

Der Kern des Design- Arguments in der Biologie und warum die Kritiker daran scheitern

Markus Widenmeyer & Reinhard Junker

Stand: 10. 12. 2016



Studiengemeinschaft Wort und Wissen

www.wort-und-wissen.de/artikel/a22/a22.pdf

Der Kern des Design-Arguments in der Biologie und warum die Kritiker daran scheitern

Markus Widenmeyer & Reinhard Junker (Stand: 27. 7. 2016)

Das Design-Argument beruht im Kern auf der fundamentalen Unterscheidung zwischen geistig bzw. intentional begabten Urhebern und nicht-geistigen, blinden Naturprozessen. Diese Unterscheidung ist systematisch-philosophisch klar begründbar und empirisch hervorragend belegt, da sie mit klar erfassbaren Merkmalen an Gegenständen einhergeht. Im ersten Teil wird dieser Unterschied erläutert und der wesentliche Kern des Design-Arguments dargestellt.

Im zweiten Teil werden einige Kritikpunkte am Design-Argument diskutiert. Zwei Kritikpunkte nehmen Bezug auf empirische Befunde, durch die das Design-Argument widerlegt worden sei: Seit Darwin sei ein natürlicher Entstehungsmechanismus bekannt, der einen Schöpfer überflüssig mache. Außerdem sprächen Design-Fehler gegen die Gültigkeit des Design-Arguments. In beiden Fällen kann gezeigt werden, dass die Kritik unzutreffend ist. Ein wichtiger Aspekt ist, dass der Fortschritt der Forschung das Design-Argument eher gestärkt als geschwächt hat.

Weitere Kritikpunkte werden als unabhängig vom Stand der naturwissenschaftlichen Forschung betrachtet. So wird gefordert, dass neben definierten Design-Indizien noch weitere, von diesen Indizien unabhängige Indizien für einen Schöpfer, seine Identität und seine speziellen Absichten erforderlich seien, um den Schluss auf einen Schöpfer ziehen zu können. Außerdem sei das Zusprechen geistiger Eigenschaften auf andere Wesen anthropozentrisch; Geist könne auch etwas ganz anderes sein. Diese Kritiken scheitern jedoch daran, dass sie auf den entscheidenden Kern des Design-Arguments gar nicht eingehen und darüber hinaus mit Thesen arbeiten, die absurde Konsequenzen nach sich ziehen.

Das Design-Argument in der Biologie erfuhr in den letzten Jahren viel Beachtung und Kritik, vor allem unter der Bezeichnung „ID“ (Intelligent Design). Gleichzeitig scheint es jedoch auch häufig missverstanden zu werden. Hier soll der wesentliche Kern des Design-Arguments ausführlich dargestellt und anhand verschiedener Bei-

spiele konkreter Design-Merkmale erläutert werden. Anschließend werden einige Kritiken am Design-Argument besprochen, die alle unter anderem den Makel haben, dass sie diesen eigentlichen Kern des Design-Arguments verkennen. Vorab soll kurz das Design-Argument in der Biologie beschrieben werden.

1. Das Design-Argument in der Biologie

Ein besonderes Kennzeichen der Strukturen der belebten Welt ist Zweckmäßigkeit bzw. Zielorientierung (Teleologie). Ein Großteil der biologischen Forschung ist durch dieses Kennzeichen motiviert, nämlich alle Forschung, die danach fragt, *wofür etwas gut ist*; und diese Frage ist aus der Biologie nicht wegzudenken. Biologische Design-Indizien nehmen auf dieses Spezifikum der Biologie Bezug und stehen entsprechend in den meisten Fällen mit der Zweckmäßigkeit biologischer Strukturen in Verbindung (neben ästhetischen oder semiotischen, also symbolhaften Strukturen¹).

Beim Design-Argument in der Biologie² geht es vor diesem Hintergrund um die Frage: Wie kann unter Berufung auf wissenschaftliche Befunde begründet werden, dass ein Naturgegenstand wie z. B. die Vogelfeder oder eine molekulare Maschine in einer lebenden Zelle *ursprünglich* geistig verursacht, also das Ergebnis eines Schöpfungsereignisses ist? Die Begründung für eine geistige Verursachung und damit für das *Design-Argument* besteht aus zwei Teilen:

1. Der Naturgegenstand zeigt definierte Kennzeichen von Planung bzw. Zielorientierung (Teleologie), die wir in anderen Fällen ganz entsprechend unseren sonstigen Design-Erfahrungen (Technik, Kunst) ausschließlich auf einen geistigen Urheber zurückführen (wir sprechen dann

¹ SHCHERBAK & MAKUKUV (2012); VAN DAM (2015).

² Design-Argumente gibt es auch in anderen Gebieten, z. B. die Feinabstimmung der Naturkonstanten in der Physik. Vgl. dazu: TRÜB P (2015) Der bewohnbare Kosmos. Die Feinabstimmung der Naturgesetze als Hinweis auf einen Schöpfer-Gott. <http://www.wort-und-wissen.de/artikel/a20/a20.pdf>

| | | |
|----------------|--|-----------------------------------|
| Geistiges | Funktionsweisen geistiger Tätigkeit | Produkte geistiger Tätigkeit |
| Nichtgeistiges | Funktionsweisen nicht-geistiger Prozesse | Produkte nicht-geistiger Prozesse |

Tab. 1

von „Design-Indizien“ oder „Design-Merkmalen“ wie z. B. funktionale Komplexität; s. u.).

2. Ein natürlicher Entstehungsvorgang des betrachteten Naturgegenstandes ist unbekannt, und Erklärungsversuche scheitern trotz Wissenszuwachs (im Idealfall können sogar Gründe angegeben werden, warum sie scheitern).

Ein konkretes Design-Argument würde demnach geschwächt, wenn naturwissenschaftlich die Möglichkeit eines natürlichen Entstehungsvorgangs im Detail nachgewiesen würde, der zum betreffenden Design-Merkmal führt (vgl. Abschnitt 4, Einwand 1). Damit würde das Design-Indiz seine Kraft verlieren und bekäme Konkurrenz. Daher sind hier keine Beweise im strengen Sinne möglich. Dies ist nicht zuletzt auch deswegen der Fall, weil es sich im Grunde um historische Fragestellungen handelt, nämlich um die erstmalige Entstehung von Naturgegenständen in der Vergangenheit. Somit kann „nur“ ein abduktiver Schluss auf Design als vorläufig beste bzw. einzige bekannte Erklärung gezogen werden.³

Entsprechend ist mit Design-Ansatz gemeint, dass die Erschaffung eines bestimmten Naturgegenstandes vermutet wird und dass durch eine naturwissenschaftliche Untersuchung anhand der oben genannten beiden Kriterien geprüft werden soll, ob eine solche Vermutung erhärtet werden kann. Dabei kann naturwissenschaftlich untersucht werden, 1. ob ein bestimmter Naturgegenstand definierte Design-Merkmale trägt und 2. was natürliche Prozesse vermögen und wo ihre Grenzen liegen (und ob sie somit ausreichend sind, ein in Rede stehendes Design-Merkmal hervorzubringen).

2. Der Kern des Design-Ansatzes

Der Design-Ansatz geht von der fundamentalen Unterscheidung zwischen Geistigem und Nicht-Geistigem aus und, davon abgeleitet, zwischen geistigen und nicht-geistigen Ursachen sowie dem durch Geist und durch nicht-geistige Prozesse Verursachten und dessen Merkmalen (Tab. 1).

Geistbegabte Wesen (Personen) haben Ich-Bewusstsein, Wertekategorien, Denkvermögen, setzen Ziele und verfolgen sie überlegt usw. Ein zentrales Merkmal vieler geistiger Phänomene, welches auch Denkvorgängen, Zielsetzungen und -verfolgungen zugrunde liegt, ist die *Intentionali-*

tät. Intentionalität umfasst mehr als die Intentionen (Absichten) einer Person. Intentionalität bedeutet zum Beispiel, dass man sich Dinge bzw. Sachverhalte in seiner Gedankenwelt vorstellen kann. Ein Beispiel ist die Vorstellung „Am kommenden Samstag findet in Berlin ein bedeutendes Sportereignis statt“. Aufgrund der Bezugnahme auf diesen Sachverhalt kann sich ein Subjekt ein Ziel setzen und es mit verschiedenen Mitteln verfolgen (z. B. eine Eintrittskarte besorgen, die Reise planen, dabei Staus oder Zugverspätungen einkalkulieren etc.). Man sieht hier, dass die Vorstellung auch bloß *mögliche*, nicht oder noch nicht existierende Zustände betreffen kann, z. B. es *könnte* am kommenden Samstag in Berlin regnen. Auch darauf kann sich ein geistbegabtes Subjekt einstellen und einen Schirm mitnehmen oder den Plan, nach Berlin zu fahren, aufgeben.

Zielorientierung erfordert neben der Zielsetzung auch Planung, Wahl der Mittel, die zum Erreichen des Zieles erforderlich sind, und Überlegungen zu Zwischenschritten und zur Überwindung möglicher Hindernisse und dergleichen (vgl. Tab. 2). Hierfür ist Intentionalität essentiell. Sie ermöglicht es einem Subjekt auch, schöpferisch und technisch umsetzend tätig zu sein. Dabei kann es technische Mittel, die es aus der Betrachtung und Analyse seiner Zielsetzung sowie aus seinem Hintergrundwissen abgeleitet hat, wieder als Unterziele antizipieren und systematisch zur Anwendung bringen.

Geistig hervorgebrachte Gegenstände, z. B. Maschinen, sind dementsprechend häufig so gestaltet, dass ihre Teile in z. T. äußerst komplexen und vielschichtigen Zweck-Mittel-Beziehungen stehen. Die Merkmalsmuster der Teile und ihrer Anordnung sind dabei oftmals hochgradig speziell ausgeführt, wobei diese Spezifität nicht anders als durch solche Zweck-Mittel-Beziehungen erklärt werden kann, also durch die Funktionen, die ausgeübt werden sollen und die Art und Weise, diese Funktionen möglichst optimal auszuführen (vgl. Abb. 2). Auf die Frage, warum ein solches Merkmalsmuster so ist, wie es ist, lautet in solchen Fällen die meist einzige nachvollziehbare Antwort: Es ist deshalb so, damit es (mögl-

³ Die Naturwissenschaft kennt generell keinen strengen Beweis. Abduktive Schlüsse sind in der naturwissenschaftlichen Forschungspraxis allgegenwärtig: Man subsumiert einen konkreten Gegenstand aufgrund bestimmter Merkmale unter einen generellen Fall.



Abb. 1 Felskopf in den Stubaier Alpen unterhalb des Kalbenjochs bei der Gemeinde Trins, Figuren auf den Osterinseln.

lichst optimal) entsprechende Funktionen ausüben kann, also einer Zweck-Mittel-Beziehung entspricht. Für das Verständnis des betreffenden Gegenstands (seiner Existenz, seines Soseins und seiner Entstehung) wäre eine pauschale Berufung auf ausschließlich nicht-geistige, physikalische Ursachen unbegründet, nicht nachvollziehbar und aus der Luft gegriffen.

Nichtgeistige Dinge und Abläufe haben die oben genannten intentionalen und kognitiven Merkmale nicht. Sie sind sozusagen „blind“ in Bezug auf Ziele oder das Erreichen eines Zieles durch geeignete Mittel; anders (und exakter) formuliert: Sind besitzen keine Intentionalität, haben also keine Fähigkeiten der Zielsetzung, der Analyse von Zielen in Bezug auf Mittelwahl und entsprechend der systematischen Zielverfolgung (vgl. Tab. 2). Welche Randbedingungen auch immer gegeben sind, die Dinge laufen einfach den Naturgesetzen entsprechend ab. Erklärungen, die nicht auf Intentionalität, d. h. Zwecksetzung und überlegte Mittelwahl beruhen, können lediglich auf drei Faktoren Bezug nehmen: Naturgesetze, (statistisch qualifizierter!) Zufall und plausible Randbedingungen. Unter solchen Bedingungen sind *a priori* keine Merkmale zu erwarten, wie sie bei intentional organisierten Gegenständen vorliegen. Es verwundert daher nicht, dass die Merkmale von Gegenständen, die nicht-geistigen Ursprungs sind, sich in allen klaren Fällen⁴ sehr

deutlich von geistig verursachten Gegenständen unterscheiden (vgl. Abb. 1 und 2).⁵

Mit zwei Paaren von Gegenständen soll das Gesagte – der fundamentale Unterschied zwischen geistiger und nicht-geistiger Verursachung – veranschaulicht werden.

Die Form des Felskopfes auf dem linken Bild von Abb. 1 ist zwar kein reines Zufallsprodukt, da ihm natürliche Ordnungen (z. B. Naturgesetze) zugrunde liegen. Jedoch fehlen ihm spezifische Merkmale, die auf eine besondere geistige Urheberschaft schließen lassen. Die Form kann alleine auf die Wirkung natürlicher, regelhafter Kräfte und Materialeigenschaften (härtere und weichere Bereiche des Felsen) zurückgeführt wer-

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Zielsetzung (Zukunftsorientierung) • Planung • Wahl (der Mittel) • Überlegungen zu Zwischenschritten • Einkalkulieren möglicher Hindernisse • Sich-Vorstellen von Weg und Ziel (Intentionalität) <p><i>Natürliche Vorgänge können das nicht.</i></p> |
|---|

Tab. 2 Kennzeichen von Schöpfung bzw. geistiger Verursachung

⁴ Unklare Fälle gibt es, wenn die Indizien schwach sind. Beispielsweise gibt es Seen, die einen herzförmigen Umriss haben. Die Form des Herzens an sich ist zu wenig spezifisch, um einen sicheren Schluss auf die Entstehungsweise machen zu können (anders als beim Beispiel der Figuren der Osterinsel). Hier könnten zusätzliche Indizien für Klarheit sorgen: Wenn es außer der Form des Sees deutliche Spuren einer Baggertätigkeit gäbe, würden die Begleitumstände für Design sprechen.

⁵ Manche auf natürlichem Wege entstehende Gegenstände wie z. B. Diamanten können zwar auch künstlich durch Einsatz von Überlegung und Planung entstehen. Dass ein konkreter Gegenstand geplant hergestellt wird, beweist also nicht generell, dass er nicht auch ohne Planung entstehen könnte. Doch es besteht ein wesentlicher Unterschied zur Entstehung von funktional-komplexen Naturgegenständen wie z. B. der DNA. Diamanten entstehen unter zwar harschen, aber dabei recht un-spezifischen Bedingungen und ihre Entstehung in der Natur ist theoretisch sehr gut verstanden: Kohlenstoff im geeigneten Druck-Temperatur-Regime, das tatsächlich auch hier und da gegeben ist. Kriterium 2 des Design-Arguments (s. o.) ist also nicht erfüllt. Dagegen sind alle bekannten Synthese-Routen zur Herstellung von DNA hochgradig komplex und speziell. Eine halbwegs realistische *de-novo*-Syntheseroute in einer „Ursuppe“ ist uns völlig unbekannt und unser Wissen spricht stark dagegen (Siehe Überblick bei JUNKER & SCHERER (2013), IV.7 und IV.8.)



Abb. 2 Funktionale und nicht-funktionale Komplexität.

den. Die Annahme der Tätigkeit z. B. eines Bildhauers ist daher überflüssig.

Das rechte Bild zeigt die berühmten Steinköpfe auf den Osterinseln. Hier wird niemand auf die Idee kommen, sie alleine durch Erosion und Materialeigenschaften zu erklären. Die Formen (Menschenfiguren) korrelieren hochspezifisch mit typischen Zielsetzungen geistig begabter Wesen. Dies ist (hier) die bildhaft-abstrakte Darstellung von menschlichen Portraits. Dies rechtfertigt, *a priori* eine künstliche Entstehung anzunehmen. Wenn bei hinreichender Kenntnis natürlicher Prozesse mechanistische Erklärungen für eine natürliche Entstehung derartiger Formen nicht vorliegen, haben wir gute Gründe, eine natürliche Entstehung auszuschließen.

Abb. 2 zeigt zwei komplexe Konstellationen, links den Teil einer Maschine, rechts eine Halde aus grobem Geröll und Felsbrocken im Hochgebirge. Nur im Falle der Maschine ist die Komplexität *zugleich funktional und organisiert*; genau dafür müssen die Form und die Anordnung der Teile hochspezifisch sein. Das heißt: Die Struktur ist nur von ihrem Zweck, also final, d.h. „vom Ende her“,

zu verstehen. Intuitiv erfassen wir, dass im einen Fall eine Organisiertheit gegeben ist, die Planung und Konstruktion voraussetzt, während im anderen Fall Naturprozesse ausreichen, um die vorliegende Konstellation zu erklären.

Es sei noch angemerkt, dass das Konzept „geistigen Ursprungs“ oder „geistig verursacht zu sein“ in Bezug auf einen definierten Ausgangs- oder Basiszustand zu verstehen ist. Es ist neutral bezüglich der Frage, ob dieser Ausgangszustand wiederum geistigen Ursprungs ist oder nicht. Wenn wir z.B. sagen, dass Diamanten nicht-geistigen Ursprungs sind bzw. sie allein durch naturgesetzliche Prozesse entstanden sind, lassen wir dadurch offen, ob die Naturgesetze und die Ausgangsbedingungen geistigen Ursprungs sind oder nicht.

Die Gründe, weshalb wir im einen Fall eine nichtgeistige und im anderen eine geistige Verursachung annehmen, kann man allgemein gemäß Tab. 3 zusammenfassen.

Wichtig ist, dass es bezüglich Design (Schöpfung, geistige Verursachung) oder Nicht-Design ein striktes Entweder – Oder gibt: Entweder liegt im Wesentlichen eine geistige Verursachung eines Gegenstandes vor (wobei natürliche materielle Dinge und natürliche Abläufe beteiligt sein können) oder dieser ist alleine aufgrund natürlicher Prozesse entstanden.

Das Design-Argument macht (in seiner allgemeinen Formulierung) eine folgerichtige Ableitung aus dem Gesagten:

- Geistig verursachte Gegenstände haben typischerweise Merkmale z. T. hochkomplexer Zweck-Mittel-Beziehungen; die Teile, ihre Form und Anordnung sind nur in Bezug auf ihre Funktionen und letztlich das Ganze, den Zweck des Gegenstands, zu verstehen.
- Nichtgeistig verursachte Gegenstände haben diese Merkmale nicht.
- In allen relevanten Fällen ist ein organisierter

Indizien für geistige Verursachung (Schöpfung)

- Spezifische, komplexe Muster mit erkennbarer Zielsetzung
- Bei hinreichenden Kenntnisse über natürliche Vorgänge (was läuft naturgesetzmäßig ab, was nicht?): Keine konkreten Mechanismen für Entstehung der zweckmäßigen Struktur in Sicht
- Bei Lebewesen und in der Technik: Zweckmäßigkeit des Gebildes; dazu erforderlich: mehrere aufeinander abgestimmte spezifische Teile

Indizien für natürliche Entstehung

- Unspezifische (zufällige) Formen in Bezug auf einen Zweck/eine Funktion im technischen Sinne
- Natürliche Gesetzmäßigkeiten reichen nach aller bisherigen Kenntnis aus
- Keine Zweckmäßigkeit in sich

Tab. 3 Indizien für geistige und natürliche Verursachung

Gegenstand sehr klar von einem nicht-organisierten (nicht nach Zweck-Mittel-Kategorien geordneten) Gegenstand abgrenzbar.

- Nach aller unserer Erfahrung gilt: Organisierte Gegenstände entstehen durch den Einsatz von Intelligenz und Planung. Ein Beispiel ist ein Auto oder ein Computer.
- Blinde, nicht-geistige Naturprozesse führen ausnahmslos zu nicht-organisierten Gegenständen (sofern sie von nicht-organisierten Gegenständen ausgehen). Tatsächlich gibt es bislang keinen Nachweis, dass ein komplexer biologischer Gegenstand durch blinde, nichtgeistige Prozesse *de novo* entstanden ist oder im Begriff ist zu entstehen.⁶

Diesbezüglich ist die Design-These auch *überprüfbar*: Können wir empirisch bestätigte Fälle angeben, in denen mittels nicht-geistiger Prozesse organisierte Gegenstände aus nicht-organisierten Gegenständen entstanden sind (z. B. aus einer komplexen Mischung chemischer Verbindungen, die nicht wiederum biologischen Ursprungs sind)? Da wie gesagt die Design-These die direkte Gegenthese zur These einer nicht-geistigen Entstehung ist, ist eine Prüfung der These gleichzeitig eine Prüfung der Gegenthese und umgekehrt.

Die Prüfung der Design-These kann für einen jeweiligen spezielleren Fall konkretisiert werden, z. B. verschiedene Aspekte der Lebensentstehung, spezielle hochorganisierte bzw. maschinenartige zelluläre Strukturen, komplexe Organe, ausgeklügelte Verhaltensweisen oder auch in der Paläontologie das plötzliche fossile Auftreten verschiedenster Baupläne (vor allem die kambrische Explosion).

Die Design-These kann weitere Nebenthesen enthalten, insbesondere wenn sie auf einen Schöpfer Bezug nimmt, dessen Fähigkeiten über die menschlichen hinausgehen:

1. Die Untersuchung biotischer Gegenstände sollte tendenziell hohe Grade an Organisiertheit und Komplexität nachweisen.
2. Mit fortschreitender Untersuchung ist durchaus zu erwarten, dass ein zunehmender Grad an Organisiertheit und Komplexität zutage tritt.

Die Geschichte der Biologie ist eine eindrucksvolle Bestätigung solcher Unterthesen. Einige wenige Beispiele sollen dies illustrieren:

- Seit etwa 30 Jahren wurden zahlreiche zelluläre molekulare Maschinen im Nanometerbereich entdeckt – eine ganz neue Dimension von zellulärer Komplexität.
- Es hat sich herausgestellt, dass der genetische Code in Bezug auf Sparsamkeit, Robustheit und Fehlertoleranz optimal ist (JUNKER & SCHERER 2013, IV.8).

- Es wurden immer mehr zelluläre Informationssysteme in Zellen und Organismen entdeckt; dazu gehört auch das Gebiet der Epigenetik, dessen Erforschung noch in den Anfängen steckt.
- Der Bau des Linsenauges hat sich durch den Fortschritt der Forschung als immer noch komplexer erwiesen (ULLRICH 2014).
- Behauptungen oder Mutmaßungen von Konstruktionsfehlern wurden durch neue Forschungsergebnisse mehr und mehr widerlegt (vgl. Abschnitt 4, Einwand 2).

3. Beispiele für biologische Design-Indizien

Im Folgenden sollen einige unterschiedliche Arten von biologischen Design-Indizien kurz vorgestellt werden. Für genauere Begründungen und Erklärungen sei auf die angegebene Literatur verwiesen, um den Rahmen dieses Artikels nicht zu sprengen.

Funktionale (organisierte) Komplexität

Dieses erste und bei Lebewesen sehr verbreitete Kennzeichen wurde oben bereits beispielhaft erwähnt (vgl. Abb. 2). Damit ein Gegenstand eine Funktion ausüben kann, benötigt er in der Regel mehrere Bauelemente, die in spezifischer Weise jeweils konstruiert und zusammen aufeinander abgestimmt sein müssen. Dies betrifft oft ganz verschiedene Aspekte wie Materialeigenschaften, Form, Steuerung u. a. Diese Bestandteile und ihre gegenseitigen Abstimmungen erfordern sehr häufig eine hohe Komplexität, die nicht mehr verkleinert werden kann, ohne die in Rede stehende Funktion *vollständig* zu verlieren (nichtreduzierbare Komplexität⁷; vgl. **Kasten 1**). Diese Konstruktionen sind an sich klare Design-Kennzeichen (vgl. die beiden eingangs des 1. Abschnitts genannten Kriterien). Gleichzeitig sind die bekannten natürlichen Mechanismen nach aller unserer

⁶ Hierbei ist zu beachten, dass es um den *Vorgang* der erstmaligen Entstehung geht, z. B. um die Leistungsfähigkeit physikalisch-chemischer Abläufe bei der Lebensentstehung oder um die Reichweite experimentell nachgewiesener Variationsmechanismen bei der Entstehung neuer Strukturen bei Lebewesen. Es geht hier *nicht* um die Frage, ob es Indizien für gemeinsame Abstammung gibt. Häufig wird unerschwerlich von solchen Indizien darauf geschlossen, dass es auch einen natürlich-evolutionären Entstehungsprozess gebe, doch ist dies nicht gerechtfertigt. Diese eigenständige Problematik soll hier nicht vertieft werden.

⁷ Eine ausführliche Analyse von Gegenargumenten bietet: JUNKER R (2008) Nichtreduzierbare Komplexität. http://www.genesisnet.info/schoepfung_evolution/p1624.php

1 Nichtreduzierbare und spielerische Komplexität

Der Schlagbaum in der Blüte

Schlagbäume versperren Unbefugten den Weg. Erstmals erfunden wurden sie aber nicht von einem Menschen. Schon die Blüten des Wiesen-Salbei, der manche Böschungen und Wiesen schmückt, sind erstaunlicherweise mit einer miniaturisierten Form dieser Vorrichtung ausgestattet.

Wie funktioniert dieser Schlagbaum in der Blüte? Die Salbeiblüte besteht aus Ober- und Unterlippe (Abb. 3). Zwei lange, gebogene Staubfäden liegen direkt unter dem „Helm“ der Oberlippe (die Verhältnisse sind eigentlich noch komplizierter und hier vereinfacht dargestellt). Sie sind am unteren Teil der Blüte seitlich mit der Kronröhre der Blüte verwachsen. Dort befindet sich außerdem ein Gelenk. Von der Gelenkstelle aus ragen die beiden langen Fäden nach oben und als zwei kurze Platten nach unten (Abb. 4). Damit haben wir alle Bestandteile des Schlagbaums beisammen – ein langes und ein kurzes Ende, Gelenk und Pfosten.



Abb. 3 Salbei-Blüten



Abb. 4 Salbei-Blüte, aufgeschnitten

Bienen beispielsweise landen auf der Blütenunterlippe, die für sie eine regelrechte Landebahn darstellt. Zielsicher steuern sie auf den Blütengrund zu, wo sich nahrhafter Nektar befindet. Doch dabei versperrt ihnen die Platte – das kurze Ende des Schlagbaums – den Weg. Die Platte wird von der Biene mit dem Kopf nach hinten gedrückt – und die langen Staubfäden schnellen nach unten (Abb. 5). Dabei wird der Pollen (Blütenstaub) aus den Staubfächern auf den Rücken des Insekts herausgeklopft. Beim Verlassen der Blüte bewegen sich die Staubfäden wieder in ihre ursprüngliche Stellung zurück, während das Insekt – den Rücken mit Pollen eingepudert – seinen Flug fortsetzt.



Abb. 5 Der „Schlagbaum“ ist heruntergeklappt

Der Pollen muss nicht nur abgeholt, sondern auch wieder an der richtigen Stelle abgegeben werden: am oberen Ende des Blütengriffs einer anderen Pflanze. Das kann erst geschehen, wenn das Insekt eine ältere Blüte besucht. Denn nach einigen Tagen der Blühzeit wird zunächst nur der Griffel lasch, er hängt aus dem „Helm“ heraus und versperrt dadurch den Zugang zur Blüte (Abb. 6). Die Biene schiebt ihn mit ihrem Körper wie einen Vorhang zur Seite, dabei wird der mitgebrachte Pollen abgestreift – er ist angekommen und es kann eine Befruchtung stattfinden.



Abb. 6 Der Griffel hängt lasch herunter

Dieses System zeigt zwei Design-Indizien. Zum einen ist es **nichtreduzierbar komplex**: Blütenform, seitliche Verwachsung der Staubfäden, Gelenk, Platte und Timing müssen komplett vorhanden und aufeinander abgestimmt sein; fehlt ein beliebiges Bauelement, hat das einen totalen Funktionsausfall (des Schlagbaums) zur Folge. Das Schlagbaum-System kann erst ausgelesen werden, wenn es als Ganzes vorhanden ist, ein schrittweiser Aufbau über ungerichtete Mutationen und in jeder Generation wirksame Auslese erscheint nicht denkbar. Zum anderen erscheint das Schlagbaum-System als **spielerische Komplexität**. Denn einige Salbei-Arten besitzen es nicht (die Staubfäden stehen bei diesen frei), dennoch sind sie nicht weniger überlebensfähig. Die Funktion der Fremdbestäubung wird durch die deutlich einfachere Konstruktion offenbar genauso gut erfüllt. Aus rein funktionaler Sicht erscheint die Schlagbaumkonstruktion unnötig zu sein und wirkt wie ein phantasievolles Extra – ein Design-Indiz. Natürliche Selektion ist für dieses Extra blind, da es keinen Selektionsvorteil zu bieten scheint, aber ein kreativer Schöpfer muss nicht ausschließlich auf Funktionalität achten, sondern ist frei und in der Lage, auch ästhetische und kreative Aspekte zu berücksichtigen.

Kenntnis bei weitem überfordert, solche Konstrukte hervorzubringen. Das evolutionstheoretische Grundproblem besteht darin, dass kein kontinuierlicher, kleinschrittiger und hinreichend wahrscheinlicher Weg von einem Zustand ohne diese spezielle Funktion (und ohne die speziell dafür nötige Konstruktion) hin zu einem Zustand mit dieser Funktion (und der dafür nötigen Konstruktion) gedacht werden kann. Jeder einzelne Mutationsschritt müsste eine hinreichende statistische Wahrscheinlichkeit haben. Er dürfte nicht selektionsnegativ sein, vielmehr müsste die entsprechende Mutante in der Population konserviert und signifikant verbreitet werden. Dabei müsste er sich dem in Rede stehenden Zustand annähern. (Zur neutralen Theorie der Evolution vgl. JUNKER & SCHERER 2013, IV.9.) Selbstverständlich kann hier jedoch nicht (schrittweise) auf ein Ziel hin geplant und „gearbeitet“ werden, da natürliche Mechanismen zukunftsblind sind: Da Selektion immer nur die aktuellen, nicht aber potentielle zukünftige Funktionen „bewerten“ kann, besitzen hypothetische Vorstufen, die die Funktion des betreffenden Gebildes nicht besitzen, im Hinblick auf diese spezifische Funktion keinen Selektionsvorteil. Gleichzeitig kann Evolution – wie von Günther OSCHER treffend formuliert – nicht wegen Umbaus schließen; die Lebewesen sind im Bilde gesprochen immer auf dem Markt und können Organe weder isoliert noch in einem geschütztem Rahmen schrittweise aufbauen und testen.

Für geistige Urheber stellt sich die Ausgangslage völlig anders dar (siehe oben), da sie zielgerichtet vorgehen und vorab im Geiste die verschiedensten Aspekte gleichzeitig beachten und aufeinander abstimmen können.

Spielerische Komplexität

Als weiteres Design-Indiz können Konstruktionsmerkmale von Lebewesen gelten, die noch deutlich komplizierter zu sein scheinen, als es für die zu realisierende Funktion nötig wäre. Es handelt sich dabei gleichsam um „Luxusstrukturen“ oder um „spielerische Komplexität“. Das scheint beispielsweise auf zahlreiche Bestäubungsmechanismen zuzutreffen, die sehr ausgefallen sein können, ohne dass erkennbar ist, dass die betreffenden Arten dadurch konkurrenzfähiger wären als nächstverwandte Arten, die solche ausgefallenen Einrichtungen nicht besitzen (vgl. **Kasten 1**). Für einen solchen funktional schwer verständlichen „Überschuss“ sind natürliche Prozesse wie Selektion blind, sie können aber sehr gut als Ausdruck von Phantasie reichum eines Schöpfers verstanden werden.

Plastizität

Unter Plastizität (Formbarkeit) wird die Fähigkeit von Organismen verstanden, auf der Basis desselben Genotyps (Erbguts) mehrere Phänotypen (gestaltliche Ausprägungen) als Reaktion auf Umweltreize ausbilden zu können. Beispielsweise kann beim Menschen die Dicke der Hornhaut an den Händen oder Füßen abhängig von mechanischer Beanspruchung moduliert werden. Man weiß heute, dass ein Großteil der Merkmale der Lebewesen plastisch ist. Plastizität ist ein ausgesprochen teleologisches Konzept. Denn sie beinhaltet die Fähigkeit des Organismus, auf genetische oder Umwelt-Änderungen zu reagieren, um einen bestimmten Zustand aufrechtzuerhalten oder (wieder) zu erreichen. Es wird also aktiv ein *Ziel* angesteuert oder beibehalten, indem Änderungen durch Kompensationen ausgeglichen werden. Dies ist besonders eindrucksvoll bei der sogenannten „antizipatorischen Plastizität“ der Fall, bei der ein Umweltreiz als sichere Vorhersage einer erst später gegebenen Umweltbedingung interpretiert wird und eine „vorausschauende“ Reaktion erfolgt. Beispielsweise entscheiden bei manchen Schmetterlingen Umweltbedingungen wie Temperatur oder Tageslänge, unter denen die *Raupen* leben, welche Morphe der unter anderen Umweltbedingungen lebende *Falter* ausprägen wird. Oder ein Umweltreiz veranlasst die Diapause (stark reduzierter Stoffwechsel) bei Insekten, noch bevor der Winter beginnt.⁸ Lebewesen besitzen auch plastische Fähigkeiten, die sie u. U. über viele Generationen hinweg gar nicht benötigen, z. B. die Erhöhung der Zahl der Roten Blutkörperchen in dünnerer Luft.

Redundanz und Robustheit

Redundanz und Robustheit können als Spezialfälle der Plastizität angesehen werden, sollen aber eigens angesprochen werden, weil der Aspekt der Korrektur eventuell auftretender Störungen hinzukommt. Bei fast allen entwicklungsbiologisch untersuchten Prozessen konnte Redundanz beobachtet werden (SOMMER & RIEBESELL 2009, 300). Das äußert sich darin, dass bei einem Genausfall oft kein totaler Funktionsausfall eintritt. Die Redundanz ist dabei in der Regel überlappend, d. h. beim Ausfall eines Gens bzw. Proteins kann ein anderes einspringen, das ein zwar anderes Aufgabenspektrum abdeckt, aber die ausgefallene Funktion notdürftig ausfüllen kann (TAUTZ 1992). Dem liegt offenbar ein Netzwerk überlappender Funktionen von Proteinen zugrunde.

⁸ Viele Beispiele und detaillierte Erläuterungen zur Plastizität bringt JUNKER R (2014) Plastizität der Lebewesen: Baustein der Makroevolution? <http://www.wort-und-wissen.de/artikel/sp/b-14-2-plastizitaet.pdf>

Organismen sind in ihrer Entwicklung gegen Störungen aus der äußeren Umwelt (Stress) oder inneren Umwelt (Mutationen) abgepuffert, d. h. es gibt Mechanismen, die Störungen ausgleichen und dadurch den *status quo* aufrechterhalten (vgl. Plastizität). Die in den Lebewesen der Pufferung zugrunde liegenden Mechanismen sind sehr unterschiedlich, angefangen von der Stabilität der Nukleinsäuren über Qualitätskontrollen bei der Translation bis zu ökologischen Faktoren.

Auch Redundanz und Robustheit sind zukunftsorientierte Eigenschaften, Einrichtungen für eventuelle zukünftige Anforderungen aufgrund von Störungen und somit ein typisches Kennzeichen für Design.

4. Einwände gegen das Design-Argument

Im Folgenden sollen einige Einwände gegen das Design-Argument besprochen werden. Die Einwände können zwei Gruppen zugeordnet werden: Viele Kritiker führen *empirische Befunde* an, durch die die Design-Hypothese entscheidend geschwächt worden sei. Zum einen wird darauf verwiesen, dass mit DARWIN die Design-Hypothese dadurch überflüssig geworden sei, dass (vermeintlich) rein natürliche Prozesse entdeckt worden seien, die das Design der Lebewesen ohne einen Schöpfer hervorbringen. Zum anderen werden empirische Befunde angeführt, die das Design-Argument schwächen sollen, wie z. B. mutmaßliche Konstruktionsfehler. Dies gehört zur ersten Gruppe von Einwänden. Die zweite Gruppe von Einwänden betrachtet das Design-Argument *prinzipiell* als unhaltbar, unabhängig von empirischen Befunden und damit auch unabhängig davon, ob und wie gut rein naturwissenschaftliche Hypothesen die Entstehung der funktionalen Komplexität der Lebewesen erklären können. Wir beginnen mit den Einwänden des ersten Typs.

Einwand 1: Seit Darwin ist die Design-These widerlegt, denn die Evolutionslehre erklärt die vorliegenden Design-Indizien ausreichend, womit ein Schöpfer überflüssig ist.

Charles DARWIN war der Überzeugung, gegen das Design-Argument das „Gesetz der natürlichen Auslese“ stellen zu können. Überproduktion, Variation und Auslese sollten ausreichen, um alle Designs der Lebewesen aus natürlichen Prozessen naturgesetzlich entstehen zu lassen. Bei Darwin war Selektion noch mit der Vererbung erworbener Merkmale verbunden und nur dadurch

konnte er eine Alternative zum Design-Ansatz anbieten. Denn die individuell erworbenen Änderungen von Merkmalen und Funktionen werden seiner Auffassung nach vererbt und führen zu einer schrittweisen Umgestaltung und damit einhergehend zu einer optimierten Anpassung an die Umwelt. Die erworbenen Änderungen bleiben erhalten, wenn sie einen Selektionsvorteil bieten.

Dass durch Darwin die Design-These widerlegt worden sei, wird bis heute immer wieder behauptet. Beispielsweise ist für BOUDRY & LEURIDAN (2014, 157) das Design-Argument durch die Evolutionstheorie überholt.⁹ Das ist auch die zentrale Aussage von Richard DAWKINS in seinem Klassiker „Der blinde Uhrmacher“.

Die von DARWIN begründeten, typisch evolutionären Ausdrücke wie „natürliche Selektion“, „Anpassung“ usw. nehmen jedoch die Möglichkeit einer (hinreichend wahrscheinlichen) konstruktiven Veränderung als gegeben vorweg. Das was ausgelesen werden soll bzw. das, was angepasst ist, muss erst aber entstehen. Wie das (mechanistisch) geht und ob die Leistungsfähigkeit bekannter Variationsmechanismen (Mutationen u. a.) dies ermöglichen, ist eine offene Frage (s. u.). DARWIN hat entsprechend keine wirklichen Erklärungen, die mechanistischer, also molekularbiologischer, chemischer bzw. physikalischer Art sein müssen, erbracht (vgl. z. B. FODOR & PIAZZELLI-PALMARINI 2010). Nach DARWIN war sogar noch lange unbekannt, wie eine solche Erklärung überhaupt hätte aussehen müssen.¹⁰ Denn die DNA, der genetische Code und seine Optimalität, das Zellskelett, die äußerst komplex vernetzten Stoffwechselwege, molekulare Maschinen, epigenetische Regulation und vieles mehr wurden erst rund ein Jahrhundert nach DARWIN oder noch später entdeckt. Tatsächlich liegt eine (naturwissenschaftlich qualifizierte) Erklärung einer

⁹ „... the design argument is currently outcompeted by evolutionary theory“ (BOUDRY & LEURIDAN 2014, 571). Was sie mit „evolutionary theory“ meinen, geht aus ihrem Text jedoch nicht hervor. Im Zusammenhang mit dem Design-Argument kann es jedenfalls nur um kausale Evolutionstheorien gehen, da das Design-Argument nicht notwendigerweise gegen Evolution (im Sinne gemeinsamer Abstammung) steht, sondern gegen eine rein natürlich verlaufende Evolution.

¹⁰ So behaupten Marc KIRSCHNER und John GERHART im Vorwort ihres 2005 erschienenen Buches „The plausibility of life“, dass erst mit dem Wissen, das Ende des 20. Jahrhunderts bekannt wurde, die Frage nach der Entstehung *evolutiver Neuheiten* angegangen werden könne. Und Sean B. CARROLL schreibt in seinem Buch „The Making of the Fittest“ (2006, 37): „Mehr als ein Jahrhundert lang war eine detaillierte Kenntnis von der Bildung oder der Geschichte komplexer Organe und Körperteile weit außer Reichweite.“

2 Statements zur Entstehung evolutionärer Neuheiten

„Given its importance and pervasiveness, the processes underlying evolutionary innovation are, however, remarkably poorly understood, which leaves us at a surprising conundrum: while biologists have made great progress over the past century and a half in understanding how existing traits diversify, we have made relatively little progress in understanding how novel traits come into being in the first place“ (MOCZEK 2008, 432).

„One of biology’s most significant unresolved issues is to understand how novel, complex phenotypes originate, both developmentally and evolutionarily“ (LEDON-RETTIG et al. 2008, 316),

„The skeletal architecture of vertebrates is widely divergent, yet the basis for change in gross skeletal morphology remains almost entirely unknown“ (RUDEL & SOMMER 2003, 21).

„This work is difficult and time consuming, but the question at its core—the genetic origin of new and com-

plex traits—is probably still one of the most pertinent and fundamental unanswered questions in evolution today“ (MONTEIRO & PODLAHA 2009, 215).

„Although animals display a rich variety of shapes and patterns, the genetic changes that explain how complex forms arise are still unclear“ (MARTIN et al. 2012, 12632).

„The origin and diversification of novel traits is one of the most exciting unresolved issues in evolutionary developmental biology“ (SAENKO et al. 2011, 1).

„How body pattern evolves in nature remains largely unknown“ (CLEVES et al. 2014, 13912).

„The explanation for adaptation is natural selection. We are not yet sure what the explanation for novelties is. ... I suspect that the origin of novelties also requires natural selection as well as additional mechanisms, but what they are will have to be determined by more empirical research“ (WAGNER 2014, 125).

hypothetischen natürlichen Entstehung funktional-komplexer Systeme, ausgehend von Vorstufen ohne die betreffende Funktion, bis heute nicht vor. Dass bisher vorgeschlagene kausale Evolutionstheorien das Behauptete nicht leisten, wird von vielen Evolutionsbiologen ausdrücklich eingeräumt (vgl. **Kasten 2**) und sie verfolgen aus genau diesem Grunde neue Erklärungsansätze. Bisher zeichnet sich allerdings kein Erfolg auch bei den neuen Ansätzen ab, wie es die im Kasten 2 zusammengestellten Zitate zum Ausdruck bringen).

BOUDRY & LEURIDAN räumen mit ihrer Kritik am Design-Argument ein, dass dieses erst dann entscheidend geschwächt sein wird, wenn eine wirklich erklärende Evolutionstheorie formuliert werden kann. Aber eine solche liegt eben bei Weitem nicht vor. Das wiederum stützt das Design-Argument, da es die direkte Gegenthese einer rein natürlichen Entstehung ist (s. o.).

Einwand 2: Konstruktionsfehler der Lebewesen können durch die Design-Hypothese nicht erklärt werden, während die Evolutionstheorie eine Erklärung vorweisen kann.

Dieses Argument erfreut sich großer Beliebtheit. Noch einmal seien dazu BOUDRY & LEURIDAN (2014, 573) zitiert: „The argument from bad design discriminates between evolution and design because the pervasiveness of such biological imperfections is much more plausible on an evolutionary understanding than on any noncontrived design hypothesis.“ Erstaunlicherweise geben sie dazu jedoch keine näheren

Erläuterungen und verweisen nicht einmal auf entsprechende Arbeiten, in denen der Nachweis von Konstruktionsfehlern behauptet wird.

Abgesehen von diesem Mangel ist dieses Argument auch substantiell recht schwach. Erstens zeigt eine Reihe von Untersuchungen, dass bei genauerer Kenntnis betreffender Organe nennenswerte Mängel nicht nachweisbar sind. Dem Argument der Konstruktionsfehler liegt oft nur ein Mangel an Kenntnissen über den betreffenden Gegenstand zugrunde¹¹ – und, wie es scheint, weltanschaulich motivierte Vorurteile.¹² Zweitens enthalten solche Argumente bestimmte (theologische) Annahmen über einen hypothetischen Schöpfer, z. B. dass ein möglicher Schöpfer gute, wenn nicht zwingende Gründe gehabt haben müsste, perfekte Strukturen (in unserem Sinne) hervorzubringen. Diese meist stillschweigend gemachten Annahmen werden meistens nicht einmal versucht zu begründen (vgl. DILLEY 2013).

Das Konstruktionsfehler-Argument ist noch auch aus einem dritten Grund fragwürdig. Es wird – auch von BOUDRY & LEURIDAN – oft suggeriert, es gebe evolutionstheoretische Erklärungen dafür, wie es zu solchen Fehlkonstruktionen gekommen sei. Das ist aber – außer in relativ trivialen Fällen wie bei bloßen Degenerationen in speziellen Umwelten – nicht der Fall. Ob und in welchem Maße solche Erklärungen realistisch sind

¹¹ Aus der jüngeren Forschung können beispielweise genannt werden: ULLRICH (2013a, b) und die dort angegebene Fachliteratur; LABIN et al. (2014).

¹² Auf einer grundsätzlichen Ebene wird dieses Thema in JUNKER (2002, Kapitel 4) behandelt.

(oder wären), müsste ohnehin von Fall zu Fall detailliert untersucht werden. Stattdessen werden aber (auch hier) meist lediglich spekulative und pauschale evolutionstheoretische Szenarien postuliert, durch die es zum betreffenden fehlkonstruierten Organ gekommen sein könnte – denen aber erklärende, sprich mechanistische Inhalte und Belege weitgehend fehlen.

In anderen Worten: Auch Konstruktionsfehler ändern nichts daran, dass Design-Indizien vorliegen und einer Erklärung bedürfen. Insgesamt ist also in der Regel weder klar, dass die Evolutionstheorie hier eine bessere Erklärung liefern kann noch ob wirklich ein Konstruktionsfehler vorliegt noch ob ein göttlicher Schöpfer wirklich perfekte Produkte (nach unserer Vorstellung) hervorbringen musste.

Und auch hier ergibt sich unmittelbar ein Umkehrschluss, der nicht im Sinne der Kritiker sein dürfte. Aus BOUDRYS & LEURIDANS Argumentation folgt nämlich, dass die Design-Hypothese in dem Maße gestärkt wird, in dem die vermutete Fehlerhaftigkeit von biologischen Strukturen widerlegt werden kann. Sie schreiben: *„Taking into account that the living world, and especially the peculiar examples of ‘bad design’, looks very much like the kind of world we would expect if there were no design at all but only mindless natural processes at work, the biological design hypothesis is effectively dead“* (574). Angesichts der zahllosen Beispiele für nachweislich hervorragendes Design und der demgegenüber relativ zweifelhaften Fälle von schlechtem Design ist allein deshalb klar, auf welche Seite das Pendel schlägt.

Nebenbei bemerkt: Es ist erstaunlich, dass einerseits oft behauptet wird, das Design-Argument sei nicht testbar, andererseits das Konstruktionsfehler-Argument als Indiz gegen Schöpfung ins Feld geführt wird.¹³

Die beiden folgenden Einwände gehören zur zweiten Gruppe von Einwänden. Hier wird das Design-Argument unabhängig von empirischen Daten für unzureichend erklärt.

Einwand 3: Das Zusprechen geistiger Eigenschaften auf andere Wesen ist anthropozentrisch; Geist bzw. Intentionalität, als ein Kernmerkmal des Geistigen, kann auch etwas ganz anderes sein.

Dieser Einwand ist aus folgenden Gründen nicht haltbar: 1. Selbst wenn Geist etwas qualitativ anderes sein könnte, als das was wir damit meinen: Beim Design-Argument wird auf Wesen mit qualitativ ähnlichen geistigen Merkmalen zu unseren geschlossen. Dabei gibt es keine guten (und erst recht keine zwingenden) Gründe, warum es keine We-

sen geben können soll, die (qualitativ) ähnliche geistige Merkmale wie Menschen haben. Ebenso gibt es keine guten Gründe dagegen, dass es sich hierbei auch um außerirdische oder körperlose, außerweltliche Wesen wie Gott handeln kann.

2. Bei Vorliegen einer entsprechenden Indizienlage ist es generell rational, auf Wesen mit geistigen Eigenschaften zu schließen (die dabei qualitativ ähnliche Merkmale wie wir besitzen wie insbesondere Intentionalität). Dies machen wir im Alltag unzählige Male intuitiv. Auf was wenden wir geistige Begriffe an, sprich: Wem oder was sprechen wir geistige Eigenschaften zu? Zunächst wenden wir sie jeweils auf uns selbst an, denn *unmittelbar* erfahre ich nur jeweils mich selbst als Wesen mit Bewusstsein und einem geistigen Leben. Aber in zweiter Instanz wenden wir den Begriff des Geistigen – wie wir ihn qualitativ analog auch auf uns selbst anwenden – genauso auf andere Wesen als „Ich“ an. Das sind zunächst andere Menschen, aber auch andere irdische Lebensformen wie Tiere (denen wir zumindest einige geistige Merkmale wie Schmerzempfindungen zubilligen). Die geistige Seite eines Wesens können wir nicht sehen. Was ist dann die rationale Grundlage dafür, anderen Wesen als mir selbst geistige Eigenschaften zuzuschreiben? Es ist das Vorliegen von Strukturen in der Welt, die am besten so erklärt werden können, dass hier ein geistiges Wesen Spuren hinterlässt. Dies sind in der Regel zweckmäßige Strukturen. Zweckmäßige Strukturen können sich in Verhaltensabläufen widerspiegeln, die am besten durch das Verfolgen von Absichten zu beschreiben sind, oder in konkreten Produkten mit zweckmäßigen Strukturen. Ein Spezialfall davon sind sprachlich-semantic Strukturen, ein anderer (komplexere) technische Gegenstände. Das Erkennen, dass wir es mit geistigen Wesen zu tun haben, geschieht meist intuitiv, nicht zuletzt wohl deshalb, weil der Mensch ein kommunikatives Wesen ist.

Diese Überlegung zeigt, dass es schlechterdings keinen Grund dafür gibt, dass geistige Merkmale – und dabei notwendigerweise qualitativ hinreichend ähnliche geistige Merkmale – nicht auch außerirdischen oder gar außerweltlichen Wesen wie Gott zugesprochen werden können. Wer hier skeptisch ist, sollte auch zurückhaltend sein, wo er dazu neigt, anderen Wesen außer sich selbst, z. B. anderen Menschen, geistige Eigenschaften zuzusprechen.

¹³ Die Testbarkeit einer These entspricht der Testbarkeit der (genauen) Gegenthese. Wäre der Design-Ansatz (als genaue Gegenthese einer naturalistischen Evolutionslehre) nicht testbar, gälte dies ganz genauso für den Ansatz einer natürlich verlaufenden Evolution.

3. Der Einwand ist schlechterdings im Konflikt damit, wie unsere Begriffe funktionieren. Es wäre ungefähr so, als wenn man sagen würde, der Begriff „Automobil“ sei anthropozentrisch und ein Automobil könne auch etwas ganz anderes sein, z. B. ein Haus oder ein Baum. Ein solcher Ansatz führte unseren Sprachgebrauch *ad absurdum*. Tatsächlich beziehen sich Begriffe auf bestimmte, klar umrissene Merkmalsmuster bzw. Dinge mit solchen Merkmalsmustern. Wir meinen mit dem Begriff „Geist“ etwas, für das unsere Selbsterfahrung als geistige Wesen paradigmatisch ist, und nichts anderes.

Da das Konzept des Geistigen also nicht nur auf „mich selbst“ oder nur auf Menschen anwendbar ist, spricht eine insbesondere hochkomplexe Zweck-Mittel-Struktur *allgemein* für geistige Verursachung.

Einwand 4: Neben definierten Design-Indizien sind weitere, von diesen Indizien unabhängige Indizien für einen Schöpfer, seine Identität und seine speziellen Absichten erforderlich. Da solche Indizien nicht vorliegen, ist ein Schluss auf einen Schöpfer nicht möglich.

SOBER (2008) und andere Autoren (z. B. HIMMA 2005) sind der Auffassung, das Vorliegen einschlägiger Indizien alleine reiche nicht aus, um die Frage „Design oder nicht“ zu beantworten. Der Schluss auf Design sei erst möglich, wenn es noch weitere, von den vorliegenden Design-Indizien unabhängige Indizien auf einen Schöpfer gebe. Im deutschsprachigen Raum hat HEILIG (2011) sich diesen Einwand zu Eigen gemacht und meint, auch die *Rahmenbedingungen* für die Existenz eines Designers müssten plausibel sein; das Vorliegen von Design-Indizien genüge nicht.

Um diesen Einwand überhaupt in Ansätzen verständlich zu machen, muss man zunächst etwas ausholen.

SOBER (2008), der hierfür beispielhaft ist, kritisiert am Design-Ansatz, dass die vorliegenden Daten verwendet werden, um im Nachhinein eine passende Hypothese über die Fähigkeiten und Absichten des Designers zu formulieren; entscheidend dabei ist, dass für SOBER dadurch die Design-Hypothese ihre erklärende Funktion einbüßt. Dazu bringt er als Beispiel: Wenn man annimmt, dass es einen allmächtigen übernatürlichen Schöpfer gibt, für den die Erschaffung eines Bakterienmotors eine hohe Priorität hat, dann sei natürlich die Wahrscheinlichkeit, dass Bakterienmotoren erschaffen seien, gleich 1. Damit aber sei die Hypothese den Beobachtungsdaten angepasst worden: Man beobachtet Bakterienmotoren und unterstellt daher die Existenz eines Schöpfers, der

genau solche Motoren erschaffen wolle und erschaffen könne. Das könne man – so SOBER – aber auch mit der Zufallshypothese machen, indem man einfach dem Zufall beliebige schöpferische Qualitäten zuspreche. (SOBER [2007, 5] meint mit „Zufall“ einen nicht-geistigen Zufallsprozess.) Dann aber könnte über die Qualität der konkurrierenden Hypothesen (Designer, Zufall) nicht anhand der Beobachtungen entschieden werden, weil in beiden Fällen der beobachtete Gegenstand (hier: Bakterienmotor) gleichermaßen erwartet werden könne.

Es genüge nach SOBER daher nicht die Feststellung, dass die Tätigkeit eines Designers die Entstehung eines Naturgegenstandes erklären könne. Vielmehr müsse es *darüber hinaus* von den Indizien unabhängige Gründe für die Existenz sowie die Absichten und Fähigkeiten eines Designers geben: „...an independent reason for believing assumptions about goals and abilities“ (SOBER 2008, 144; vgl. BOUDRY & LEURIDAN 2011, 561; FITZHUGH 2010, 72).¹⁴ Er spricht hierbei auch von „Hilfshypothesen“.¹⁵ Hier scheitere das Design-

¹⁴ Zur Entstehung des Auges schreibt SOBER (2008, 146): „What is needed is evidence about what God would have wanted the human eye to be like, where the evidence does not require a prior commitment to the assumption that there is a God and also does not depend on looking at the eye to determine its features.“ Ähnlich argumentiert DAWES (2007, 79): „He does not have to show that there probably exists a designer; merely that the existence of a designer is the best available explanation of specified complexity.“ Und weiter (S. 78): „Could this ‘explanation be corroborated? It could be, in principle, if it were independently testable, if we could use it to predict facts other than the fact to be explained. But precisely because the advocates of ID leave the identity of their designer unspecified, this seems to be impossible.“

¹⁵ Er knüpft damit an DUHEMS These an: „As the philosopher Pierre DUHEM (1954) emphasized, physical theories, on their own, do not make testable predictions. One needs to add ‘auxiliary propositions’ to the theories one wishes to test“ (SOBER 2007, 5). Daraus aber die Forderung abzuleiten, der Design-Ansatz benötige weitere Hilfshypothesen, ist irreführend und beruht auf einer kapitalen Verwechslung: Es ist trivial, dass physikalische Theorien *für sich alleine* keine testbaren Voraussagen machen: Natürlich müssen solche Theorien an realen Fällen getestet werden (SOBERS Beispiel aus der Optik ist genau hierfür einschlägig): Ähnliches gilt auch für die Design-These: Zwar ist ihre philosophische Begründung nicht rein empirisch (das ist ein Unterschied zu rein naturwissenschaftlichen Thesen). Dennoch kann sie auch empirisch an realen Fällen getestet werden, anders als SOBER dies darstellt (s. o.). Ein Beispiel ist die These, dass Leben (höchst komplex organisierte Systeme) nicht aus Nichtlebendigem entsteht, wo nur natürliche Faktoren vorhanden sind. Hier muss eine plausible nichtbiotische Anfangsbedingung (oder eine Menge solcher Bedingungen) gewählt und ein weiterer Ver-

Argument, weil es solche (von den Beobachtungsdaten unabhängige) Hilfhypothesen nicht enthalte, und daher sei es wertlos, unabhängig davon, ob andere Erklärungen vorliegen und wie gut (oder unzureichend) diese ggf. sind.¹⁶

SOBERS Behauptung beruht jedoch auf einer erstaunlichen Annahme: Allgemein formuliert ist es die stillschweigende Prämisse, dass eine völlig unsystematische und unspezifische Berufung auf „Zufall“ (mindestens) dieselbe Erklärungskraft habe, wie die Angabe einer konkreten systematischen Erklärung. Im konkreten Fall ist es die Prämisse, dass der Zufall grundsätzlich gleichartige Produkte wie ein intelligenter Schöpfer hervorbringen kann. SOBER stellt dies so dar:

Hypothese 1: Eine intelligente Ursache verursachte das Wirbeltierauge

Hypothese 2: Zufall verursachte das Wirbeltierauge.

Er sagt dazu: „*Since both entail that vertebrates have eyes, the observation that this is true does not help.*“ Das heißt: Da nach beiden Hypothesen Wirbeltieraugen entstünden, könne die Design-Hypothese nicht durch einen Vergleich mit der Zufalls-Hypothese getestet werden. Dazu ein analoges Beispiel:

Hypothese 1: Ein Computer ist durch intelligente Planung entstanden.

Hypothese 2: Ein Computer ist durch Zufall entstanden.

Entsprechend müsste SOBER folgern: „Da nach beiden Hypothesen ein Computer entstehen kann, kann auf der bloßen Basis seiner Merkmale nicht entschieden werden, welche Hypothese plausibler ist.“ SOBER müsste jetzt konsequenterweise zusätzliche, spezielle Merkmale fordern, die mit einer Design-These verbunden sind. Wir bräuchten dann zusätzliches und unabhängiges Wissen über potentielle Computerhersteller und ihre (ggf. noch spezielleren) Absichten und Fähigkeiten („goals and abilities“, s. o.) – über die hochkomplexe, funktionale Struktur ihrer Produkte hinaus. Nur mit diesem Wissen (wenn überhaupt!) könnte beurteilt werden, ob die Computer durch Zufall oder durch intelligente Planung entstanden sind.

Dieser Ansatz hat absurde Implikationen: SOBERS Prinzip bringt unter anderem mit sich, dass man *einfach behaupten* könnte, dass Computer (oder beliebige andere technische Gegenstände) durch Zufall entstehen könnten. Zudem: Woher wüssten wir von solchen speziellen Absichten und Fähigkeiten des Herstellers? Nur über irgendwelche andere in Raum und Zeit manifestierten Indizien.¹⁷ Aber egal welche Indizien vor-

liegen: Wendet man SOBERS Ansatz konsequent an, müsste man auch hier annehmen, dass sie durch Zufall zustande gekommen sein können, zumindest wenn nicht wieder *weitere* Indizien über die potenziellen Hersteller vorgebracht werden könnten. Und lägen diese vor, so könnten wieder weitere Indizien gefordert werden, und dies *ad infinitum*.

Es gibt hier zwei Hauptpunkte:

1. Egal, welche Indizien für einen letztlich beliebigen Sachverhalt vorliegen: Es müssten nach SOBERS Ansatz immer noch weitere Indizien gefordert werden.

2. Wer behauptet, dass eine völlig unkonkrete Berufung auf „Zufall“ dieselbe Erklärungskraft hat wie die Angabe einer konkreten systematischen Erklärung, der leugnet effektiv die Testbarkeit *jeder* systematisch erklärenden These.

Im Gegensatz zu SOBERS Ansatz sind jedoch die komplexen konstruktiv-funktionalen Merkmale als solche, die ein Computers oder jeder andere hochorganisierte Gegenstand aufweist, für die Bevorzugung der Design-Hypothese völlig hinreichend: Es gibt sehr gute Gründe, dass ein hochkomplex organisierter Gegenstand ein starkes Design-Indiz darstellt (vgl. Abschnitt 2); und entsprechend gibt es keine guten Gründe, warum man für den Schluss auf geistige Urheberschaft an sich *zusätzliches* Wissen über Motive und Fähigkeiten z. B. eines Computerherstellers bräuchte.

Es wird hier sehr deutlich, dass SOBER am Kerngedanken des Design-Arguments vorbei argumentiert (Abschnitt 2). Er setzt stillschweigend voraus, dass es zwischen Zufallsresultaten bzw. einem nicht-geistigen Prozess und typischen Resultaten einer intelligent durchgeführten Absicht

lauf sichergestellt werden, der intelligentes Eingreifen (oder biologische Kontamination) ausschließt. Dagegen hat SOBERS Intention, der Design-These das Formulieren einer „Hilfhypothese“ im Sinne weiterer, detaillierterer Voraussagen aufzuerlegen, mit DUHEMS These wenig zu tun. SOBER verwechselt dabei eine mögliche weitere *Spezifizierung* einer Hypothese (die er vom Design-Ansatz unbegründet verlangt) mit der *Anwendung* einer Hypothese auf reale Fälle.

¹⁶ BOUDRY & LEURIDAN (2011, 561) schildern SOBERS Argument so: „In relation to the design argument, this means that we cannot simply attribute intentions and motives to the designer if we do not have any independent justification for doing so.“ Wenn es dazu aber keine unabhängig begründbaren Hilfhypothesen gebe, hätten wir es mit einem Designer ohne Attribute zu tun. Damit sei das Design-Argument nicht prüfbar und daher unbrauchbar.

¹⁷ BOUDRY & LEURIDAN (2011) sagen z. B., der Design-Ansatz wäre für sie z. B. überzeugend, wenn hebräische Buchstaben oder gar Bibeltexte auf den Rücken von Käfern eingraviert werden.

(und ihren jeweiligen Resultaten) keine prinzipiellen Unterschiede gebe – wie gezeigt eine empirisch falsche und auch philosophisch unhaltbare Annahme. SOBERS Ansatz setzt sich dem Verdacht aus, eine Immunisierungsstrategie gegenüber dem Design-Ansatz darzustellen.

Ähnlich gelagert ist der Einwand von HIMMA (2005). Er schreibt: Der Schluss auf die Existenz eines *nichtmenschlichen* Designers sei grundsätzlich nur dann legitim, wenn wir bereits *weitere, unabhängige Indizien* für die Existenz eines solchen Designers haben. HIMMA meint entsprechend, die Tatsache, dass Menschen hochorganisierte Artefakte herstellen, lasse immer nur den Schluss zu, dass eben *Menschen* dies leisten können, nie aber, dass andersartige intelligente Wesen hochorganisierte Artefakte gemacht haben (S. 11 und 12; vgl. DAWES 2007, 77). Der Design-Schluss führe höchstens zur These: „*Therefore, every instance of specified complexity is explained by the acts of some human being who brought it about.*“

HIMMA setzt stillschweigend die völlig unhaltbare Prämisse voraus, dass keine anderen Wesen als Menschen (oder sogar streng genommen als ich selbst) entsprechende geistige Fähigkeiten haben könnten. Dabei übergeht er wie SOBER den zentralen Punkt: Es gibt, wie in Abschnitt 2 erwähnt, *grundlegende* Merkmale an organisierten Objekten, die *prinzipiell* auf geistige Verursachung schließen lassen. Es ist deswegen völlig legitim, unser Konzept von Zweck-Mittel-Relationen auch auf Gegenstände anzuwenden, die möglicherweise von anderen geistigen Wesen hervorgebracht wurden, seien diese Wesen außerweltlicher oder außerirdischer Art oder – wie wir gesehen haben – einfach nur andere geistige Wesen als ich selbst. Will man das wie HIMMA leugnen, entsteht u. a. folgende absurde Situation (ein Beispiel, das HIMMA in ähnlicher Weise verwendet):

Stellen wir uns vor, dass ein (menschlich hervorgebrachtes) Fahrzeug (z. B. auf dem Mars) von geistbegabten Außerirdischen entdeckt wird, die völlig andersartige Geräte benutzen und von Menschen nichts wissen. Hätte HIMMA Recht, dürften andersartige geistige Wesen praktisch gar nicht auf die Idee kommen, dass dieses Objekt eine intelligente, geistige Ursache hat. Es müsste folglich für sie letztlich selbstverständlich sein, dass es natürlich entstanden ist.¹⁸ (Und wir müssten umgekehrt glauben, dass Raumschiffe von Außerirdischen, die ggf. unserer Technik weit überlegen sind, durch nicht-geistige Prozesse zustande gekommen sein könnten.) HIMMA macht sogar eine ähnliche Überlegung (S. 20) und meint für diesen Fall: „*I have absolutely no idea whether that inference [auf einen Designer] would be justified.*“ Das Problem ist: *Wir* wissen, dass sich die

Außerirdischen gewaltig irrten, schlössen sie nicht auf Design, sondern würden nicht-geistige Naturprozesse als Ursachen dieses Gegenstands heranziehen.

Verallgemeinert läuft auch HIMMAS Ansatz (wir können auf einen Designer aus Indizienlage *I* nur schließen, wenn uns die Existenz des Designers unabhängig von *I* schon bekannt ist) darauf hinaus, Schlüsse nur auf das schon bereits Bekannte zuzulassen nach dem Grundsatz:¹⁹ Wir können (auf Grundlage vorliegender Indizien) nur auf einen Sachverhalt schließen, wenn wir berechtigt sind, der Existenz dieses Sachverhalts unabhängig davon eine hinreichend hohe Wahrscheinlichkeit (oder gar Gewissheit) zuschreiben zu können. Aber wie kommen wir darauf, der Existenz des Sachverhalts eine Wahrscheinlichkeit zuschreiben zu können? Wir brauchen wieder Indizien und so weiter. Diese Forderung ergibt wie bereits erwähnt einen endlosen Regress. Der von HIMMA (und ähnlich SOBER) eingeführte Grundsatz würde jede Wissenschaft und Erkenntnis zunichtemachen, da geleugnet wird, dass eine begrenzte Menge von Indizien überhaupt eine Basis sein kann, zwischen verschiedenen (hier: direkt gegensätzlichen) Hypothesen zu entscheiden.

SOBER (2008, 145) begründet seine (wie gezeigt unhaltbare) Forderung nach unabhängig testbaren Hilfhypothesen über den Designer mit einem Vergleich, der letztlich gegen seine Absicht gerade den Design-Ansatz motiviert: Ein Richter solle entscheiden, wer von zwei Angeklagten in einem Mordfall schuldig sei: Jones oder Smith. SOBER sagt, man könne sich nicht für einen Täter entscheiden, wenn die Tatortindizien zu Jones genauso gut passen wie zu Smith. Das ist zwar

¹⁸ Hier könnte ein Naturalist einwenden, die Außerirdischen hätten vielleicht eine ganz andere Art von Geist als wir, so dass sie die geistige Urheberschaft dieses Objekts gar nicht erkennen würden. Hier gilt aber das, was zu Einwand 3 bereits ausgeführt wurde. Hinreichend intelligente Wesen könnten demnach (durch eine Art intergalaktisches Retro-Engineering und wenigstens in den meisten Fällen) erkennen, dass dieser Gegenstand *Funktionen* hat und die Teile genau so beschaffen sind, dass sie diesen Funktionen dienen. Abgesehen davon: Nähme man an, die Außerirdischen erkannten das Auto nicht als ein Produkt intelligenter Wesen, würde das einem Kritiker des Design-Ansatzes nicht weiterhelfen, im Gegenteil: Er bräuchte umgekehrt Beispiele, wo nachweislich zufällig entstandene Gegenstände fälschlicherweise als hochorganisierte, intelligent verursachte Gegenstände identifiziert würden.

¹⁹ Daher stellt HIMMA mehrfach beim Schluss auf X fest: „*We already know that he exists...*“, „*that the right kind of agent exists ...*“ u. a. (z. B. S. 25). Entsprechend meint er: „*All of the standard uses of design inferences occur in contexts where we already know the right sort of agent exists*“ (S. 25).

richtig, aber entscheidend ist, dass wir in solchen Fällen – *ohne weitere Indizien für die Identität des Täters zu haben* – mit sehr guten Gründen sagen können, dass überhaupt ein Mord vorliegt (und kein Unfall), weil es typische Hinweise auf eine Handlung eines intelligenten Wesens gibt. Man kann also ohne weitere Information über den Täter und seine Motive vielleicht nicht zwischen mehreren möglichen Verdächtigen entscheiden. Jedoch kann man eben sehr häufig entscheiden, ob die Hypothese „Mord“ (entspricht geistiger Verursachung) oder aber die Hypothese „Unfall“ (entspricht weitgehend natürlichen Ursachen bzw. Zufall) zutrifft. Hilfhypothesen über den Verursacher sind für die Entscheidung Mord oder Unfalls dabei offenkundig nicht erforderlich.

Entsprechend gilt: Um auf einen Designer zu schließen, ist also keine Kenntnis *weiterer* Motivationen oder spezieller Eigenschaften des Urhebers nötig.²⁰

Zur Veranschaulichung greifen wir nochmals das Beispiel mit dem Felskopf und den Figuren der Osterinsel auf (Abb. 1): Es spielt keine Rolle, wer aus welcher Motivation diese Köpfe aus dem Gestein herausgemeißelt hat. Es würde auch vermutlich niemand auf die Idee kommen, man müsste noch weitere unabhängige Indizien dafür haben, dass Menschen (oder Außerirdische?) sich im betreffenden Gebiet einmal aufgehalten haben, um den Schluss auf geistige Verursachung ziehen zu können. Die Indizien der Steinköpfe sind auch ohne weitere Zusatzinformationen klar genug.

Gegen die Einwände SOBERS und HIMMAS kann also festgehalten werden: Vorhandene Indizien auf intelligente Planung wie hochkomplex-funktionale Strukturen motivieren rational den Schluss auf dieselbe. Es sind keine weiteren Indizien *für diesen Schluss* nötig. Weitere Argumente bzw. Indizien können lediglich erforderlich sein, wenn die genaue Identität oder spezielle Eigenschaften des Schöpfers ermittelt werden sollen. Die Kraft des Schlusses auf geistige Urheberschaft als solche kann nur durch konkrete Belege für die Möglichkeit einer rein nicht-geistigen oder natürlichen („zufälligen“) Entstehung geschwächt werden.

²⁰ Dies entspricht auch (bei noch wesentlich einfacheren Fällen) der alltäglichen Tatsache, dass wir erkennen können, ob etwas Absicht war oder lediglich das Resultat nicht-geistiger Naturprozesse, *selbst wenn wir die Absicht nicht im Detail erfassen können und der Verursacher unbekannt ist*. Aus diesem Grund stellen wir uns manchmal auch im Alltag Fragen wie: „Warum tut jemand so etwas?“, „Was hat den Täter wohl dazu bewegt?“, „Was hat sich jemand dabei gedacht?“, „Wer ist das gewesen?“ usw.

Literatur

- ARTHUR W (2004) *Biased Embryos and Evolution*. Cambridge.
- BOUDRY M & LEURIDAN B (2011) Where the design argument goes wrong: Auxiliary assumptions and unification. *Phil. Sci.* 78, 558-578.
- CABEJ NR (2013) *Building the most complex structures on earth. An epigenetic narrative of development and evolution of animals*. Amsterdam: Elsevier.
- CARROLL SB (2005) *The Making of the Fittest. DNA and the Ultimate Forensic Record of Evolution*. New York: WW Norton.
- CLEVES PA, ELLIS NA, JIMENEZ MT, NUNEZ SM, SCHLUTER D, KINGSLEY DM & MILLER CT (2014) Evolved tooth gain in sticklebacks is associated with a cis-regulatory allele of *Bmp6*. *PNAS* 111, 13912-13917
- COYNE JA (2009) *Why evolution is true*. New York.
- DAWES DW (2007) What is wrong with Intelligent Design? *Int. J. Phil. Rel.* 61, 69-81.
- DAWKINS R (2009) *The greatest show on earth: The evidence for evolution*. London.
- DILLEY S (2013) Nothing in biology makes sense except in light of theology? *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 44, 774-786.
- FITZHUGH K (2010) Evidence for evolution versus evidence for Intelligent Design: Parallel confusions. *Evol. Biol.* 37, 68-92.
- FODER J & PIATTELLI-PALMARINI M (2010) *What Darwin got wrong*. New York.
- HIMMA KE (2005) The application-conditions for design inferences: Why the design arguments need the help of other arguments for God's existence. *Int. J. Phil. Rel.* 57, 1-33.
- HEILIG C (2011) Anonymes oder Spezifisches Design? Vergleich zweier methodischer Ansätze für Forschung im Rahmen der teleologischen Perspektive. In: HEILIG C & KANY J (Hg, 2011) *Die Ursprungsfrage. Beiträge zum Status teleologischer Antwortversuche in der Naturwissenschaft*. Münster, S. 73-125.
- JUNKER R (2002) *Ähnlichkeiten – Rudimente – Atavismen*. Holzgerlingen.
- JUNKER R & SCHERER S (2013, Hg.) *Evolution – ein kritisches Lehrbuch*. Gießen, 7. Auflage.
- JUNKER R & WIDENMEYER M (2011) *Zwei Kritiken am Design-Argument*. www.wort-und-wissen.de/artikel/a10/a10.pdf
- KIRSCHNER MW & GERHART JC (2005) *The plausibility of life. Resolving Darwin's Dilemma*. Yale University Press New Haven and London.
- LABIN AM, SAFURI SK, RIBAK EN & PERLMAN I (2014) Müller cells separate between wavelengths to improve day vision with minimal effect upon night vision. *Nat. Comm.* 5: 4319, doi:10.1038/ncomms5319.
- LALAND K et al. (2014) Does evolutionary theory need a rethink? Yes, urgently. *Nature* 514, 161-164.
- LEDON-RETTIG CC, PFENNIG DW & NASCONE-YODER H (2008) Ancestral variation and the potential for genetic accommodation in larval amphibians: implications for the evolution of novel feeding strategies. *Evol. Dev.* 10, 316-325.
- LEDON-RETTIG CC, PFENNIG DW & NASCONE-YODER H (2008) Ancestral variation and the potential for genetic accommodation in larval amphibians: implications for the evolution of novel feeding strategies. *Evol. Dev.* 10, 316-325.

- MOCZEK AP (2008) On the origins of novelty in development and evolution. *BioEssays* 30, 432-447.
- MONTEIRO A & PODLAHA O (2009) Wings, horns, and butterfly eyespots: How do complex traits evolve? *PLoS Biology* 7:2, 0209-0216; doi: 10.1371/journal.pbio.1000037.
- MÜLLER GB (2003) Homology: The Evolution of Morphological Organization. In: MÜLLER GB & NEWMAN SA (eds) *Origination of Organismal Form. Beyond the Gene in Developmental and Evolutionary Biology*. MIT-Press, S. 51-69.
- RUDEL D & SOMMER RJ (2003) The evolution of developmental mechanisms. *Dev. Biol.* 264, 15-37.
- SAENKO SV, MARALVA MSP & BELDADE P (2011) Involvement of the conserved Hox gene *Antennapedia* in the development and evolution of a novel trait. *EvoDevo* 2011, 2:9; doi: 10.1186/2041-9139-2-9.
- SHCHERBAK V & MAKUKOV MA (2013) The „Wow! signal“ of the terrestrial genetic code. *Icarus* 224, 228-242.
- SOBER E (2007) What is wrong with Intelligent Design? *Quart. Rev. Biol.* 82, 3-8.
- SOBER E (2008) *Evidence and Evolution: The Logic Behind the Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SOMMER RJ & RIEBESELL M (2009) Die Entstehung der biologischen Formenvielfalt und das Verhältnis zwischen Entwicklungsbiologie und Evolutionsforschung. In: ENGELS E-M (Hg) *Charles Darwin und seine Wirkung*. Frankfurt, S. 276-302.
- TAUTZ D (1992) Redundancies, development and the flow of information. *BioEssays* 14, 263-266.
- ULLRICH H (2013a) „Die Narben der Evolution.“ *Stud. Integr. J.* 20, 68-75.
- ULLRICH H (2013b) Der Wurmfortsatz. Vom Nichtsnutz zum Mysterium. *Stud. Integr. J.* 20, 111-115.
- ULLRICH H (2014) „Fehlkonstruktion Auge“: Am Ende nur ein Scherz? *Stud. Integr. J.* 21, 114-115.
- VAN DAM J (2015) Enthält der genetische Code Hinweise auf Design? *Stud. Int. J.* 22, 79-84.
- WAGNER GP (2014) *Homology, genes, and evolutionary innovation*. Princeton University Press.
- WIDENMEYER M (2014) *Welt ohne Gott? Eine kritische Analyse des Naturalismus*. Holzgerlingen.
- WEIKARD R (2004) *From Darwin to Hitler*. New York.