierung vermehren. Diese Art von Fortpflanzung relativiert nicht nur die begrenzte anthropozentrische Sichtweise der (sexuellen) Fortpflanzung, sondern auch unsere Vorstellung vom Wesen und der Konstanz eines „Individuums“.

### Naturalistische Fehlschlüsse

Im Unterschied zur englischen Sprache, wo eine Unterscheidung zwischen *sex* und *gender* einfach ist, verfügt das Deutsche ursprünglich nur über einen Begriff für das

Geschlecht. Da die Unterschiede zwischen biologischem Geschlecht und *Gender* immer noch wenig bekannt sind, werden beide Begriffe daher oft vermengt. Dies führt zur Verbreitung falscher Vorstellungen in Gesellschaft und Wissenschaft. Auch in der Biomedizin scheint das Wissen um die biologischen Grundlagen der Zweigeschlechtlichkeit teilweise verloren zu gehen, wie z. B. ein Beitrag im Tagesspiegel nahelegt (<https://www.tagesspiegel.de/wissen/es-gibt-mehr-als-zwei-geschlechter-5211841.html>). Andere Wissenschaftler/-innen kennen diese Grundlagen sehr wohl, verdrängen oder verschleiern diese aber, vermutlich weil sie annehmen, dass Zweigeschlechtlichkeit und Akzeptanz genderdiverser Menschen im Widerspruch stünden. Dieser Haltung liegt jedoch ein naturalistischer Fehlschluss zu Grunde, das sogenannte *Argumentum ad naturam*. Er beruht auf der fälschlichen Annahme, dass das was „natürlich“ ist, auch „gut“ sei. Man kann jedoch nicht vom „Sein“ auf das „Sollen“ schließen. Der naturalistische Fehlschluss wird häufig begangen, wenn ein moralisches Urteil auf Grundlage natürlicher Eigenschaften gefällt wird. Moralische Aussagen lassen sich jedoch nicht aufgrund natürlicher Eigenschaften treffen; „natürlich sein“ ist für ethische Bewertungen nicht relevant. Kurzum: Das Vorhandensein zweier biologischer Geschlechter ist für die Normenbildung offener moderner Gesellschaften unerheblich.

Wissenschaft bedeutet Wahrheitssuche. Dennoch sind Wissenschaftler/-innen auch nur Kinder ihrer Zeit. Gesellschaftliche Normen, Konventionen und Tabus können daher den vermeintlich objektiven Blick trüben. Deswegen ist es durchaus hilfreich, vermeintlich wissenschaftlich gesicherte Sachverhalte stets auf ihre Aktualität zu überprüfen. Ein gutes Beispiel aus der Evolutionsbiologie ist ein feministischer Blickwinkel, der notwendig war, um bis dato als gesichert geltende Erkenntnisse zu Geschlechtsunterschieden im Verhalten als patriarchalisch zu erkennen. Um diesen androzentrischen Blickwinkel zu korrigieren, brauchte es feministische Wissenschaftler/-innen; meist waren dies Frauen. Kritiker des feministischen Ansatzes bemängelten zunächst die ‚feministische Brille‘ und behaupteten, die neuen Erkenntnisse seien ‚ideologisch‘ gefärbt. Die Kritiker waren sich dabei ihrer eigenen ‚androzentrischen Brille‘ gar nicht bewusst. Letztendlich ermöglichte die feministische Perspektive einen neuen und viel umfassenderen Blick auf das Verhalten der Tiere. Malin Ah-King hat diese wissenschaftsphilosophisch sehr interessante Entwicklung kürzlich in einem lesenswerten Buch zusammengefasst [18]. Als Beispiele seien die Untersuchungen von Sarah Blaffer Hrdy oder Meredith Small genannt. Diese beiden Primatologinnen zeigten, dass Weibchen sehr aktiv Partnerwahl betreiben und unterschiedlichste Paarungsstrategien verfolgen – Erkenntnisse, die der damaligen Vorstellung von sexuell passiven und unterwürfigen Weibchen widersprachen [19, 20]. Mittlerweile sind die Erkenntnisse dieser ehemals revolutionären Primatologinnen wissenschaftliches Allgemeingut.

Kann nun gleichermaßen der Blickwinkel nicht-binärer, genderdiverser Menschen helfen, neue Perspektiven aufzuzeigen und zu einer objektiveren – weniger durch Normen der Mehrheitskultur geprägten – Weltsicht beitragen? Ist ein nicht-binärer Blick auf die Zweigeschlechtlichkeit notwendig für eine umfassendere Sichtweise? Wir denken, in diesem Fall wäre eine solche Sichtweise für die Biologie als Ganzes eher einengend, weil sie lediglich auf Besonderheiten des menschlichen Wesens fokussiert ist. Um die Bedürfnisse und Rechte queerer Menschen zu begründen und zu befürworten, muss die biologische Zweigeschlechtlichkeit nicht in Frage gestellt werden. Vielmehr ist es notwendig, das biologische Geschlecht und *Gender* von Menschen getrennt voneinander zu betrachten [16, 21]. Um dies zu tun, ist es hilfreich, verbreitete Missverständnisse zur Zweigeschlechtlichkeit aufzuklären.

### Missverständnisse zur Zweigeschlechtlichkeit

Die Ansicht, das biologische Geschlecht sei begründet auf Chromosomen, Genen, Hormonen, Vulven und Penissen oder sekundären Geschlechtsmerkmalen, ist ein weit verbreiteter Irrtum (z. B. [22–26]). Manche halten das biologische Geschlecht sogar für ein rein soziales Konstrukt [27]. Diese Vorstellungen spiegeln in hohem Maße eine anthropozentrische Sichtweise wider. In Wirklichkeit ist keines der obengenannten Merkmale geeignet, *per se* Weiblichkeit und Männlichkeit zu definieren. All diese

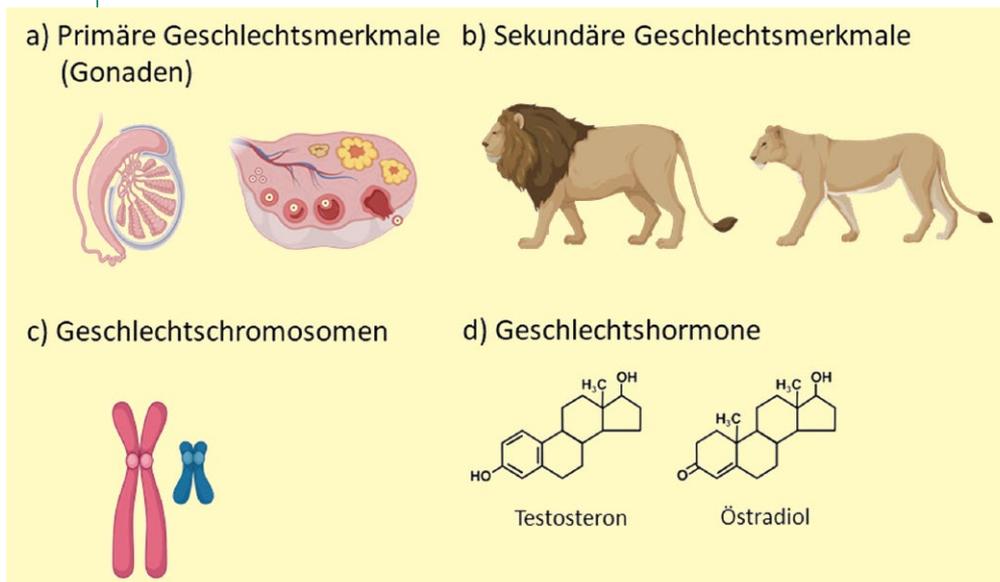
Merkmale können zwar mit dem Keimzellengeschlecht in Verbindung stehen, dies ist aber weder zwingend notwendig noch gilt es für alle Arten.

Ein Grund für diese Fehleinschätzung liegt auch in der Herangehensweise der Biomedizin mit ihrem Fokus auf den Menschen. In der Medizin werden Geschlechtschromosomen oder geschlechtstypische Phänotypen des Menschen (und anderen Säugetieren) oft mit dem biologischen Geschlecht gleichgesetzt (Abbildung 3). Kritiker der Zweigeschlechtlichkeit greifen diese Definition auf und argumentieren, dass es fließende Übergänge zwischen der phänotypischen Ausprägung der Geschlechter gibt (nachzulesen in [28]). Geschlechtschromosomen oder geschlechtsassoziierte Phänotypen können aber das biologische Geschlecht nicht allgemein definieren, denn es gibt viele Arten, die gar keine Geschlechtschromosomen haben. Bei Säugetieren, Vögeln oder Schmetterlingen sind Geschlechtschromosomen Grundlage für die Geschlechtsdifferenzierung; bei vielen anderen Arten sind es jedoch Umweltfaktoren, wie z. B. die Umgebungstemperatur oder soziale Interaktionen, die das Geschlecht bestimmen oder dessen Wechsel einleiten (nachzulesen in [29, 30]). Ein weiterer Trugschluss betrifft die Homozygotie. Bei Säugetieren sind homozygote Geschlechtschromosomen (XX) ein gutes funktionales Merkmal für Weibchen: Ein Säugetier mit homozygoten Geschlechtschromosomen produziert mit großer Wahrscheinlichkeit Eizellen. Bei Vögeln hingegen sind homozygote Geschlechtschromosomen (ZZ) ein funktionales Geschlechtsmerkmal für Männchen.

Homozygotie als solche ist somit keine geeignete Definition für „weiblich“ oder „männlich“. Geschlechtschromosomen oder Geschlechtsmerkmale eignen sich daher nicht zur allgemeinen Definition von Geschlechtern. Für bestimmte Arten erlauben diese Merkmale zwar, das Geschlecht mit großer Zuverlässigkeit vorherzusagen; für eine allgemeingültige Definition taugen sie jedoch nicht [31]. Gleiches gilt für Hormonkonzentrationen oder phänotypische Merkmale wie Körpergröße, Gefiederfärbung oder Fellzeichnung, die fließende Übergänge zwischen den Geschlechtern haben können (Abbildung 2).

Eine weitere Ursache von Missverständnissen zum biologischen Geschlecht ist die Verwechslung von Geschlecht mit sexueller Differenzierung. Letztere beschreibt die Entwicklungsprozesse, die zur Ausprägung des biologischen Geschlechts und der Geschlechtsmerkmale führen (Abbildung 4). Die Entwicklung von der Zygote bis zum fertigen Organis-

ABB. 3 | FUNKTIONALE GESCHLECHTSMERKMALE



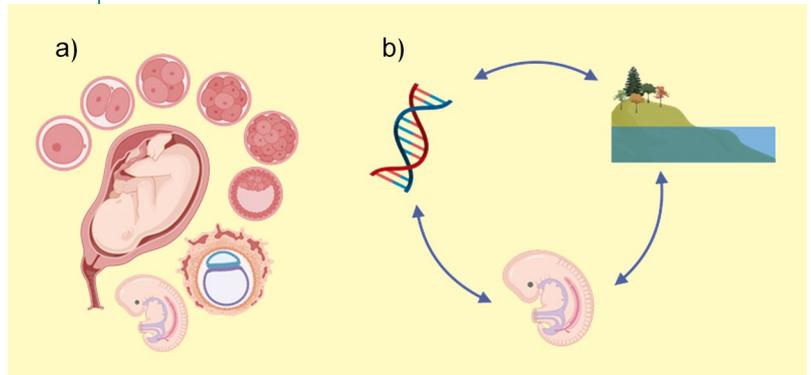
**a) Hoden und Eierstöcke sind primäre Geschlechtsmerkmale, b) der Größenunterschied und die Mähne sind phänotypische sekundäre Geschlechtsmerkmale bei Löwen, c) bei Säugetieren unterscheiden sich die Geschlechter durch ihren Geschlechtschromosomensatz und d) Testosteron und Östradiol sind Geschlechtshormone von Wirbeltieren, wobei Weibchen meist höhere Östradiolkonzentrationen als Männchen aufweisen, während es bei Testosteron meist umgekehrt ist.**  
Abb. mit BioRender erstellt.

mus ist komplex. Beim Menschen steht am Anfang die geschlechtsspezifische Expression von Genen auf den Geschlechtschromosomen, die zur Ausprägung der Keimdrüsen führen. Die Hormone, die von den Keimdrüsen ausgeschüttet werden, beeinflussen wiederum die Ausprägung der primären und sekundären Geschlechtsmerkmale. Dieser Prozess wird durch komplexe Wechselwirkungen zwischen Genen, Zellen, und Rückkopplungsmechanismen innerhalb des sich entwickelnden Organismus und seiner Umwelt moduliert.

Im Verlauf der geschlechtlichen Differenzierung beim Menschen sind Ungenauigkeiten möglich, so dass mit einer Häufigkeit von ca. 2–3 Prozent Individuen entstehen, die phänotypische Merkmale beider Geschlechter aufweisen [32]. Neben diesen Personen, die sich nicht eindeutig einem der beiden Geschlechter zuordnen lassen (Intersexuelle), gibt es auch Menschen, die zwar morphologisch eindeutig männlich oder weiblich sind, die diese Zuweisung aber nicht so empfinden (*trans-Gender*). Für diese Menschen ist der *Gender*-Begriff sehr hilfreich, um das subjektiv wahrgenommene Geschlecht zu benennen (was übrigens in den allermeisten Fällen zu einer kategoriellen Selbstzuordnung zu „weiblich“ oder „männlich“ führt). Diese Form der sexuellen Differenzierung, die manchmal zu uneindeutigen Geschlechtsmerkmalen führt, stellt jedoch das biologische Geschlecht nicht grundsätzlich in Frage. Auch bei den meisten Intersexuellen entstehen kleine oder große Keimzellen. Nur Menschen mit dem Ullrich-Turner-Syndrom, welche nur ein X-Chromosom besitzen, können mit ihren verkümmerten Eierstöcken keine Eizellen produzieren.

Ein prominentes Beispiel für die Fehldeutung der geschlechtlichen Entwicklung ist ein in *Nature* veröffentlichter Beitrag [22], der die chromosomalen und genregulatorischen Prozesse zusammenfasst, die zu einer uneindeutigen sexuellen Differenzierung bei Menschen und anderen Säugetieren führen. Im Untertitel dieses Artikels heißt es sinngemäß: „Die Vorstellung von zwei Geschlechtern ist zu einfach. Biologen geben heute davon aus, dass es ein breiteres Spektrum gibt“. In diesem Artikel wird das biologische Geschlecht mit sexueller Differenzierung und sexueller Entwicklung verwechselt. Darüber hinaus gibt dieser Artikel vor, für die Biologie im Allgemeinen zu sprechen, argumentiert aber aus einer rein anthropozentrischen Sichtweise. Zweifellos hat die biomedizinische Forschung gezeigt, dass die sexuelle Differenzierung beim Menschen kompliziert und vielfältig ist. Diese Komplexität kann zwar zu intersexuellen Phänotypen mit sich überschneidenden Merkmalen zwischen den Geschlechtern führen (z. B. Sexualhormonspiegel, Körpergröße, psychologische Merkmale), und das macht es schwierig, solche Merkmale als eindeutige funktionale Kriterien für eine zuverlässige Vorhersage des biologischen Geschlechts zu verwenden. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es ein breiteres Spektrum an biologischen Geschlechtern gibt. Im Gegenteil: Trotz intensiver Forschung wurde bisher kein

ABB. 4 | SEXUELLE DIFFERENZIERUNG



**Während der frühen Ontogenese (hier dargestellt durch einen menschlichen Embryo) beginnt die sexuelle Differenzierung. Dies ist ein komplexer Prozess, bei dem Gene, der Organismus und seine Umwelt in Wechselwirkung stehen, was zu vielfältigen Modifikationen in der Entwicklung führen kann.** Abb. mit BioRender erstellt.

drittes biologisches Geschlecht beschrieben. Es gibt auch keine fünf verschiedenen biologischen Geschlechter, wie von Fausto-Sterling postuliert [33], und männliches und weibliches Geschlecht sind auch keine „kontextabhängigen Kategorien mit flexiblen Assoziationen zu mehreren Variablen“ (sinngemäß übersetzt nach [26]). Das biologische Geschlecht kennzeichnet Fortpflanzungsstrategien, die auf zwei Typen unterschiedlich großer Keimzellen beruhen, die sich zur Zygote vereinen [3–6]. Joan Roughgarden, eine Biologin, die sich als Transgender-Person identifiziert, drückt es (sinngemäß übersetzt) sehr trefflich aus: „[...] ‚männlich‘ bedeutet, kleine Gameten zu erzeugen, und ‚weiblich‘ bedeutet, große Gameten zu erzeugen. Punkt!“ [34]. Da die biologische Theorie die disruptive Selektion der Keimzellgröße als zwangsläufige Folge der Evolution beschreibt und die Empirie bisher keine Ausnahme kennt, gehen Wickler und Seibt [35] sogar so weit, die Zweigeschlechtlichkeit als Naturgesetz zu bezeichnen.

Ein dritter Grund für das weit verbreitete Missverständnis zum biologischen Geschlecht ist die Vorstellung, dass es sich beim Geschlecht um einen Zustand handelt, während es in Wirklichkeit ein lebensgeschichtliches Stadium oder ein Prozess ist [31]. Ein Säugetierjunges mit heterozygoten Geschlechtschromosomen (XY) ist nicht fortpflanzungsfähig, da es noch keine Keimzellen produziert. Streng genommen hat dieses Jungtier also noch kein biologisches Geschlecht. Wir können aber mit großer Wahrscheinlichkeit vorhersagen, dass sich ein Säugetierjunges mit XY-Chromosomensatz und entsprechenden primären und sekundären Geschlechtsmerkmalen auf einem Entwicklungspfad befindet, der zu einem fortpflanzungsfähigen (spermienproduzierenden) Männchen führt. Daher ist es durchaus gerechtfertigt, dieses Jungtier als Männchen zu bezeichnen. Das Konzept des biologischen Geschlechts eignet sich aber nicht dafür, jedem Organismus zu jedem Zeitpunkt seines Lebens ein biolo-



**ABB. 5** Beispiele für Geschlechterrollen aus unserer eigenen Forschung. a) Beim Grillkuckuck (*Centropus grillii*) sind die Geschlechterrollen „vertauscht“. Die großen Weibchen verteidigen singend große Reviere und werben um Männchen. Bis zu fünf Männchen bekommen je ein Gelege, das sie jeweils alleine ausbrüten. Auch die Fütterung der Jungvögel wird ausschließlich von Vätern übernommen. b) Bei vielen Lemuren, z. B. beim Katta (*Lemur catta*), unterscheiden sich Männchen und Weibchen zwar nicht in der Körpergröße, aber Weibchen dominieren die Männchen ihrer Gruppe und besitzen zudem eine vergrößerte („maskulinisierte“) Klitoris. c) Tüpfelhyänen (*Crocuta crocuta*) leben in komplexen matrilinearen Gesellschaften. Außerdem besitzen weibliche Tüpfelhyänen einen sogenannten Pseudopenis, der eine wichtige Rolle in der sozialen Kommunikation spielt. Ein erigierter Penis oder Pseudopenis dient als Zeichen der Unterordnung. An den äußeren Geschlechtsmerkmalen sind die Geschlechter der Tüpfelhyäne nur von Experten unterscheidbar.

gisches Geschlecht zuzuweisen [31]. Stattdessen werden funktionale Kriterien wie Chromosomen, Gene oder primäre Geschlechtsmerkmale verwendet, um das biologische Geschlecht zu beschreiben. In der Regel funktioniert das ganz gut, aber eben nicht immer. Diese Tatsache spiegelt eine biologische Realität wider, denn das biologische Geschlecht gleicht eher einem Prozess als einem Zustand.

Ein vierter häufiger Irrtum ist die Verwechslung von biologischem Geschlecht und Geschlechterrollen. Als Geschlechterrollen bezeichnet man systematische Verhaltensunterschiede zwischen Weibchen und Männchen, die im Zusammenhang mit der Fortpflanzung stehen. Das beinhaltet Verhaltensweisen wie den Wettstreit um Partner, die Partnerwahl und auch die Brutpflege [36]. Das biologische Geschlecht ist binär, aber die Geschlechterrollen können sich innerhalb einer Art und zwischen den Arten unterscheiden und sehr flexibel sein (Abbildung 5). Bei der Schwimmgrundel (*Gobiusculus flavescens*), einem europäischen Meeresfisch, ändern sich die Geschlechterrollen innerhalb einer Brutsaison. Zu Beginn konkurrieren die Männchen heftig miteinander und umwerben die wählerischen Weibchen. Im Laufe der Brutsaison verändert sich das jedoch. Viele Männchen sterben beim Wettstreit um die Weibchen und die erfolgreichen Männchen sind schließlich mit der Brutpflege beschäftigt. Dadurch verschiebt sich das Geschlechterverhältnis der noch fortpflanzungsbereiten Tiere im Laufe der Saison zugunsten der Weibchen, die nun beginnen, um die wenigen noch paarungsbereiten Männchen zu konkurrieren, die dann wiederum wählerisch werden [37]. Dieses Beispiel zeigt, dass Wettbewerb und Balz nicht *per definitionem* männliche Geschlechtsrollen sind. Ebenso können nicht nur Weibchen wählerisch sein. Es zeigt auch, dass Brutpflege nicht *per definitionem* eine weibliche Eigenschaft ist. Bei Säugetieren ist Brutfürsorge eine typische weibliche Geschlechterrolle, aber bei Fischen pflegen Männchen – so wie bei der Schwimmgrundel – viel häufiger die Brut [38].

Typischerweise wirkt sexuelle Selektion stärker auf Männchen [39–41]. Aber Konkurrenz, Dominanz und Balzverhalten sind auch bei Weibchen weitaus verbreiteter als bis noch vor kurzer Zeit angenommen [36, 39, 42]. Die Geschlechterrollen vieler Tiere sind zudem sehr viel plastischer als es die klassische Evolutionstheorie angenommen hat. Weibchen und Männchen vieler Tierarten können ihre Geschlechterrollen flexibel an sich ändernde Umwelt- und Sozialbedingungen anpassen. Wenn also etwas kontextabhängig ist und viele mögliche Dimensionen einnehmen kann, dann sind es Geschlechterrollen, nicht aber das biologische Geschlecht.

### Schlussfolgerung

Zweigeschlechtlichkeit zu leugnen untergräbt den wissenschaftlichen Fortschritt und das Vertrauen in die Wissenschaft. Die biologische Definition der Geschlechter kann nicht die Grundlage für die Definition der sozialen Ge-

schlechter von Menschen sein. Bei unserer Spezies gibt es zwei Geschlechter, die aber einen Regenbogen an individuellen *Gendern* aufweisen, die sich ihrerseits auch im Laufe des sozialen Lebens ändern können. Der Philosoph Paul Griffiths hat diese Perspektive in einem sehr lesenswerten Aufsatz detailliert dargelegt [21]. Ebenso kann das anthropozentrische Konstrukt des sozialen Geschlechts oder *Genders* nicht auf andere Tierarten angewandt werden [16]. Das ist die rote Linie, die den Menschen mit seiner einzigartigen Kombination aus biologischem Geschlecht und *Gender* von anderen Tieren und Pflanzen trennt, die – nach gegenwärtigem Wissensstand – lediglich zwei biologische Geschlechter und kein *Gender* haben. Die Zweigeschlechtlichkeit ist eine Naturuniversalie der sexuellen Fortpflanzung und deshalb von zentraler Bedeutung für die Biologie und die Entwicklung der Vielfalt des Lebens. Diese Grundlage ist auch wichtig für alle, die an einem tieferen Verständnis der Natur des Geschlechts beim Menschen interessiert sind. Zweigeschlechtlichkeit zu leugnen, aus welchen edlen Motiven auch immer, widerspricht der gesicherten wissenschaftlichen Evidenz und kann im schlimmsten Fall dazu führen, dass die Gesellschaft das Vertrauen in die Wissenschaft verliert.

### Zusammenfassung

*Der gesellschaftliche Fortschritt schafft ein zunehmend offeneres Umfeld für Menschen, die sich weder als Frau noch als Mann verstehen. Im Rahmen dieser gesellschaftlichen Entwicklung wird aber auch die biologische Zweigeschlechtlichkeit zunehmend in Frage gestellt. Diese Sichtweise widerspricht grundlegenden biologischen Erkenntnissen. Obwohl wir gesellschaftliche Bemühungen zur Schaffung eines respektvollen Umfelds für genderdiverse Menschen vollumfänglich unterstützen, bedeutet dies nicht, dass dafür gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse geleugnet werden müssen. Wir zeigen hier die häufigsten Missverständnisse auf, die zur Leugnung des biologischen Geschlechts führen, das letztendlich eine Grundlage für die Vielfalt des Lebens ist. Der Mensch mit seiner einzigartigen Kombination aus biologischem Geschlecht und sozialem Gender unterscheidet sich in dieser Hinsicht von Tieren und Pflanzen. Die Leugnung der Zweigeschlechtlichkeit, aus welcher noblen Beweggründen auch immer, widerspricht der wissenschaftlichen Evidenz und steht in einer Reihe mit der Behauptung, die Sonne drehe sich um die Erde.*

### Summary

#### *Sex and gender: A biological perspective*

*Progress in society is creating an increasingly open environment for people who consider themselves as neither female nor male. However, as part of this development, biological bisexuality is increasingly queried. This view contradicts fundamental biological facts. While we fully endorse social efforts to create a more inclusive environment for gender-diverse people, this does not mean that in return reliable scientific findings have to be denied. Here we highlight the*

*most common misconceptions that lead to the denial of biological sex, which is – all things considered – a basis for the diversity of life. Humans with their unique combination of biological sex and gender are different from non-human animals and plants in this respect. Denying the concept of biological sex ultimately undermines scientific evidence and is on par with the claim that the sun revolves around the earth.*

### Schlagworte

Zweigeschlechtlichkeit, Gameten, Eizelle, Spermium, Isogamie, Anisogamie, sexuelle Fortpflanzung, asexuelle Fortpflanzung, agametische Fortpflanzung, Parthenogenese, disruptive Selektion, Geschlechtschromosomen

### Danksagung

Wir bedanken uns für drei anonyme Gutachten, die geholfen haben das Manuskript zu verbessern. Außerdem möchten wir uns bei den Teilnehmern der Tagung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft (DZG) in Kassel 2023 für die reghafte Beteiligung an der Diskussion bedanken und bei Prof. Gabriele Uhl, Präsidentin der DZG, und Prof. Jutta Schneider (Uni Hamburg) für die Anregung, einen Artikel für „Biologie in unserer Zeit“ (BiuZ) zum Thema zu verfassen.

### Literatur

- [1] W. Goymann et al. (2023). Biological sex is binary, even though there is a rainbow of sex roles. *BioEssays* 45, 2200173.
- [2] Q. Cronk (2022). Some sexual consequences of being a plant. *Phil. Trans. Royal Soc. B* 377, 20210213.
- [3] H. Kalmus (1932). Über den Erhaltungswert der phänotypischen (morphologischen) Anisogamie und die Entstehung der ersten Geschlechtsunterschiede. *Biolog. Zentralbl.* 52, 716–726.
- [4] G. A. Parker et al. (1972). The origin and evolution of gamete dimorphism and the male-female phenomenon. *J. Theor. Biol.* 36, 529–553.
- [5] J. Maynard Smith (1978). *The evolution of sex*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [6] S. C. Stearns (1987). Why sex evolved and the differences it makes, in: *The evolution of sex and its consequences* (Hrsg.: S. C. Stearns), Birkhäuser, Basel, 15–31.
- [7] C. M. Lessells et al. (2009). The evolutionary origin and maintenance of sperm: selection for a small motile gamete mating type. In: *Sperm biology: an evolutionary perspective* (Hrsg.: T. R. Birkhead, D. J. Hosken, S. Pitnick), Academic Press, New York, 43–67.
- [8] M. D. Jennions, H. Kokko (2010). Sexual selection, in: *Evolutionary behavioral ecology* (Hrsg.: D. F. Westneat, C. W. Fox), Oxford University Press: Oxford, New York, 343–364.
- [9] J. Lehtonen et al. (2016). What do isogamous organisms teach us about sex and the two sexes? *Phil. Trans. Royal Soc. B* 371, 20150532.
- [10] J. Roughgarden, P. Iyer (2011). Contact, not conflict, causes the evolution of anisogamy. In: *The evolution of anisogamy: A fundamental phenomenon underlying sexual selection* (Hrsg.: P. A. Cox, T. Togashi), Cambridge University Press, Cambridge, 96–110.
- [11] D. Y. Shapiro (1994). Sex changes in fishes. In: *The differences between the sexes* (Hrsg.: R. V. Short, E. Balaban), Cambridge University Press, Cambridge, 105–130.
- [12] M. Schilthuizen (2014). *Nature's nether regions. What the sex lives of bugs, birds, and beasts tell us about evolution, biodiversity, and ourselves*. Viking, New York.
- [13] R. Vrijenhoek et al. (1989). A list of known unisexual vertebrates. In: *Evolution and ecology of unisexual vertebrates* (Hrsg.: R. Dawley, J. P. Bogart), New York State Museum, Albany NY.

Dieser Artikel basiert in Teilen auf einem von uns kürzlich publizierten englischsprachigen Beitrag in der Zeitschrift *Bioessays* [1].

- [14] J. Whitton et al. (2008). The dynamic nature of apomixis in the angiosperms. *Int. J. Plant Sci.* 169, 169–182.
- [15] D. Haig (2004). The inexorable rise of gender and the decline of sex: Social change in academic titles, 1945–2001. *Arch. Sexual Behav.* 33, 87–96.
- [16] W. Goymann, H. Brumm (2018). Let's talk about sex – not gender. *BioEssays* 40, 1800030.
- [17] J. Money et al. (1955). An examination of some basic sexual concepts: the evidence of human hermaphroditism. *Bull. Johns Hopkins Hosp.* 97, 301–19.
- [18] M. Ah-King (2022). The female turn. How evolutionary science shifted perceptions about females. Springer Nature, Singapore.
- [19] M. F. Small (1996). *Female choices: Sexual behavior of female primates*. Cornell University Press, Ithaka.
- [20] S. Blaffer-Hrdy (1999). *Mother nature: A history of mothers, infants, and natural selection*. Pantheon Books, New York.
- [21] P. Griffiths (2020). Sex is real. *Aeon Magazine*, <https://aeon.co/essays/the-existence-of-biological-sex-is-no-constraint-on-human-diversity>.
- [22] C. Ainsworth (2015). Sexes redefined. *Nature* 518, 288–291.
- [23] R. Gorelick et al. (2013). Fundamental differences between females and males? In: *Challenging popular myths of sex, gender and biology* (Hrsg. M. Ah-King), Springer, Cham, 9–22.
- [24] M. Gross (2016). Transitions to new concepts of gender. *Curr. Biol.* 26, R141–R143.
- [25] B. J. King (2022). Gender, biology, and behavior. *Science* 376, 142–142.
- [26] M. E. Miyagi et al. (2021). Transgender rights rely on inclusive language. *Science* 374, 1568–1569.
- [27] J. Butler (1999). *Gender trouble. Feminism and the subversion of identity*, 2<sup>nd</sup> ed., Routledge, New York and London.
- [28] M. Mikkola (2017). Feminist perspectives on sex and gender. In: *The Stanford encyclopedia of philosophy* (Hrsg.: E. N. Zalta), Stanford University: Stanford.
- [29] D. Bachtrog (2014). Sex determination: why so many ways of doing it? *PLoS Biol* 12, e1001899.
- [30] J. J. Bull (1980). Sex determining mechanisms: An evolutionary perspective, in: *The evolution of sex and its consequences* (Hrsg.: S. C. Stearns), Birkhäuser, Basel, 93–115.
- [31] P. E. Griffiths (2021). What are biological sexes? University of Sydney, 1–28. Preprint: <https://philsci-archive.pitt.edu/id/eprint/19906>.
- [32] M. Blackless et al. (2000). How sexually dimorphic are we? Review and synthesis. *Am. J. Human Biol.* 12, 151–166.
- [33] A. Fausto-Sterling (1993). The five sexes. *The Sciences* 33, 20–24.
- [34] J. Roughgarden (2013) *Evolution's rainbow. Diversity, gender, and asexuality in nature and people*. University of California Press, Berkeley.
- [35] W. Wickler, U. Seibt (1998). *Männlich - Weiblich: Ein Naturgesetz und seine Folgen*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- [36] P. M. Kappeler et al. (2023). Sex roles and sex ratios in animals. *Biol. Rev.* 98, 462–480.
- [37] E. Forsgren et al. (2004). Unusually dynamic sex roles in a fish. *Nature* 429, 551–554.
- [38] J. D. Reynolds et al. (2002). Evolutionary transitions in parental care and live bearing in vertebrates. *Phil. Trans. Royal Soc. B* 357, 269–281.
- [39] M. Andersson (1994). *Sexual selection*. Monographs in Behavior and Ecology. Princeton University Press, Princeton.
- [40] T. Janicke et al. (2016). Darwinian sex roles confirmed across the animal kingdom. *Science Advances* 2, 1500983.
- [41] L. Winkler et al. (2019). Stronger net selection on males across animals. *eLife* 10, e68316.
- [42] R. M. Hare, L. W. Simmons (2019). Sexual selection and its evolutionary consequences in female animals. *Biol. Rev.* 94, 929–956.

## Verfasst von:



Wolfgang Goymann studierte Biologie an der Freien Universität Berlin und an der LMU in München, wo er in Verhaltensbiologie promoviert hat. Nach einem Postdoc-Aufenthalt an der University of Washington in Seattle, hat er sich in München habilitiert. Er leitet seit 2004 eine Arbeitsgruppe am Max-Planck-Institut für biologische Intelligenz (vormals Max-Planck-Institut für Ornithologie) und ist Professor für Verhaltensbiologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München. In seiner Forschung beschäftigt er sich mit Fragen zur Ökologie und Evolution von Paarungssystemen, der Wechselwirkung zwischen Hormonen und Verhalten sowie zum Arten- und Naturschutz.



Henrik Brumm studierte Biologie und Sozialpsychologie an der Freien Universität Berlin und wurde dort zum Doktor der Naturwissenschaften promoviert. Postdoc-Aufenthalt an der Universität St Andrews in Schottland und Fellow am Wissenschaftskolleg zu Berlin. Seit 2007 Forschungsgruppenleiter am Max-Planck-Institut für biologische Intelligenz (vormals Max-Planck-Institut für Ornithologie). Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Kommunikation und Stadtökologie.



Peter Kappeler ist ein Göttinger Verhaltensbiologe und Anthropologe. Er hat in Tübingen Biologie und an der Duke University (USA) 1992 in Zoologie promoviert. Nach der Habilitation in Tübingen übernahm er eine Professur für Verhaltensökologie in Leipzig, bevor er 2004 auf den Lehrstuhl für Soziobiologie & Anthropologie in Göttingen wechselte. Seine Forschung beschäftigt sich mit Fragen der sozialen Evolution, die er an madagassischen Primaten, aber auch an Raubtieren, Vögeln und Reptilien untersucht.

## Korrespondenz:

Prof. Dr. Wolfgang Goymann  
Max-Planck-Institut für biologische Intelligenz  
Eberhard-Gwinner-Str. 6a  
82319 Seewiesen  
E-Mail: [wgoymann@bi.mpg.de](mailto:wgoymann@bi.mpg.de)



Verband | Biologie, Biowissenschaften  
& Biomedizin in Deutschland

**GEMEINSAM  
FÜR DIE**

**BIEWISSENSCHAFTEN**

### **Gute Gründe, dem VBIO beizutreten:**

- Werden Sie Teil des größten Netzwerks von Biowissenschaftlern in Deutschland.
- Unterstützen Sie uns, die Interessen der Biowissenschaften zu vertreten.
- Nutzen Sie Vorteile im Beruf.
- Bleiben Sie auf dem Laufenden – mit dem VBIO-Newsletter und dem Verbandsjournal „Biologie in unserer Zeit“.
- Treten Sie ein für die Zukunft der Biologie.



[www.vbio.de](http://www.vbio.de)

**Jetzt beitreten!**

