

Unverkäufliche Leseprobe

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Text und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.



Als Siddhartha Mukherjee seinen Bestseller »Der König aller Krankheiten« beendet hatte, macht er sich auf eine Reise in die indische Heimat. Er besucht Cousin Moni, der an Schizophrenie leidet – wie auffällig viele seiner Verwandten. Fasziniert beginnt Mukherjee, sich mit der Geschichte der Gene zu beschäftigen: Von den Erbsenkreuzungen Mendels bis zur neuesten Genbearbeitungsmethode CRISPR schreibt Mukherjee den spannenden Roman einer wissenschaftlichen Suche und verwebt ihn mit der Geschichte seiner Familie. Das große Buch eines begnadeten Erzählers und Arztes, das gewaltige Panorama einer machtvollen Entdeckung, die man nun endlich versteht. Packend und einzigartig.

Siddhartha Mukherjee, der 2011 den Pulitzer Preis gewann, ist Mediziner und Autor. Sein Buch »Der König aller Krankheiten: Krebs – eine Biographie« war ein weltweiter Erfolg. In seinem Labor arbeitet er in erster Linie in der Krebs- und Stammzellenforschung. Er lebt mit seiner Frau und zwei Töchtern in New York.

Weitere Informationen finden Sie auf www.fischerverlage.de

Siddhartha Mukherjee

DAS GEN

Eine sehr persönliche Geschichte

Aus dem Englischen
von Ulrike Bischoff

FISCHER Taschenbuch



Erschienen bei FISCHER Taschenbuch

Frankfurt am Main, März 2019

© 2017 S. Fischer Verlag GmbH, Hedderichstr. 114,

D-60596 Frankfurt am Main

Satz: Dörlemann Satz, Lemförde

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

Printed in Germany

ISBN 978-3-596-03235-8

INHALT

PROLOG	Familien	13
TEIL 1	Die »fehlende Vererbungslehre« Die Entdeckung und Wiederentdeckung der Gene (1865–1935)	31
TEIL 2	»In der Summe der Teile gibt es nur die Teile« Die Entschlüsselung der Vererbungsmechanismen (1930–1970)	125
TEIL 3	»Die Träume der Genetiker« Gensequenzierung und Klonieren (1970–2001)	273
TEIL 4	»Der Mensch ist erstes Ziel der Wissenschaft« Humangenetik (1970–2005)	341
TEIL 5	Hinter den Spiegeln Die Genetik der Identität und »Normalität« (2001–2015)	437
TEIL 6	Post-Genom Die Genetik des Schicksals und der Zukunft (2015– ...)	553
EPILOG	<i>Bheda, Abheda</i>	643
	Danksagung	657
	Glossar	660
	Chronologie	664
	Anmerkungen	666
	Bibliographie	717
	Register	747

Der Klostergarten

Nun kennen sich gerade die Erforscher der Vererbung bestens auf ihrem Gebiet aus, abgesehen davon, daß sie nicht wissen, was ihr Gebiet ist. Sie kamen, so vermute ich, in jenem Unterholz zur Welt und haben dort ihr ganzes Leben zugebracht und es gründlich durchstöbert, ohne an sein Ende zu gelangen. Das heißt, sie haben alles erforscht bis auf die Frage, was sie da eigentlich erforschen.

Gilbert K. Chesterton,
*Eugenik und andere Übel*³

Frage ... die Sträucher der Erde, die werden dich's lehren ...

Hiob 12,8

Ursprünglich hatte das Kloster Nonnen beherbergt, und die Augustinermönche hatten – wie sie oft beklagten – in wesentlich üppigeren Verhältnissen und großzügigeren Räumlichkeiten in einer großen Abtei auf der Anhöhe im Herzen der mittelalterlichen Stadt Brünn (Brno) gelebt. Die Stadt war im Laufe von vier Jahrhunderten rund um das Kloster gewachsen und hatte sich an den Hängen und darüber hinaus im Flachland mit Bauernhöfen und Weiden ausgebreitet. Die Mönche

waren 1783 bei Kaiser Joseph II. in Ungnade gefallen: Er hatte rundheraus erklärt, die Immobilie mitten in der Stadt sei viel zu wertvoll für sie – und hatte ihnen ein baufälliges Gemäuer am Fuß des Hügels in Altbrünn zugewiesen. Die Ungeheuerlichkeit dieser Umsiedlung wurde noch durch den Umstand verschlimmert, dass die Mönche in ein ursprünglich für Frauen errichtetes Kloster ziehen mussten. In den Sälen hing der dumpfe Geruch feuchten Mörtels, und das Gelände war von Gras, Dornengestrüpp und Unkraut überwuchert. Der einzige Vorzug dieser Anlage aus dem 14. Jahrhundert – die kalt wie ein Schlachthaus und karg wie ein Gefängnis war – bestand in einem rechteckigen Garten mit schattenspendenden Bäumen, Steintreppen und einer langen Allee, wo die Mönche in stiller Abgeschlossenheit spazieren gehen und meditieren konnten.

Die Ordensbrüder machten das Beste aus ihrer neuen Unterkunft. Sie richteten im zweiten Stock wieder eine Bibliothek mit angrenzendem Studierzimmer ein und statteten sie mit Lesetischen, einigen Lampen und einer wachsenden Sammlung von annähernd zehntausend Büchern aus, darunter auch die neuesten Werke zu Naturgeschichte, Geologie und Astronomie (die Augustiner sahen glücklicherweise keinen Konflikt zwischen Religion und weiten Teilen der Naturwissenschaften; sie begrüßten diese vielmehr als weiteren Beleg für das Wirken der göttlichen Ordnung in der Welt).⁴ Zudem legten sie einen Weinkeller an und bauten darüber ein bescheidenes Refektorium mit Deckengewölbe. Im zweiten Stock schlieften die Mönche in einem Schlafsaal mit abgetrennten Zellen.

Im Oktober 1843 trat ein junger Mann aus einer schlesischen Bauernfamilie in das Kloster ein.⁵ Er war klein, kurzsichtig, hatte ein ernstes Gesicht und neigte zur Korpulenz. Am geistlichen Leben bekundete er kein sonderliches Interesse – war aber wissbegierig, handwerklich geschickt und ein begabter Gärtner. Das Kloster bot ihm ein Zuhause und einen Ort, an dem er lesen und lernen konnte. Am 6. August 1847 empfing er die Priesterweihe. Sein Taufname war Johann, aber die Mönche gaben ihm den Ordensnamen Gregor Johann Mendel.

Der junge Novize fand bald in die gleichmäßige Routine des Klos-

terlebens. Im Rahmen seiner Ausbildung studierte er 1845 an der Theologischen Lehranstalt Brünn Theologie, Geschichte und Naturwissenschaften. Die Unruhen von 1848 – die blutigen Revolutionen, die die gesellschaftliche, politische und religiöse Ordnung in Frankreich, Dänemark und Deutschland erschütterten – gingen weitgehend an ihm vorüber wie fernes Donnergrollen.⁶ Nichts in Mendels Anfangsjahren deutete auch nur im Entferntesten auf den revolutionären Naturwissenschaftler hin, zu dem er sich entwickeln sollte. Er war diszipliniert, fleißig und ehrerbietig – ein Mann, der sich an die Gepflogenheiten der Ordensleute anpasste. Das einzige Anzeichen von Auflehnung gegen Autoritäten bestand in seiner gelegentlichen Weigerung, in Studentenmütze zum Unterricht zu erscheinen. Auf Ermahnung seiner Oberen beugte er sich jedoch.

Im Sommer 1848 nahm Mendel seine seelsorgerische Arbeit in einer Brünner Pfarrei auf, die er nach allen Berichten äußert unbefriedigend erledigte. Mendel war von »einer unüberwindlichen Scheu«, wie sein Abt erklärte, brachte auf Tschechisch (der Sprache der meisten Pfarrkinder) kaum ein Wort heraus, war als Priester wenig inspirierend und zu empfindsam, um die Arbeit mit den Armen emotional zu verkraften.⁷ Noch im selben Jahr hatte Mendel einen perfekten Ausweg gefunden: Er bewarb sich als Lehrer für Mathematik, Naturwissenschaften und Griechisch am Gymnasium in Znaim (Znojmo) und erhielt die Stelle auf hilfreiches Drängen seiner Abtei – allerdings hatte die Sache einen Haken.⁸ Da die Schule wusste, dass er keine Lehrerausbildung genossen hatte, verlangte sie, dass Mendel die externe Lehramtsprüfung in Naturwissenschaften absolvieren solle.

Im Frühjahr 1850 legte Mendel voller Eifer die schriftliche Prüfung in Brünn ab – und reichte in Geologie eine ausgesprochen miserable Arbeit ein (als »trocken, unklar und verschwimmend« bezeichnete ein Prüfer Mendels Leistung in diesem Fach).⁹ Anfang August reiste er während einer Hitzewelle von Brünn nach Wien, um sich dort der mündlichen Prüfung zu stellen.¹⁰ Am 16. August erschien er vor seinen Prüfern in den Naturwissenschaften. Diesmal schnitt er noch schlechter ab – in Biologie. Als er die Säugetiere beschreiben und klassifizieren

sollte, kritzelte er eine unvollständige und absurde Taxonomie hin, in der er Gattungen ausließ, andere erfand, Kängurus mit Bibern und Schweine mit Elefanten in einen Topf warf. Einer der Prüfer monierte: »... von einer Kunstsprache macht er keinen Gebrauch, indem er alle Tiere bloß mit dem deutschen Familiennamen bezeichnet, ohne irgendeiner systematischen Nomenklatur sich zu bedienen.«¹¹ Mendel fiel durch.

Mit diesen Prüfungsergebnissen kehrte er nach Brünn zurück. Das Verdikt der Prüfer war eindeutig: Wenn Mendel die Lehrerlaubnis erhalten wollte, brauchte er eine weitergehende naturwissenschaftliche Ausbildung – ein umfangreicheres Studium, als sein Kloster es ihm in Bibliothek oder Garten vermitteln konnte. Unterstützt von Empfehlungs- und Bittbriefen seiner Abtei bewarb Mendel sich um einen Studienplatz an der Universität Wien und wurde angenommen.

Im Winter 1851 stieg Mendel in den Zug, um sich an der Universität einzuschreiben. Damit begannen seine Probleme mit der Biologie – und die der Biologie mit ihm.

• • •

Der Nachtzug von Brünn nach Wien fuhr durch eine atemberaubend kahle Winterlandschaft – gefrorene Äcker und Weingärten, zu eisblauen Venen erstarrte Kanäle und vereinzelte Bauernhäuser in der mitteleuropäischen Finsternis. Die halb von Eis bedeckte Thaya zog sich träge durch das Land, und allmählich kamen die Donauinseln in Sicht. Zu Mendels Zeit dauerte die knapp 150 Kilometer weite Fahrt etwa vier Stunden. Aber am Morgen seiner Ankunft war es, als sei er in einem neuen Kosmos aufgewacht.

Die Naturwissenschaften waren damals in Wien von knisternder Spannung und Leben erfüllt. An der Universität, nur wenige Kilometer von seiner Unterkunft in der Invalidenstraße entfernt, erfuhr Mendel die geistige Taufe, die er in Brünn so eifrig angestrebt hatte. Physik lehrte der Respekt einflößende Österreicher Christian Doppler, der Mendels Mentor, Professor und Idol wurde. Der hagere, scharfzüngige Physiker hatte als Neununddreißigjähriger 1842 aufgrund

mathematischer Überlegungen erklärt, die Tonhöhe (oder Lichtfarbe) sei nicht konstant, sondern hänge von Standort und Geschwindigkeit des Beobachters und der Signalquelle ab.¹² Ein Geräusch von einer Quelle, die sich schnell auf den Hörer zubewege, werde komprimiert und als höherer Ton wahrgenommen, während das Geräusch einer sich schnell entfernenden Quelle sich tiefer anhöre. Skeptiker hatten eingewandt: Wie könne dasselbe Licht derselben Lampe von unterschiedlichen Betrachtern in unterschiedlichen Farben wahrgenommen werden? Aber Doppler platzierte 1845 einige Trompeter auf einem Eisenbahnzug und ließ sie während der Fahrt einen bestimmten Ton spielen.¹³ Ungläubig lauschte das auf dem Bahnsteig versammelte Publikum, als es von dem schnell herannahenden Zug einen höheren Ton und von dem sich entfernenden Fahrzeug einen tieferen Ton hörte.

Doppler behauptete, Schall und Licht verhielten sich nach universellen Naturgesetzen – auch wenn diese der Intuition gewöhnlicher Betrachter oder Hörer zutiefst zuwiderliefen. Wenn man genau hinschaue, seien all die chaotischen, komplexen Phänomene der Welt das Ergebnis höchst organisierter Naturgesetze, die wir nur gelegentlich durch Intuition oder Wahrnehmung erkennen könnten. Häufiger sei aber ein durch und durch künstliches Experiment – wie Trompeter auf einem vorbeifahrenden Zug – erforderlich, um diese Gesetzmäßigkeiten zu verstehen und zu demonstrieren.

Mendel fand Dopplers Experimente und Demonstrationen gleichermaßen faszinierend wie frustrierend. Sein Hauptfach, Biologie, erschien ihm als wilder, überwucherter Garten ohne jegliche systematische Organisationsprinzipien. Oberflächlich betrachtet, gab es Ordnung in Hülle und Fülle – vielmehr eine Fülle von Ordnungen. Die vorherrschende Disziplin der Biologie war die Taxonomie, ein ausgeklügelter Versuch, alle Lebewesen in verschiedene Kategorien einzuordnen: Reiche, Stämme, Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten. Dieses ursprünglich Mitte des 18. Jahrhunderts von dem schwedischen Botaniker Carl von Linné entwickelte System war rein deskriptiv, nicht mechanistisch.¹⁴ Es beschrieb, wie man die Lebewesen auf der Erde klassifizieren konnte, ohne ihrer Organisation

eine zugrundeliegende Logik zuzuschreiben. Ein Biologe mochte sich dagegen fragen, warum Lebewesen auf diese Art kategorisiert wurden. Was sorgte für ihre Konstanz: Was hielt Elefanten oder Kängurus davon ab, sich in Schweine oder Biber zu verwandeln? Welchen Mechanismen folgte die Vererbung? Warum oder wie brachte Gleiches Gleiches hervor?

• • •

Diese Frage hatte Naturwissenschaftler und Philosophen seit Jahrhunderten beschäftigt. Bereits der griechische Gelehrte Pythagoras – halb Wissenschaftler, halb Mystiker –, der um 530 v. Chr. in Kroton lebte, hatte eine der frühesten und weithin anerkannten Theorien aufgestellt, um die Ähnlichkeit zwischen Eltern und Kindern zu erklären. Im Kern behauptete er, der männliche Samen sei Hauptträger der Erbinformation (»Gleichheit«). Diese Information sammele der Samen, indem er durch den Körper eines Mannes fließe und dabei mystische Ausdünstungen aus jedem Körperteil aufnehme (die Augen trügen ihre Farbe bei, die Haut ihre Textur, die Knochen ihre Länge usw.). Im Laufe seines Lebens entwickle sich der Samen eines Mannes zu einer mobilen Bibliothek eines jeden Körperteils – zu einem kondensierten Destillat seiner selbst.

Diese – buchstäblich fruchtbare – Selbstinformation gebe der Mann beim Geschlechtsverkehr in den weiblichen Körper ab. Im Schoß der Mutter reife der von ihr genährte Samen zu einem Fötus heran. Bei der Fortpflanzung (wie bei jeder anderen Form der Produktion) herrschte nach Pythagoras' Ansicht eine klare Aufgabenteilung zwischen Mann und Frau. Der Vater trug die wesentliche Information zur Entstehung eines Fötus bei, der Mutterleib lieferte die Nahrung, damit diese Information an ein Kind weitergegeben werden konnte. Diese Theorie bezeichnete man später als Spermismus und betonte damit die zentrale Rolle des Spermiums für die Festlegung sämtlicher Merkmale eines Fötus.

Einige Jahrzehnte nach Pythagoras' Tod nutzte der Dichter Aischylos diese seltsame Logik für eine der ungewöhnlichsten Rechtfertigun-

gen von Muttermord. Das zentrale Thema seines Stückes *Die Eumeniden* ist der Prozess gegen Orest, den König von Argos, wegen Mord an seiner Mutter Klytaimnestra. In den meisten Kulturen galt Muttermord als Akt höchster moralischer Verderbtheit. In den *Eumeniden* führt Apollo, der Orest in dessen Mordprozess verteidigt, ein erstaunlich originelles Argument an: Er erklärt, die Mutter sei für Orest nicht mehr als eine Fremde. Eine Schwangere sei lediglich ein glorifizierter Brutapparat, ein Infusionsbeutel, aus dem Nährstoffe durch die Nabelschnur in das Kind tropfen. Der eigentliche Ahn aller Menschen sei der Vater, dessen Samen »Ähnlichkeit« übertrage. »Nicht ist die Mutter ihres Kindes Zeugerin,/Sie hegt und trägt den eingesäten Samen nur;/Es zeugt der Vater, aber sie bewahrt das Pfand,/Dem Freund die Freundin.«¹⁵

Die offenkundige Asymmetrie dieser Vererbungstheorie – wonach der Vater sämtliche »Erbanlagen« beiträgt und die Mutter in ihrem Schoß die anfängliche »Hege und Pflege« leistet – störte die Anhänger des Pythagoras offenbar nicht; vielleicht gefiel sie ihnen sogar. Pythagoräer waren geradezu besessen von der mystischen Geometrie des Dreiecks. Der Satz des Pythagoras – nach dem sich im rechtwinkligen Dreieck die Länge der Hypotenuse mathematisch aus der Länge der beiden anderen Seiten ableiten lässt – war bereits indischen und babylonischen Geometern bekannt, war aber später untrennbar mit Pythagoras verbunden (nach dem er benannt wurde).¹⁶ Seine Schüler sahen darin den Beweis, dass solche geheimen mathematischen Muster – »Harmonien« – überall in der Natur schlummerten. Eifrig bemüht, die Welt durch dreieckige Linsen zu sehen, behaupteten sie, auch bei der Vererbung sei die Dreiecksharmonie am Werk. Mutter und Vater bildeten zwei unabhängige Seiten und das Kind die dritte – die biologische Hypotenuse zu den Linien der Eltern. Und ebenso wie sich die dritte Seite des Dreiecks nach einer strengen mathematischen Formel arithmetisch aus den beiden anderen Seiten ableiten lasse, erwachse ein Kind aus den Einzelbeiträgen der Eltern: den Erbanlagen des Vaters und der Hege und Pflege der Mutter.

Ein Jahrhundert nach Pythagoras' Tod griff Platon 380 v. Chr. diese

Metapher auf.¹⁷ In einer der faszinierendsten Passagen seines Werkes *Der Staat* – die er teils bei Pythagoras entlehnte – argumentierte er, wenn Kinder die arithmetischen Ableitungen ihrer Eltern seien, ließe sich die Formel zumindest prinzipiell knacken: Aus perfekten Elternkombinationen, die sich zu perfekt abgestimmten Zeiten paarten, könnten vollkommene Kinder hervorgehen. Es gebe also einen »Vererbungssatz«, der lediglich auf seine Entdeckung warte. Wenn eine Gesellschaft diese Gesetzmäßigkeit aufdecke und die demnach ratsamen Kombinationen durchsetze, könne sie die Produktion der fähigsten Kinder gewährleisten – und eine Art numerologischer Eugenik in Gang setzen: »Und wenn eure Wächter diese nicht kennen und die Bräute den Jünglingen zur unrechten Zeit zugesellen, so wird das weder schöne noch glückliche Kinder geben«, schloss Platon.¹⁸ Sobald die Wächter seines Staates, dessen herrschende Elite, die »Gesetze der Geburt« erst einmal entschlüsselt hätten, würden sie sicherstellen, dass in Zukunft nur noch solche harmonischen »glücklichen« Verbindungen zustande kämen. Aus der genetischen Utopie würde sich eine politische Utopie entwickeln.

• • •

Es bedurfte eines so präzisen analytischen Denkers wie Aristoteles, um Pythagoras' Vererbungstheorie systematisch zu zerpfücken. Aristoteles war zwar kein sonderlich glühender Verehrer der Frauen, glaubte jedoch fest daran, Beweise als Grundlage der Theoriebildung zu nutzen. Also schickte er sich an, die Vorzüge und Probleme des »Spermismus« anhand experimenteller Daten aus der biologischen Welt zu überprüfen. Das Ergebnis, eine kompakte Abhandlung mit dem Titel *Von der Zeugung und Entwicklung der Tiere* wurde für die Humangenetik ebenso grundlegend wie Platons *Der Staat* für die politische Philosophie.¹⁹

Aristoteles verwarf die Idee, nur der männliche Samen, also das Sperma, trage die Erbanlagen. Scharfsinnig stellte er fest, dass Kinder Merkmale ihrer Mutter und Großmütter (wie auch ihres Vaters und ihrer Großväter) erben und diese Merkmale sogar Generationen über-

springen, also in einer Generation verschwinden, aber in der nächsten wieder auftauchen können. »Es werden auch von Krüppelhaften Krüppelhafte erzeugt, so von Hinkenden Hinkende, von Blinden Blinde und überhaupt in widernatürlichen Dingen ähnliche, oft auch mit angeborenen Zeichen, wie mit Malen und Narben behaftete. Sogar schon bis in's dritte Glied hat sich derartiges gezeigt; so hatte einer ein Mal am Arme, der Sohn besaß es nicht, der Enkel aber hatte es an derselben Stelle, wengleich undeutlich. ... Es zeigt sich dies auch nach mehreren Geschlechtern, wie bei einer, welche in Elis mit einem Mohren sich einließ; die Tochter wurde nämlich keine Mohrin, wohl aber deren Kind.«²⁰ Ein Enkel konnte mit der Nase oder Hautfarbe der Großmutter zur Welt kommen, obgleich keiner seiner Eltern dieses Merkmal besaß – ein Phänomen, das sich durch Pythagoras' Schema rein patrilinearer Vererbung praktisch nicht erklären ließ.

Zudem stellte Aristoteles Pythagoras' Vorstellung einer »Wanderbibliothek« in Frage, wonach der Samen auf dem Weg durch den Körper Erbinformationen sammle und von jedem Körperteil geheime »Anweisungen« erhalte. »Manches haben auch die Eltern noch nicht zu der Zeit, wo sie erzeugen, zum Beispiel die grauen Haare oder den Bart«, stellte Aristoteles scharfsichtig fest – dennoch geben sie diese Merkmale an ihre Kinder weiter.²¹ Zuweilen handelte es sich bei den vererbten Eigenheiten nicht einmal um körperliche Merkmale, sondern beispielsweise um eine bestimmte Art zu gehen, ins Leere zu starren oder sogar um eine Gemütsverfassung. Aristoteles argumentierte, solche – nicht materiellen – Züge könnten sich nicht im Samen materialisieren. Und schließlich brachte er gegen Pythagoras' Theorie noch ein Argument vor, das vielleicht das offenkundigste und selbstverständlichste war: sie könne die weibliche Anatomie nicht erklären. Wie solle das Spermium des Vaters die Anweisungen »absorbieren«, die Geschlechtsorgane seiner Tochter hervorzubringen, obwohl doch in seinem Körper keines dieser Teile vorhanden sei, fragte er. Pythagoras' Theorie konnte jeden Aspekt der Genese erklären bis auf den wichtigsten: die Genitalien.

Aristoteles bot eine alternative Erklärung an, die für seine Zeit er-

staunlich radikal war: Vielleicht trügen weibliche ebenso wie männliche Individuen tatsächlich Stoff zu einem Fötus bei – eine Art weiblichen Samens. Und vielleicht entstehe der Fötus durch gemeinsame Beiträge männlicher und weiblicher Teile. Auf der Suche nach Analogien bezeichnete Aristoteles den männlichen Beitrag als »Anstoß der Bewegung« und meinte dies nicht wörtlich, sondern eher im Sinne von Anweisung, Information – oder *Code*, um einen modernen Begriff zu verwenden. Der tatsächliche stoffliche Austausch beim Geschlechtsverkehr stehe lediglich für einen obskureren, rätselhafteren Austausch. Eigentlich spiele der Stoff keine Rolle, denn was vom Mann an die Frau überginge, sei nicht Materie, sondern eine *Botschaft*. Der männliche Samen enthalte die Anweisungen zur Entstehung eines Kindes, wie der Bauplan eines Architekten die Vorgaben für ein Gebäude oder die Handwerkskunst eines Zimmermanns die Kenntnisse zur Bearbeitung eines Holzstücks beitrügen. »Ebenso geht auch von dem Zimmermann kein Theil hinweg und zu dem als Stoff dienenden Holz hin, noch befindet sich ein Theil der Zimmermannskunst in dem werdenden Werke, sondern die Gestalt und die Form kommt von jenem vermittelt der Bewegung in den Stoff hinein ... Auf ähnliche Weise gebraucht die Natur in den Männchen, die da Samen von sich geben, den Samen wie ein Werkzeug.«²²

Der weibliche Samen liefere dagegen den physischen Rohstoff für den Fötus – das Holz für den Zimmermann, den Mörtel für den Bau: Stoff und Füllmaterial des Lebens. Nach Aristoteles' Ansicht bestand das weibliche Material aus dem Menstruationsblut, aus dem der männliche Samen ein Kind forme. (Heutzutage mag diese Behauptung abwegig klingen, aber auch sie erwuchs aus Aristoteles' gründlicher Logik. Da das Ausbleiben der Menstruation mit der Empfängnis zusammenfiel, vermutete er, der Fötus müsse aus dem Regelblut gemacht werden.)

[...]