

DER GOLDENE SCHNITT



Das Mysterium der Schönheit

Eine naturwissenschaftlich-philosophische Abhandlung

von Dr. Ruben Stelzner

Der Goldene Schnitt

Das Mysterium der Schönheit Eine naturwissenschaftlich-philosophische Abhandlung

www.golden-section.eu

von Dr. Ruben Stelzner

in Zusammenarbeit mit
Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Schad, Karl-Schweisfurth-Institut,
Universität Witten/Herdecke

und dem Studium Fundamentale
der Universität Witten/Herdecke

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt.
© by Dr. Ruben Stelzner, 2003. Besonderer Dank gilt W. Schön für die Bereitstellung von Fotomaterial. Weitere Fotos
unter <http://www.schmetterling-raupe.de/>

Anregungen und Kommentare bitte an:
Dr. Ruben Stelzner
Karlstr. 110
80335 München
e-mail: info@golden-section.eu

INHALT

<u>Einleitung</u>	4
<u>Das Rätsel des Schönen</u>	4
Der Einstieg	4
Der Schönheit auf der Spur	6
Der naturwissenschaftliche Ansatz	7
<u>Die Symmetrie</u>	9
Die Symmetrie der Natur	9
Die Natur der Symmetrie	11
<u>Die Asymmetrie</u>	13
<u>Der goldene Schnitt</u>	16
Die Geometrie	17
Die Schönheit des goldenen Schnittes	14
Der Parthenon zu Athen	19
Die Steinkeile	21
Die Proportionen des menschlichen Körpers	22
Die Fibonacci-Reihe	24
Die Mathematik	29
<u>Die Quintessenz</u>	33
Literaturverzeichnis	35

Einleitung

Was ist Schönheit? Die Erklärungsversuche reichen wohl so weit wie die Existenz des Menschen selbst. Die Aktualität des Themas ist jedoch ungebrochen. Nicht nur die Kunst, Mode und Design widmen sich geradezu originär dem Schönen. Neben den zahlreichen klassischen philosophischen Theorien befassen sich vor allem auch die Naturwissenschaften mit der Erforschung der Schönheit. Gesichteranalyse, ästhetische Medizin und die Schönheitspsychologie sind nur einige wenige Beispiele. Im Rahmen all dieser analytischen Diskussionen um die Thematik kann es dabei sicherlich weniger das Ziel sein, einzelne schöne Erscheinungen zu beschreiben, als vielmehr das Schöne an sich, dessen Kern und Charakteristik herauszuarbeiten. Das fällt jedoch schwer. Eine einheitliche Schönheitsformel konnte bisher nicht gefunden werden. Denkbar ist, dass eine solch nüchterne Herangehensweise auch von vornherein zum Scheitern verurteilt ist, da vielleicht gerade die Undefinierbarkeit den Zauber des Schönen ausmacht.

Im Folgenden soll unter Heranziehung ausgewählter historischer und moderner naturwissenschaftlicher Beispiele und Erkenntnisse der Versuch gewagt werden, sich dem Mysterium der Schönheit auf interdisziplinäre Weise zu nähern. Den Prinzipien des goldenen Schnittes wird dabei eine zentrale Rolle zukommen.

Das Rätsel des Schönen

Der Einstieg

Noch einmal die Frage: Was ist schön? Subjektiv können wir meist genau beschreiben, was wir als schön, harmonisch oder angenehm empfinden. Es können tote Gegenstände oder auch Lebewesen wie Pflanzen, Tiere und Menschen als schön bezeichnet werden. Aber auch nicht-materiellen Erscheinungen wie Gedankengängen, Empfindungen, Taten und Geschehnissen werden diese Eigenschaft zugeschrieben. Trotz der meist klaren Empfindung, ob etwas schön oder hässlich ist, kommen wir schnell in Erklärungsnot, wenn wir formulieren sollen, warum etwas schön ist. Es scheint als ist der Schönheit nichts Allgemeingültiges oder Absolutes zu entnehmen.

Goethe äußerte sich zum Mysterium des Schönen einmal mit den Worten: » Das Schöne ist eine Manifestation geheimer Naturgesetze, ... « (Goethe) Wenn ein solcher Satz nicht aus der Feder eines Dichterstürzen käme, würde er sicherlich auf heftigste Proteste stoßen. Die Aussage würde wahr-

scheinlich noch nicht einmal ernst genommen werden. Das Zusammendenken von Schönheit und Naturgesetzen scheint absurd. Was hat das objektive Naturgesetz mit dem subjektiven Schönheitsempfinden gemeinsam? Der individuell-emotionale Begriff des Schönen scheint unvereinbar mit dem sachlich-wissenschaftlichen Charakter eines Naturgesetzes. Verstehen wir doch unter dem Schönen eine subjektive Empfindung, die nichts mit den emotionslosen wissenschaftlichen Regeln oder Gesetzmäßigkeiten zu tun hat. Das Abstrahieren von allem Persönlichen ist ja gerade der Preis jeglicher Wissenschaftlichkeit, der notwendig scheint, wenn wir versuchen, die Natur objektiv zu beschreiben. Die beiden Begriffe Schönheit und Naturgesetz scheinen einander entgegenzustehen wie die Pole Feuer und Wasser, hell und dunkel, Rationalität und Irrationalität, die unterschiedlicher nicht sein könnten. Es ist jedoch offensichtlich die Leistung großer Geister, das vermeintlich Unvereinbare zusammenzudenken. Mehr als zwei tausend Jahre vor Goethe hat Pythagoras, der Weise von Samos, schon gerade das uns hinterlassen: »Das Gleichnis dessen, der die höchste Vernunft besitzt, ist und kann nur die Fähigkeit sein, die Beziehungen zu erkennen, die auch Dinge einen, die scheinbar keinerlei Verbindungen zueinander haben.« (Pythagoras)

Was veranlasste Goethe, diese scheinbaren Widersprüche – Naturgesetz und Schönheit – in einen direkten Zusammenhang zu stellen? Es war sicher nicht allein die Freiheit des Künstlers, denn Goethe war auch ein engagierter Naturwissenschaftler. Was haben demnach, objektiv gesehen, Naturgesetz und Schönheit gemeinsam? Findet sich auch zwischen diesen beiden Dingen ein Zusammenhang oder gar eine nachweisbare komplementäre Beziehung, und was macht sie aus? Was ist Goethes geheimes Naturgesetz, das er so selbstverständlich voraussetzt und dessen Manifestation das Schöne ist?

Um es vorweg zu nehmen: Es liegt nahe, dass der Dichtorfürst sich auf die jahrtausendealten, eindrücklichen Proportionen des goldenen Schnittes bezieht, die schon immer mit der Schönheit in Verbindung gebracht wurden. Dem Mysterium der Schönheit und des goldenen Schnittes folgend, wagen wir uns ein wenig in das Niemandsland zwischen Ästhetik und Mathematik, das sich bisher rein wissenschaftlich nicht erschließen lassen, wie wir es dem Zitat Beutelspachers¹ entnehmen können: »Trotz vieler eindrucksvoller Beispiele und vieler theoretischer Untersuchungen wurde eine einfache rationale Erklärung für einen Zusammenhang zwischen goldenem Schnitt und Ästhetik bisher nicht gefunden.« (BEUTELSPACHER 1995)

Der Schönheit auf der Spur

Die alten Griechen hatten auf die Frage, was Schönheit ist, eine uns einfach erscheinende Antwort: Das griechische Wort für Schönheit ist »kosmos«. Es heißt gleichzeitig aber auch Ordnung und Schmuck. Diese Bedeutung leuchtet noch im heutigen Wort »Kosmetik« auf. Alles Existierende – unsere Welt, die Natur, der Mensch, eben alle Teile des Kosmos – gehörten für die Griechen zum Schönen, da sie ein Teil der Ordnung sind. Heute erhalten wir dafür von den modernen Naturwissenschaftlern eine Bestätigung, zumindest teilweise, da wir wissen, dass Leben nur durch Ordnung entstehen kann. Eine Minimalisierung der Unordnung oder physikalisch ausgedrückt, die Einschränkung der Entropie (der aus physikalischer Sicht unaufhörliche Zerfall von Ordnung) ist Voraussetzung zur Entstehung von Leben. Unordnung ist lebensfeindlich. Die Medizin liefert uns zahlreiche und beeindruckende Beispiele. So führt das ungeordnete und dem Gesamtorganismus nicht mehr untergeordnete, autonome Wachstum einzelner Zellen langfristig fast immer zum Untergang des betroffenen Organs oder sogar des gesamten Lebewesens. Ein solcher pathologischer Prozess wird umgangssprachlich als Krebs bezeichnet.

Für die alten Griechen waren alle Teile des Kosmos Abbilder der Schönheit, weil sie Bestandteil einer universalen Ordnung sind. Ihre Antwort auf die Frage nach dem Schönen ergibt sich demnach direkt aus ihrem Sprachverständnis und der damaligen Weltanschauung. Doch was verstehen wir heute, mehr als zweitausend Jahre später, im Zeitalter der modernen Naturwissenschaften, unter dem Schönen?

Versuchen wir genau zu beschreiben, was Schönheit ist oder welche Eigenschaften Schönheit ausmachen, kommen wir schnell in Erklärungsnot, da wir diesen Begriff scheinbar nicht auf irgendwelche einfachen Parameter reduzieren können. Dies ist vor allem deswegen so, da Schönheit, wie schon erwähnt, etwas mit dem subjektiven Empfinden zu tun hat und sich somit scheinbar einer objektiven Analyse entzieht. Subjektive Emotionen lassen sich nicht vereinheitlichen oder bewerten. Es verhält sich ähnlich wie mit dem Geschmack, der sich einer objektiven Beurteilung entzieht. Und über Geschmack lässt sich bekanntlich streiten. Es fällt schwer, einheitliche Bewertungskriterien in Bezug auf das Schöne zu finden, da die individuellen Empfindungen von Mensch zu Mensch stark differieren. Meist gibt es zwar bestimmte Schönheitsideale in den verschiedenen Bereichen, wie zum Beispiel in der Mode, Kunst oder in Bezug auf die perfekten Körpermaße. Aber auch diese Ideale sind immer zeitlich gebunden und damit wechselhaft. Was heute »in« ist, ist morgen »out«. Schönheitsideale haben nichts Konstantes und sind zeitlich gebunden.

Das Schöne scheint zumindest aus dieser Erfahrung heraus letztlich doch ungreifbar zu sein. Statt deutlicher Objektivität begegnen wir der extremen Subjektivität. Das veranlasste Oscar Wilde zu der Äußerung, »die Schönheit hat so viele Bedeutungen wie der Mensch« (Wilde). Das Schöne entzieht sich somit scheinbar jeglicher Definition. Der berühmte Maler Salvador Dali behauptet sogar: »Die Ästhetik ist das größte irdische Mysterium.« (Dali)

Der naturwissenschaftliche Ansatz

Um eine Gesetzmäßigkeit oder ein Phänomen naturwissenschaftlich dingfest machen zu können, muss es genau beschrieben, wissenschaftlich ausgedrückt, in Form eines Begriffes definiert werden können. Die Wissenschaftler versuchten entgegen der allgemeinen Floskel »wahre Schönheit kommt von innen«, die Schönheit auf bestimmte *äußere* Proportionen und Formen zu reduzieren, um sie »greifbar« machen zu können. Dabei stellte sich die Frage: Ist Schönheit messbar? Gibt es bestimmte Charakteristika oder ein Maß, nach welchem man den Grad des Schönen bestimmen kann? Zur genaueren Aufklärung des Zusammenhangs von Schönheit und Ordnung wurde folgendes Experiment durchgeführt:

Der Wissenschaftler John Cleese stellte 15 Fotos von verschiedenen menschlichen Gesichtern zusammen (BATES & CLEESE 2001). Diese Gesichter sollten von zahlreichen Menschen unterschiedlichster Nationalitäten nach dem Grad ihrer Schönheit und Attraktivität geordnet werden. Das vorrangige Ziel der Studie war es, das scheinbar subjektive Schönheitsempfinden jedes einzelnen Menschen auf objektive Parameter zu untersuchen. Das Ergebnis war beeindruckend: Erstaunlicherweise wählten knapp 90% der Versuchspersonen die gleiche Reihenfolge der Bilder! Mit anderen Worten: Es wurden immer die gleichen Gesichter von der Mehrzahl der Personen als schön oder auch als hässlich bewertet. Das scheinbar subjektive Schönheitsempfinden musste demnach eine objektive Grundlage haben. Offensichtlich ließ sich über Schönheit doch nicht immer streiten.

Was machte das eine Gesicht schön, warum wurde ein anderes dagegen als hässlich empfunden? Welches waren die »Schönheitskriterien«, nach denen die Personen die Gesichter ordneten? Genaue Vermessungen der unterschiedlichen Gesichter im Computer ergaben, dass vor allem die Gesichter einheitlich als schön empfunden wurden, die einen hohen Grad an Ordnung und Proportionalität aufwiesen. Gesichter mit eher unproportionalen Gesichtszügen und auffälligen Unregelmäßigkeiten innerhalb des Gesichts wurden mehrheitlich als hässlich betrachtet. Als besonders harmonisch galten insbesondere die Gesichter mit einem hohen Maß an Symmetrie. Je unsymmetrischer ein Gesicht aufgebaut war, desto unharmonischer und hässlicher wurde es eingestuft. Aus dieser und anderen wissen-

schaftlichen Studien (PEERLINGS & al. 1992, RUBENSTEIN & al. 1999, LANGLOIS & al. 2000, RHODES & al. 2001) geht hervor, dass die Ergebnisse kaum Differenzen zwischen den Versuchspersonen verschiedener Geschlechter, Kulturen und Nationalitäten aufwiesen! Die Symmetrie als Ausdruck von Ordnung und Regelmäßigkeit scheint also eine elementare Rolle im Zusammenhang mit der Schönheit zu spielen.

Ähnliche Resultate finden sich in anderen Untersuchungen beispielsweise bei der Messung des »Beauty-Quotienten«. Dieser Index gilt als Maß für die Symmetrie von Gesichtern und kann mittels Computerberechnung objektiv bestimmt werden. Die Gesichter berühmter Models und allgemein anerkannter Schönheitsideale erzielten bei der Vermessung besonders hohe Werte. Das deutsche Topmodel Claudia Schiffer erreicht beispielsweise ca. 94% in der Beauty-Quotient-Skala.

Diese wissenschaftlichen Untersuchungen zeigen wie mittlerweile viele andere, dass der Begriff der Schönheit eng mit der Eigenschaft der Symmetrie in Zusammenhang steht (GANGESTAD & al. 1994, GRAMMER & THORNHILL 1994). Die Symmetrie ist ein Ausdruck der Ordnung und Proportionalität der einzelnen Bestandteile und Elemente eines Ganzen, die wir mehrheitlich als schön und harmonisch empfinden. Die Spur zum Mysterium der Schönheit führt also erst einmal zum Begriff der Symmetrie.

Die Symmetrie

Die Symmetrie der Natur

Bei genauer Betrachtung wird schnell offensichtlich, dass das Prinzip der Symmetrie die ganze Natur durchzieht (*Abb. 1*). Die sprichwörtliche Schönheit der Natur scheint im wesentlichen auf der Proportionalität der Symmetrie zu beruhen. Bei der Beobachtung der Natur treten uns die verschiedenen Arten der Symmetrie in tausendfacher Weise entgegen.



Abb. 1: Die Symmetrie und Schönheit der Natur

Wir können dabei unter anderem folgende Formen unterscheiden:

- **Bilaterale oder Spiegelsymmetrie:**
Darunter verstehen wir die Symmetrie zweier Seiten. Zu finden ist sie beispielsweise in der Seitengleichheit des Schmetterlings, des Menschen usw.
- **Drehsymmetrie:**
Dies sind rotationssymmetrische Gebilde wie das Windrad, der Seestern usw.

- Kugelsymmetrie:

Es handelt sich hierbei um dreidimensional symmetrische Gebilde, wie beispielsweise einzellige Radiolarien oder ein Fußball.

Es sei gleich an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass sämtliche Arten der Symmetrie Idealformen beschreiben, die ähnlich wie die Körper der klassischen Euklidischen Geometrie tatsächlich nicht vorkommen. So ergibt sich zum Beispiel bei genauer Betrachtung, dass die rechte Seite des Schmetterlings kein exaktes Spiegelbild der linken ist. Trotz der tatsächlichen Unterschiedlichkeit ist jedoch das »Ideal« der Symmetrie zweifellos an der Form des Schmetterlings erkennbar. So verhält es sich mit allen Arten der Symmetrie. Würde andererseits eine Ecke des linken Flügels fehlen, könnte man nicht mehr von einer Form der Symmetrie sprechen.

Der engen Verbindung von Symmetrie und Schönheit begegnen wir überall in der Natur wieder. Sie tritt uns bei der Beobachtung der Welt in tausendfacher Weise gegenüber, sowohl im Mikro- als auch im Makrokosmos sowie in der unbelebten und belebten Welt. So finden sich beispielsweise im Bau sämtlicher Kristalle symmetrische Verhältnisse. Bekanntermaßen besteht die Mehrzahl aller anorganischen Materie im festen Zustand aus Kristallen. Aber auch bei sämtlichen niederen wie höheren Lebewesen findet sich die Symmetrie in der Körperform wieder. Das schon in der anorganischen Welt vorherrschende Prinzip der Symmetrie darf demnach als ein Grundgesetz unserer irdisch-materiellen Welt betrachtet werden, welche das Fundament für die sich darauf aufbauenden Lebensbereiche von Pflanze, Tier und Mensch ist.

Symmetrie ist demnach nicht nur ein Ausdruck des »Äußeren« oder der Form, sondern auch ein Muster in der Entwicklung. So unterliegt Wachstum nicht etwa dem Zufall, sondern bestimmten geometrischen Gesetzen, in welchen die Symmetrie eine besondere Rolle spielt. Bis in die Chromosomen und Gene finden wir eine sich auswirkende symmetrische Teilung. Es ist die stoffliche Voraussetzung allen Wachstums. Man denke in diesem Zusammenhang auch an die ersten Teilungsvorgänge der befruchteten Eizelle oder andere mitotische Zellteilungsprozesse. Symmetrie ist demnach nicht nur eine Äußerlichkeit oder ein Ausdruck innerhalb der Formen, sondern auch eine Art Entwicklungs- und Wachstumsmuster. Damit hat die Symmetrie nicht nur einen förmlichen Charakter, sondern auch einen funktionellen, prinzipiellen.

Symmetrie ist sogar ein universelles Denkmodell, nämlich das Denken in Gegensätzen und Polen. Die dualistische Gliederung unserer Welt findet sich nicht nur in der unmittelbar geometrischen Ausdrucksweise der Symmetrie, sondern auch in vielen anderen Bereichen, wie zum Beispiel im Sprachgebrauch, sämtlichen Teilgebieten der Naturwissenschaften, sowie in den Kultur- und Geisteswissenschaften. Beispiele für das zutiefst menschliche Denken in Gegensätzen sind Antagonismen wie

hell – dunkel; Mann – Frau; rechts – links; gut – böse usw. Physikalische Beispiele sind actio – reactio; plus – minus; Materie – Antimaterie, um nur einige wenige Polaritäten zu nennen. Sie müssen grundsätzlich zusammen betrachtet werden, ein Pol kann nicht ohne den anderen beschrieben werden, so wie die Seitensymmetrie nicht unter Ausschluss einer Seite verstanden werden kann.

Der unmittelbare Zusammenhang von Symmetrie und Schönheit ist offensichtlich, ebenso ihre beeindruckend fundamentale Bedeutung innerhalb unserer Welt. Das festzustellen ist ein erster Schritt, auch wenn die eigentlichen Grundfragen bestehen bleiben: Was ist Symmetrie? Warum ist sie ein Naturgesetz? Und die wichtigste Frage: Warum ist Symmetrie schön?

Die Natur der Symmetrie

Aus dem Griechischen übersetzt heißt Symmetrie »einander zugemessen«, »Spiegelungsgleichheit« oder »wechselseitige Entsprechung von Teilen in Bezug auf Größe, Form oder Anordnung«. Einfach ausgedrückt ist Symmetrie demnach die Gleichheit der Teile (*Abb. 2*). Ein Schmetterling, hier der heimische Schwalbenschwanz, gilt beispielsweise als besonders schön, wenn Größe, Farbe und Lokalisation der einzelnen Zeichnungen und Muster auf den Flügeln annähernd identisch sind. Dann erscheinen sie spiegelungsgleich.

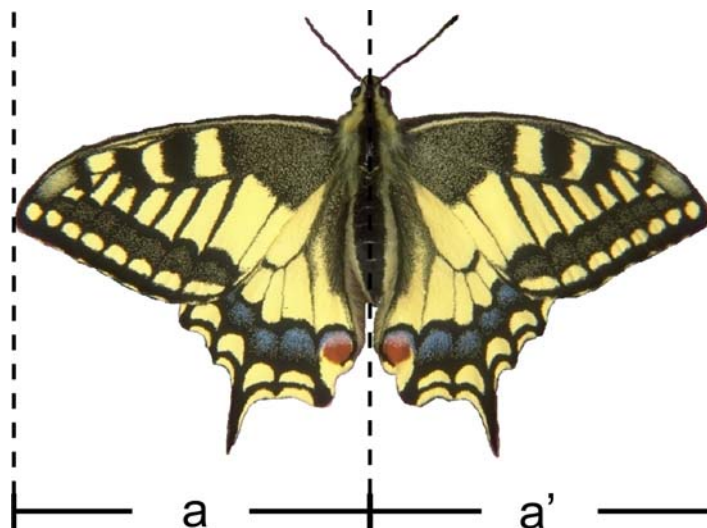


Abb. 2: Die Gleichheit der Teile als Grundprinzip der Symmetrie

Warum empfindet der Mensch das Prinzip der Gleichheit jedoch als schön und harmonisch? Es scheint nicht die Gleichheit der Teile an sich zu sein, was die Symmetrie schön macht, sondern das Bild »eines Ganzen«, welches im Betrachter hervorgerufen wird. Die besondere Anordnung der Teile spielt dabei eine funktionelle Rolle, da das Auge sich bei symmetrischen Gebilden nicht im Detail verliert, sondern das Gesamtbild als solches leicht erkennt. In der Symmetrie steht kein Teil losgelöst für sich, sondern stets in einem Gesamtzusammenhang mit den anderen, wodurch ein Bild der »Einheit« aller Teile hervorgerufen wird. Das geschieht über das Ordnungsprinzip in der Symmetrie, mithin über die Gleichheit der Teile. Die Schönheit der Symmetrie liegt also darin, dass im Betrachter ein Bild der Vollkommenheit und Einheit hervorgerufen wird. Eine Unregelmäßigkeit oder Ungleichheit der einzelnen Teile senkt den Grad der Symmetrie und wird als unproportioniert, unharmonisch und unvollkommen empfunden, da das Auge sich im Detail verliert und den Gesamtzusammenhang nicht herstellen kann. Das Prinzip der Symmetrie, welches durch die Gleichheit der Teile zum Ausdruck kommt, ist unmittelbar mit der Eigenschaft der Schönheit verbunden. Symmetrie ist ein Schönheitskriterium. Die Fähigkeit der Zusammenschau aller Einzelteile zu einem Gesamtbild, zu einer Vollkommenheit ruft im Betrachter die Empfindung des Schönen und Geordneten hervor.

Das Mysterium der Schönheit scheint so über den Umweg der Symmetrie auf eine einfache Art und Weise gelöst zu werden: Schönheit ist Symmetrie. Ist dieser Rückschluss so zulässig? Kann mit dem Ordnungsprinzip der Symmetrie das Mysterium der Schönheit vollständig erfasst werden? Ist das Prinzip der Gleichheit der Teile der Schlüssel zur Schönheit, und ist nur das schön, was symmetrisch ist? Eine Bejahung dieser Frage würde heißen, dass Asymmetrie grundsätzlich unharmonisch und hässlich ist. Ist es ausschließlich die Gleichheit der Dinge und Teile, wie sie in der Symmetrie zum Ausdruck kommt, die Erscheinungen schön macht? Kann Gleichheit das Grundprinzip der Schönheit sein? Hat nicht auch das Ungleiche, das Asymmetrische einen bestimmten Reiz? Ist es nicht gerade das Besondere und das Andersartige, was die Einmaligkeit aller Dinge ausmacht und von dem ein wesentlicher Reiz des Lebens ausgeht? Ist nicht vielmehr die Einmaligkeit jeder Erscheinung, das Individuelle jedes Menschen der eigentliche Schlüssel zur Schönheit?

Die Asymmetrie

Aus einer psychologischen Untersuchung aus dem Jahr 1999 (RIKOWSKI & GRAMMER 1999), in welcher der Grad der Symmetrie eines Gesichtes mit dessen Attraktivität verglichen wurde, geht genau das hervor. Es wurden insbesondere die Frauengesichter als besonders attraktiv eingestuft, deren Gesichter kleine Asymmetrien aufwiesen. Der sogenannte »Schönheitsfleck« deutet darauf hin und scheint eine besondere Rolle zu spielen. Das amerikanische Topmodel und Schönheitsideal Cindy Crawford (*Abb. 3*) überlegte beispielsweise am Anfang ihrer Laufbahn, den kleinen Leberfleck über ihrer Oberlippe operativ entfernen zu lassen. Heute ist sie froh über ihr Zögern. Der kleine Makel ist ihr individuelles Markenzeichen geworden. Durch kleine Asymmetrien gewinnen Gesichter nicht nur an Menschlichkeit, sie gewinnen an Qualität. Diese Individualität, auch wenn sie eine Unperfektion ist, wie im Falle von Cindy Crawford, steigert die Attraktivität. Schönheit scheint eben nicht nur Symmetrie zu sein, denn gerade durch die Symmetrie wird die Individualität und Einmaligkeit des einzelnen Bestandteils durch die alles übergreifende Ordnung der Gleichheit unterdrückt. Wahre Schönheit hat Kontakt zur Asymmetrie (Irrationalität). Schönheit scheint weder die absolute Perfektion der Symmetrie noch die völlige Ungleichheit und Asymmetrie einer Erscheinung zu sein. Schönheit ist die augenfällige Symmetrie mit einer Pointierung der Asymmetrie.

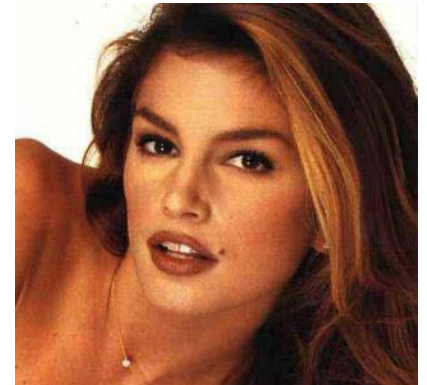


Abb. 3: Cindy Crawford
und ihr Schönheitsfleck

Bei genauerer Betrachtung dieses Verhältnisses wird offensichtlich, dass Asymmetrie nicht nur ein Schönheitskriterium ist. Das Prinzip der Ungleichheit spielt wie das Prinzip der Symmetrie eine weitaus fundamentalere Rolle. Asymmetrie scheint ebenfalls ein übergeordnetes Entwicklungsmuster zu sein. So beispielsweise galt lange Zeit innerhalb der Physik die Symmetrie der Elementarteilchen als ein Grundprinzip der Kernforschung. Dieses Standardmodell musste jedoch 1957 mit dem Nachweis asymmetrischer Zerfallsprodukte von Kobalt 60 endgültig umgestürzt werden: In diesem Experiment (WU 1959) beobachtete man den Zerfall von Kobalt zu Nickel. Es entstanden entgegen der Vermutung mehr rechtshändige als linkshändige Elektronen. Im Jahr 1999 wies schließlich ein internationales Wissenschaftlerteam (KTEV COLLABORATION 1999) am Fermi National Accelerator Laboratory die sogenannte »direkte CP-Verletzung« nach, die schon seit den sechziger Jahren theoretisch vermutet wurde. Beim Zerfall eines Kaons, der Einheit eines Elementarteilchens und seinem Antiteilchen, entstanden erstmals asymmetrische Zerfallsprodukte. Es handelt sich um ein bis heute unerklär-

tes Phänomen, dass offensichtlich die Grenzen der herkömmlichen Physik tangiert. Bei einer erneuten Erweiterung dieses Modells könnte damit möglicherweise das Rätsel gelöst werden, warum nach dem Urknall mehr Materie als Antimaterie übrig geblieben ist. Dieses enorme Ungleichgewicht von Materie und Antimaterie im Kosmos ist die größte uns bekannte Asymmetrie überhaupt.

Die Bedeutung der Ungleichheit und Asymmetrie findet sich noch in zahlreichen anderen Fachgebieten. Wissenschaftler (ECKERT & al. 2003) vom McKnight Brain Institute der University of California wiesen beispielsweise nach, dass die Asymmetrie und ungleiche Größe der Gehirnhälften wesentliche Faktoren für den hohen Intelligenzgrad des Menschen sind. Mittlerweile ist bekannt, dass die als »funktionale Asymmetrie« bezeichnete Gestaltung des menschlichen Gehirns Voraussetzung für die Ausbildung der individuellen Fähigkeiten, Eignungen und Neigungen ist. Schon in einem frühen Stadium während der Embryonalentwicklung wird die ursprüngliche Symmetrie des Embryos durch asymmetrische Genaktivitäten gebrochen. Die unter anderem entstehende anatomische und vor allem funktionelle Ungleichheit der beiden Großhirnhemisphären ist der wesentliche Faktor für menschliche Intelligenz. Eine bilaterale (symmetrische) Kontrolle einzelner Funktionen dagegen führt zu erheblichen Störungen und Behinderungen. So werden beispielsweise Krankheitsbilder wie Legasthenie oder Epilepsie auf Störungen der funktionalen Asymmetrie des Gehirns zurückgeführt (ECKERT & al. 2003).

Aus den erwähnten Beispielen wird deutlich, dass Asymmetrie und Ungleichheit keine lebensfeindlichen Ordnungsprinzipien sind. Im Gegenteil, sie sind unverzichtbarer Bestandteil eines Entwicklungsmusters der Evolution. So sind beispielsweise alle biochemisch wirksamen organischen Substanzen chiral. Tatsächlich scheinen sich sogar bei genauer Betrachtung alle vermeintlichen Symmetrien als Asymmetrien zu entpuppen: Alle oben erwähnten Antagonismen, wie hell – dunkel; Materie – Antimaterie usw., lassen sich ebenso als Asymmetrien beschreiben, da sie maximale Gegensätzlichkeiten darstellen (und Ungleichheit ist ja das Kriterium für Asymmetrie). Paradox ist jedoch, dass es gerade dieser polare Charakter ist, der Symmetrie entstehen lässt, denn das Prinzip des Gegenpols erzeugt ja gerade die Symmetrie. Der Schmetterling ist nur dann symmetrisch, wenn jede Zeichnung des einen Flügels sich genauso auf dem anderen Flügel wiederfindet. Pole können nicht für sich definiert werden, sie sind »einander zugemessen« (symmetros).

Während die Symmetrie ein Ideal hinter den tatsächlichen Formen ist, ist die Asymmetrie real. Beide Prinzipien sind voneinander nicht zu trennen. Während in der Antike vor allem die Symmetrie und das Ebenmaß als das Abbild des Guten, Wahren und Schönen galt, so ist die Anerkennung der Asymmetrie als ein grundlegendes Muster der Welt in den letzten Jahrzehnten stetig gestiegen. Beide Prinzipien stellen Gegensätze dar und müssen dennoch, jedes für sich, als fundamentales Muster unse-

rer Welt anerkannt werden. Es stellt sich schließlich jedoch die Frage, welches Prinzip als Grundmuster der Natur betrachtet werden darf. An dieser Stelle eröffnet sich ein Dilemma: Ist es nun die Gleichheit oder die Einmaligkeit, die Symmetrie oder die Asymmetrie, die Ordnung oder das Chaos, welches die Schlüsselrolle bei der Erklärung der Schönheit spielt? Der Begriff des Schönen scheint hier wieder so ungreifbar wie anfangs.

Zur Lösung des Konfliktes trägt ein Jahrtausende altes Proportionsverhältnis bei, das Menschen unzähligen Quellen zufolge schon immer als besonders harmonisch und schön empfanden. Es handelt sich um ein asymmetrisches Verhältnis von Teilen, welches seit vielen Epochen eine bevorzugte Anwendung findet. Seine Umsetzung finden wir in fast allen Kulturen auf der ganzen Welt, vor allem in der Architektur, der Musik, der Malerei und seit dem 19. Jahrhundert erstaunlicherweise auch in den Naturwissenschaften, vorrangig in der Biologie, Medizin und Chaosforschung. Die Rede ist vom goldenen Schnitt. Seine Proportionen wurden schon immer als besonders schön und harmonisch empfunden (GREEN 1995).

Der goldene Schnitt

Die Geometrie

Das Gegenteil der Symmetrie ist die Asymmetrie. Bei der Betrachtung einer Strecke gibt es neben einer einzig möglichen symmetrischen Aufteilung des Ganzen unendlich viele asymmetrische Teilmöglichkeiten. Unter diesen unzählbaren ungleichen Trennungen tritt nun eine auf, deren Einzigartigkeit und Besonderheit immer wieder die Aufmerksamkeit auf sich zog.



Abb. 4: Die asymmetrische Proportion des Goldenen Schnittes

$$\text{Minor} : \text{Major} = \text{Major} : \text{Ganzes}$$

Man teilt eine Strecke so in zwei Teile, dass der kleinere Teil (Minor) sich zum größeren Teil (Major) genau so verhält wie der größere Teil wiederum zum Ganzen (Abb. 4). Anders ausgedrückt: Der proportionale Größenunterschied oder das Verhältnis zwischen Minor und Major ist gleich dem zwischen Major und dem Ganzen. Es handelt sich somit um eine Teilung, bei der immer ein Bezug auf das nächst Größere und somit schließlich auf das Ganze besteht. Gerade durch die Teilung wird der Bezug zum Ganzen herausgestellt. Das klingt erst einmal paradox, denn unter Teilung verstehen wir die Zerstörung des Ganzen. Die Proportion des goldenen Schnittes vollbringt das Paradoxon zwischen Teilung und Rückbezug auf das Ganze in beeindruckender Art und Weise.



Abb. 5: Das Pentagramm und der Goldene Schnitt

Diese auch als Proportio divina oder göttliche Proportion bezeichnete Aufteilung übt schon seit Jahrtausenden eine besondere Anziehung auf die Menschen aus. Sie findet sich, wie später erläutert, in zahlreichen antiken Bauwerken, Gemälden und erstaunlicherweise auch in der Natur immer wieder. Geometrisch findet sich das Maß des goldenen Schnittes im Fünfstern, dem Pentagramm mehrfach wieder (Abb. 5). Ihm wurde zu allen Zeiten eine magische Wirkung zugeschrieben. Noch heute fin-

den wir dieses Symbol in den Staatsfahnen in über 40 Ländern der Erde, u. a. in der USA.

Die Schönheit des goldenen Schnittes

Es stellt sich die Frage, warum das Vorkommen des goldenen Schnittes immer wieder mit der Schönheit in Verbindung gebracht wurde und immer noch wird. Das Prinzip der Gleichheit und Einheit spielt dabei die Schlüsselrolle. Im goldenen Schnitt entsteht das Bild der Vollkommenheit nun jedoch nicht mehr durch die Gleichheit der Teile, sondern durch die Gleichheit der Proportionen. Die Verhältnisse der Teile Minor zur Major und Major zum Ganzen sind immer gleich. Die Einheit der Proportionen vermittelt das Bild der Vollkommenheit und lässt uns die Asymmetrie der Teile als harmonisch empfinden. Offensichtlich hängt das mit einer Symmetrie zusammen, die die Asymmetrie integriert: Die Symmetrie findet sich innerhalb des goldenen Schnittes nicht mehr in einer förmlichen Umsetzung (Gleichheit der Teile), sondern in einer verhältnismäßigen. Die *Proportionen* der einzelnen Elemente sind gleich. Im goldenen Schnitt ist das Verhältnis symmetrisch. Es ist die Symmetrie der Teile zu Gunsten der Symmetrie der Proportionen untergegangen.

Beeindruckenderweise taucht jedoch auch im goldenen Schnitt bei aufmerksamer Betrachtung die Symmetrie der Teile doch wieder auf. Dies wird optisch leichter nachvollziehbar, wenn man die drei Größen Minor, Major und das Ganze nebeneinander stellt (*Abb. 6*). Auf diese Weise findet sich auch in der Geometrie des goldenen Schnittes eine Symmetrieachse wieder. Ein weiteres Paradoxon tut sich auf: Im scheinbar absolut asymmetrischen Verhältnis der *Proportio divina* verbirgt sich gleich zweimal die Symmetrie, zum einen in der *Gleichheit der Proportionen* (Minor : Major) und zum anderen in der *Gleichheit der Teile* (Symmetrie), wie sie in *Abbildung 6* zum Ausdruck kommt.

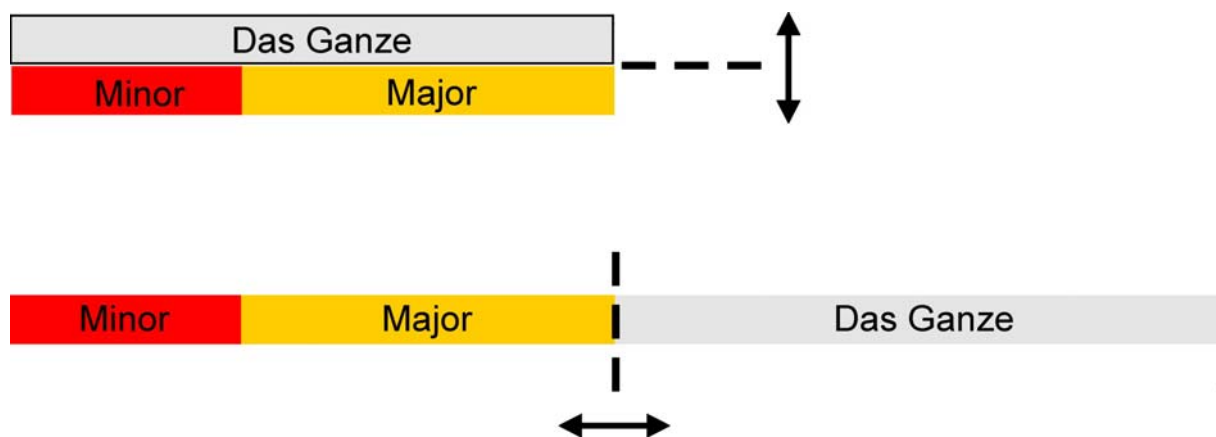


Abb. 6: *Oben:* Das Ganze steht als separate Größe über dem Grundverhältnis. *Unten:* Nebeneinander gestellt sind die drei Größen Minor, Major und das Ganze. Die nun vertikale Symmetrieachse zeigt den eindrücklichen Zusammenhang des asymmetrischen Grundverhältnisses des goldenen Schnittes mit der Symmetrie. Diese lineare Abfolge entspricht dem Nebeneinander der Fibonacci-Zahlen, wie wir noch sehen werden.

Der goldene Schnitt verbindet so auf eindrückliche Weise das Prinzip der Symmetrie mit dem der Asymmetrie. Diesen »verbindenden« Eigenschaft der auch als »göttliche Proportion« bezeichneten Gesetzmäßigkeit werden wir in den folgenden Beispielen immer wieder erfahren. So wird offensichtlich, dass der goldene Schnitt wegen seines »die Gegensätze verbindenden Charakters« als schön und harmonisch empfunden wird.

Rechnet man nun mathematisch aus, in welchem Verhältnis Minor zu Major und dieser zum Ganzen stehen, so ergibt sich folgende Zahl, die als Konstante Phi bezeichnet wird:

$$\Phi = 1,618033988749894848204586834365638117720309179805762862135\dots$$

Sie besagt, dass beispielsweise der Major 1,61...fach größer ist als der Minor, und wiederum dass das Ganze 1,61..mal größer ist als der Major. Diese nach dem Komma endlose Zahl gehört zur Gruppe der irrationalen Zahlen. Gerade ein solches irrationales Zahlenverhältnis wird als besonders harmonisch und schön empfunden. Ein scheinbar weiterer Widerspruch, denn ist nicht in aller Regel gerade das Irrationale das, was den Menschen beunruhigt und was er mit Hilfe seiner Rationalität zu beseitigen versucht?

Der Parthenon zu Athen

Seit Menschengedenken finden wir die goldene Proportion überall dort, wo Menschen Schönheit zum Ausdruck bringen wollten und wo sie sich dem göttlichen Ideal anzunähern versuchten. Dies sind im Allgemeinen die Kunst und im Besonderen ihre heiligen Stätten, die Tempel.

Der Parthenon zu Athen zählt zu einem der bekanntesten klassischen Bauten. Er gilt gleichzeitig als das schönste und vollendetste Werk der antiken griechischen Architektur. Dieser berühmte Tempel, der als Krönung für die gesamte Akropolis steht, wurde rund 450 v. Chr. unter Perikles errichtet. Er gilt bis heute als ein Paradebeispiel klassischer symmetrischer Baukunst. Die exakt symmetrische Anordnung der einzelnen Elemente findet sich bis in kleine Details, aus allen Perspektiven, wieder. Neben der Symmetrie sind aber auch die Proportionen des goldenen Schnittes in vielfacher Art und Weise und erstaunlicher Genauigkeit verbaut. Die stilisierten Grafiken (*Abb. 7* und *8*) sollen dies nur beispielhaft erläutern. *Abbildung 7* zeigt in einer vertikalen Unterteilung das Verhältnis zwischen Unter- und Überbau des Tempels. Der Überbau reicht vom Giebel bis zu den tragenden Säulen, zum Unterbau gehört der tragende Teil, also die Säulen und Stufen. Beide Teile des Bauwerks stehen in beeindruckend exakter Art und Weise im Verhältnis des goldenen Schnittes.

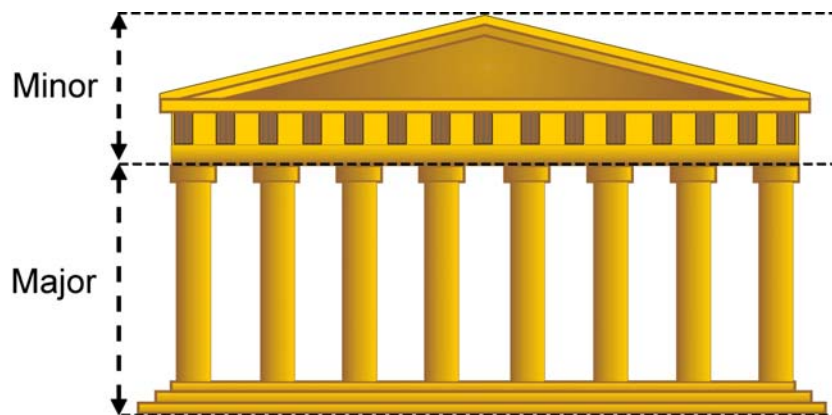


Abb. 7: Das Verhältnis von Über- zu Unterbau des Parthenon spiegelt exakt die Proportionen des goldenen Schnittes wieder.

In *Abbildung 8* wird die Höhe (Grundlinie der Treppe bis zur Spitze des Giebels) zur Breite (Breite des Aufbaus) des Bauwerks ins Verhältnis gesetzt. Höhe und Breite verhalten sich ebenso wie Minor zu Major. Eine solche flächenhafte Ausdrucksweise des goldenen Schnittes wird auch als goldenes Rechteck bezeichnet.

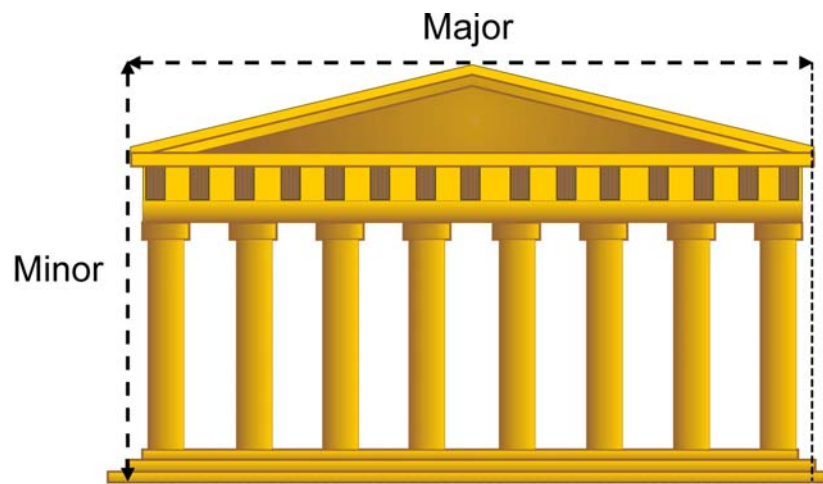


Abb. 8: Höhe und Breite des Parthenon verhalten sich wie Minor und Major.

Neben der Umsetzung des goldenen Schnittes finden sich jedoch auch noch zahlreiche andere asymmetrische Details im Parthenon. An vielen Stilelementen des Bauwerks sind bewusst Symmetriebrüche eingebaut. So stehen beispielsweise die Säulen nicht gerade, sondern sind leicht nach innen gebogen. Auch stehen sie bei genauer Vermessung keineswegs an den einer Symmetrie entsprechenden Punkten. Von diesen weichen sie vielmehr deutlich ab, was dem profanen Auge allerdings unsichtbar bleibt.

All diese Details zeigen schließlich, dass der Parthenon eine Symbiose von Symmetrie und Asymmetrie ist. Ähnlich wie im goldenen Schnitt an sich Symmetrie und Asymmetrie in Verbindung stehen, so kommen auch in jeder materiellen Umsetzung des Prinzips diese Qualitäten des Ausgewogenen wieder zum Vorschein.

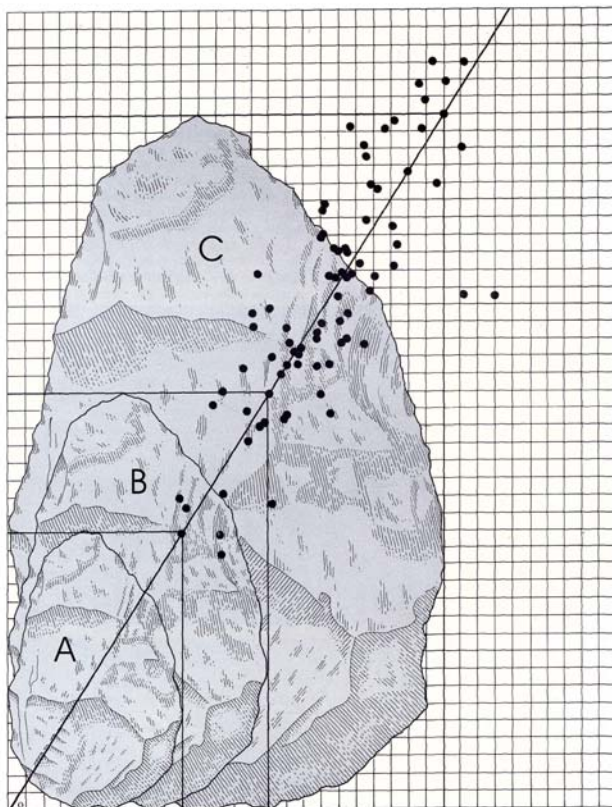
Der Parthenon ist nur ein Beispiel unter vielen für die Anwendung des goldenen Schnittes in berühmten und großen sakralen Bauten. Die Umsetzung menschlichen Schönheitsempfindens in Form des goldenen Schnittes findet sich in zahlreichen anderen bekannten Bauwerken, wie der alten Petersbasilika in Rom oder dem Kölner Dom wieder (MOESSEL 1926). Selbst in den Pyramiden von Gizeh zeigen sich die Proportionen der Zahl Phi in erstaunlicher Genauigkeit (HAGENMAIER 1988). So ist beispielsweise der Neigungswinkel der Cheops-Pyramide $\alpha = 51^\circ 50'$ bis $\alpha = 51^\circ 52'$. Der Kosinus dieses Winkels beträgt 0,618. Auf die gleiche Größe stößt man beim Verhältnis der Länge der Pyramidenseite zur Hälfte der Pyramidenbasis (356 : 220 Ellen). Auch im berühmtesten der großen Steinmonumente, Stonehenge, das vor ca. 3500 Jahren bei Salisbury in England erbaut wurde, finden sich die goldenen Maße wieder (DOCZI 1996). In der Kunst zeigen sich die Proportionen des goldenen Schnitt-

tes im Grundaufbau zahlreicher bekannter Gemälde (DOCZI 1996), wie »Das Abendmahl« von Leonardo da Vinci, Albrecht Dürers »Selbstbildnis« oder Raffaels »Die Sixtinische Madonna«.

Die goldenen Proportionen sind jedoch nicht nur Produkt eines bewusst menschlichen Schaffens, wie die zahlreichen oben erwähnten Beispiele vermuten lassen. Sie scheinen ursprünglicherer Natur zu sein.

Die Steinkeile

Die sogenannten Stein- oder Faustkeile sind Artefakte früher Menschen. Sie stammen aus einer Zeit vor etwa 0,5 bis 1,3 Millionen Jahre. Es handelt sich um von Menschen geschlagene Steine, deren Abschläge als Werkzeuge gebraucht wurden. Der Steinkeil an sich ist das Mutterstück der zahlreichen abgeschlagenen Werkzeug-Geräte. Vermutlich wurde er als eine Art Kultobjekt besonders behandelt. Die Steinkeile aus Kilombe, einer Fundstelle in Kenia, wurden von Archäologen vermessen. Sie kommen dort in verschiedenen Größen, aber immer ähnlichen Grundformen vor.



Das Ergebnis der Vermessungen demonstriert *Abbildung 9* (GOWLETT 1985). In Bezug zueinander wurden Länge und Breite verschieden großer Keile gesetzt. Trotz unterschiedlicher Größe zeigt sich eine Besonderheit: Anhand der mittelnden Geraden wird deutlich, dass die Proportionen von Länge und Breite zwischen den verschieden großen Steinkeilen beeindruckenderweise immer annähernd gleich sind. Die Schlussfolgerung ist faszinierend: Bereits vor 1 Million Jahren bevorzugte

Abb. 9: Die Proportionen verschieden großer Steinkeile (A, B, C) sind immer annähernd gleich. (Aus GOWLETT 1985)

der *Homo erectus* eine bestimmte Proportion, die er in den Steinkeilen unbewusst umsetzte. Eine Berechnung des Verhältnisses zeigt, dass es sich hierbei sehr genau um die Proportionen des goldenen Schnittes handelt. In einer Zeit, als es weder ein Zah-

lensystem, geschweige denn ein Maßsystem gab, wurden die Steine sicherlich nicht bewusst in diesen Proportionen geschlagen. Dennoch findet sich ein annähernd einheitliches Größenverhältnis der Steinkeile. Dies lässt zweifelsfrei die Schlussfolgerung zu, dass die Verhältnismäßigkeiten des goldenen Schnittes schon in früher Menschheitsentwicklung empfunden wurden. Der goldene Schnitt ist demnach nicht nur eine bewusste Erfindung des Menschen, wie er beispielsweise im Parthenon zum Ausdruck kam, sondern ursprünglicher, allgemeingültiger Art und Natur. Der Homo erectus brachte unbewusst eine tiefgreifende Gesetzmäßigkeit zum Ausdruck.

Sowohl der Parthenon als auch die Steinkeile haben ihren Ursprung deshalb in einem subjektiven Schönheitsempfinden des Menschen. Dies legt die Vermutung nahe, dass der goldene Schnitt nur ein Produkt des Menschen, ein Ausdruck seines subjektiven Schönheitsempfindens ist. In den letzten 2 Jahrhunderten hat sich jedoch mit der Entwicklung und Verbesserung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden herausgestellt, dass die Zahl Phi und der goldene Schnitt objektiv in der Natur vorkommen.

Die Proportionen des menschlichen Körpers

Vor rund 150 Jahren beschäftigte sich der Mediziner Adolf Zeising mit den Maßen des menschlichen Körpers. Mit dem Ziel, eine übergreifende Gesetzmäßigkeit in Bezug auf den Bau des menschlichen Körpers zu finden, vermaß er zahlreiche Menschen und deren Körperteile. Er verglich sie untereinander und mit bekannten klassischen Statuen der Antike, von denen man bis heute sagt, dass sie ein perfektes Bild des menschlichen Körpers zur Darstellung bringen. Die Ergebnisse veröffentlichte er in seinem Lebenswerk »Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers« (1854). Sie sollen im Folgenden anhand weniger Beispiele erläutert werden. Zur Darstellung der Größenverhältnisse und Gliederung der einzelnen Körperabschnitte des Menschen wird die griechische Statue des Speerträgers des Doryphoros von Polyklet herangezogen.

Abbildung 10 zeigt eine Unterteilung der Gesamtkörpergröße der Statue (vom Scheitel bis zur Fußsohle) nach den Verhältnissen der Zahl Phi. Wird der untere Teil als Major und der obere als Minor angenommen, so verläuft die Trennungslinie beider Abschnitte in der Höhe des Bauchnabels, genauer, durch die unmittelbar in Höhe des Nabels verlaufende Bauchfalte; die sogenannte Nabelfalte, *secunda inscriptio tendinea musculi recti abdominis*. Eindrucksvoll ist, dass diese Aufteilung in Ober- und Unterkörper auch am bekleideten Menschen seit je durch den Gürtel hervorgehoben wird. Auch hier besteht wieder eine Verbindung zwischen den Proportionen des goldenen Schnittes und dem subjektiven Schönheitsempfinden des Menschen, der offensichtlich unabhängig von wechselnden Schönheitsidealen diese Trennungslinie durch seine Kleidung seit Jahrtausenden betont. Zeising weist auf

die Besonderheit hin, dass gerade der nährnde Nabel der Ausgangspunkt jeder menschlichen Leibesentwicklung ist.

Ausgehend von dieser Grundteilung des menschlichen Körpers demonstriert Zeising weitere Aufgliederungen nach den Maßen des goldenen Schnittes. *Abbildung 11* zeigt die Einteilung von Ober- und Unterkörper nach dem gleichen Prinzip. Bei der Teilung des Oberkörpers im goldenen Schnitt stellt sich die Trennungslinie in Höhe des Kehlkopfes dar. Anatomisch exakt beschrieben läuft die Trennlinie genau durch den Winkel, der durch den *Musculus sternocleidomastoideus* und den *Musculus cucularis* gebildet wird. Der Oberkörper wird demnach in zwei Partien, die Kopfpattie und die Rumpfpattie, geteilt. Im Unterkörper fällt die Trennlinie nicht genau durch das Kniegelenk, sondern exakt auf die Stelle, an welcher sich die Fibula sichtbar von der Tibia scheidet. Es ist die Stelle, an der das Bein zwischen Hüfte und Wade die geringste Breite besitzt; ähnlich der Einbuchtung der Hüfte oder des Halses, welche die Trennungslinie für den Gesamt- beziehungsweise den Oberkörper sind.

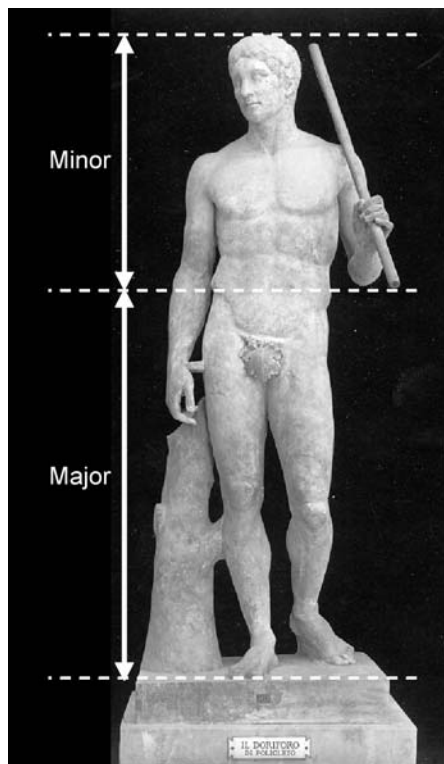


Abb. 10: Unterteilung des menschlichen Körpers nach den Proportionen des Goldenen Schnittes, exemplarisch anhand der Statue des Do-ryphoros.

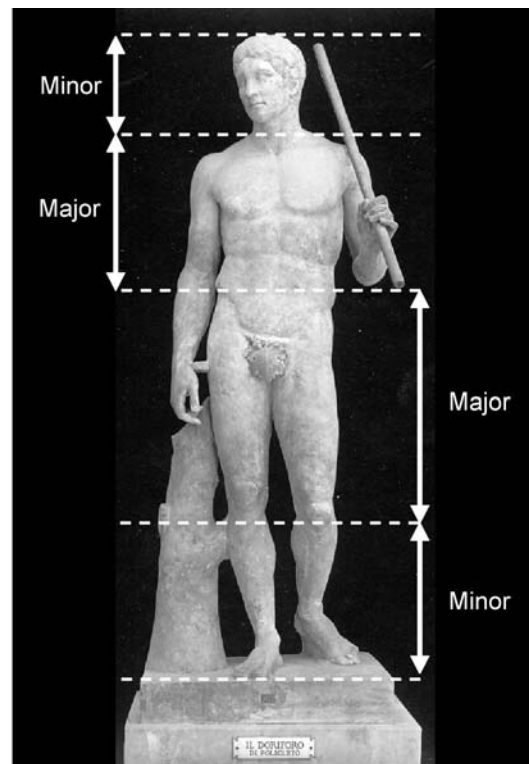


Abb. 11: Einteilung des Ober- sowie des Unterkörpers nach den Proportionen des Goldenen Schnittes.

Zeising hat die Proportionen des goldenen Schnittes bis ins kleinste Detail am menschlichen Körper aufgezeigt. Die anatomische Genauigkeit dieses Verhältnisses bei der Gliederung des Menschen ist dabei äußerst beeindruckend. Heutzutage ist das Wissen darum insbesondere bei der Wiederherstellung bestimmter Körperteile sehr nützlich geworden. Praktische Relevanz finden die Proportionen des goldenen Schnittes vor allem in der modernen Schönheitschirurgie (MARQUARDT 2002) und in der Zahnmedizin bei der Herstellung harmonisch wirkender Zahnformen (LEVIN 1978, JAVAHERI & SHAHNAVAZ 2002). So ist beispielweise bekannt, dass die Breiten der ersten beiden oberen Schneidezähne im Verhältnis 1 : 1,618 stehen (Abb. 12).



Abb. 12: Die Breiten des ersten und zweiten oberen Schneidezahnes verhalten sich zueinander wie Major zu Minor.

An dieser Stelle soll

daran erinnert werden, dass auch beim Menschen die Proportionen des goldenen Schnittes immer mit dem Prinzip der Symmetrie auftreten: Während beim Aufbau des menschlichen Körpers die vertikale Gliederung vornehmlich nach den Proportionen des goldenen Schnittes erscheint, so zeigt sich in der horizontalen vor allem das Prinzip der Seitengleichheit, der Symmetrie. Das Zusammenspiel von Symmetrie in der horizontalen und Asymmetrie in der vertikalen Ebene lässt sich gut am Beispiel der Zähne nachvollziehen. Wie der goldene Schnitt an sich, ist auch der Mensch Ausdruck von Symmetrie und Asymmetrie.

Die Fibonacci-Reihe

Das Auftreten dieser Proportionen am menschlichen Körper zeigt, dass der goldene Schnitt nicht nur ein Produkt der Kunst ist, sondern dass im Laufe des 19. und 20. Jahrhunderts bewiesen werden konnte, dass der goldene Schnitt in zahlreichen Wachstumsmustern von Pflanzen, Tieren und Mensch naturgemäß vorkommt. In der Natur sind die Proportionen des goldenen Schnittes also in vielfacher Art und Weise vorhanden.

Anfang des 19. Jahrhunderts untersuchten die befreundeten Botaniker Alexander Braun und Carl Schimper die Wachstumsgeometrien in der Pflanzenwelt. Die wichtigste Erkenntnis war, dass sich bei genauer Betrachtung der Abfolge der Blätter am Stängel einer Pflanze immer wieder ganz

bestimmte Blattanordnungen fanden, die das höhere Pflanzenreich durchziehen. Dabei werden eine gegenständige, symmetrische und eine asymmetrisch, spiralgige Blattstellung voneinander unterschieden. Bei der symmetrischen Anordnung stehen sich jeweils zwei Blätter gegenüber. Bei der asymmetrischen Blattstellung sind die einzelnen Blätter nicht etwa willkürlich, sondern im Rahmen einer bestimmten Spiraltendenz angeordnet. Innerhalb der asymmetrischen, spiralgigen Blattgeometrie zeigten sich nun ganz bestimmte Zahlenverhältnisse. Dies lässt sich folgendermaßen erläutern:

Bei der asymmetrischen Blattstellung sind die Blätter am Stängel einer Pflanze nicht in zufälliger, unregelmäßiger Reihe angeordnet, sondern folgen regelmäßig aufeinander. Aufgrund der Regelmäßigkeit im Spiralzyklus werden diese Blattstellungen auch als zentralsymmetrisch bezeichnet. Das heißt jedes Blatt bildet zum nächst höheren einen bestimmten Winkel (Divergenz). Folgt man der Anordnung der Blätter, so wird man spiralgig um den Stiel herumgeführt. Erst ein ganz bestimmtes Blatt zeigt dann wieder in die gleiche Richtung wie das erste Blatt. Bis zu dieser Ausgangsstellung wird eine bestimmte Anzahl von Windungen zurückgelegt. Dies wird als Blattzyklus bezeichnet und in Bruchzahlen angegeben. Winden sich beispielsweise fünf Blätter in zwei Windungen um den Stiel bis die Ausgangsstellung, das heißt der »Ursprung«, wieder erreicht ist, dann spricht man von einem Blattzyklus von $2/5$. Hinter der offensichtlich asymmetrischen Blattanordnung verbirgt sich demnach doch wieder eine Regelmäßigkeit, eine Symmetrie.

Im Pflanzenreich kommen verschiedene Arten von Blattzyklen vor. Äußerst beeindruckend ist allerdings, dass bestimmte Blattzyklen immer wieder vorkommen, andere Kombinationen dagegen gar nicht. So gibt es beispielsweise keine Pflanze, bei der die Anzahl der auf einen Zyklus kommenden Blätter 12, 15 oder 20 beträgt! Trägt man das gesamte Spektrum der verschiedenartigen, tatsächlich in der Natur vorkommenden Blattzyklen zusammen, so entsteht folgende Reihe:

$$\frac{1}{2} - \frac{1}{3} - \frac{2}{5} - \frac{3}{8} - \frac{5}{13} - \frac{8}{21} - \frac{13}{34} - \frac{21}{55} \dots$$

Sie weist eine eigenartige Besonderheit auf: Es handelt sich bei der Zahlenreihe sowohl im Nenner als auch im Zähler jeweils um die gleiche Folge von Zahlen, lediglich um zwei Stellen verschoben. Diese Zahlenfolge wird auch als die Fibonacci-Reihe bezeichnet:

$$1 - 1 - 2 - 3 - 5 - 8 - 13 - 21 - 34 - 55 - 89 - 144 - 233 \dots$$

Die Fibonacci-Folge wurde das erste Mal von dem italienischen Mathematiker Leonardo von Pisa (*Abb. 13*), genannt Fibonacci, im Jahre 1202 in seinem Buch »Liber Abaci« veröffentlicht. Mit diesem Werk führte er das *indisch-arabische Dezimalzahlensystem* in Europa ein. Weitere Untersuchungen zeigten, dass sich die Fibonacci-Reihe auch noch in zahlreichen anderen Wachstumsvorgängen der

Pflanzen manifestiert. So finden sich diese Zahlen beispielsweise in der Struktur vieler Blüten wieder. Die Ähnlichkeit zum Blattzyklus verwundert nicht. Bereits Goethe vermutete in seiner Metamorphose



Abb. 13: Leonardo von Pisa, genannt Fibonacci

der Pflanze ein einheitliches Wachstumsprinzip von Blatt, Stängel und Blüte einer Pflanze. Eindrücklich sind diese Zahlenverhältnisse am Beispiel der Sonnenblume zu demonstrieren. Ihrer besonderen Größe wegen ist die beeindruckende Anordnung besonders gut zu erkennen (Abb. 14): Das gesamte Blütenkörbchen besteht aus zahlreichen kleinen echten Blüten. Diese sind jedoch nicht chaotisch angeordnet, sondern in deutlich erkennbaren Spiralzügen. Hier wird ersichtlich, dass innerhalb einer Blüte rechtsdrehende und linksdrehende Spiralzüge existieren. Die Anzahlen der Spiralzüge sind erstaunlicherweise wiederum nicht beliebig. Bestimmte Zahlen treten immer

wieder auf. Dabei handelt es sich stets um Glieder aus der Fibonacci-Reihe! Bei großen Sonnenblumen findet sich beispielsweise ein Verhältnis von 89 zu 144 oder sogar 144 zu 233 Spiralzügen.

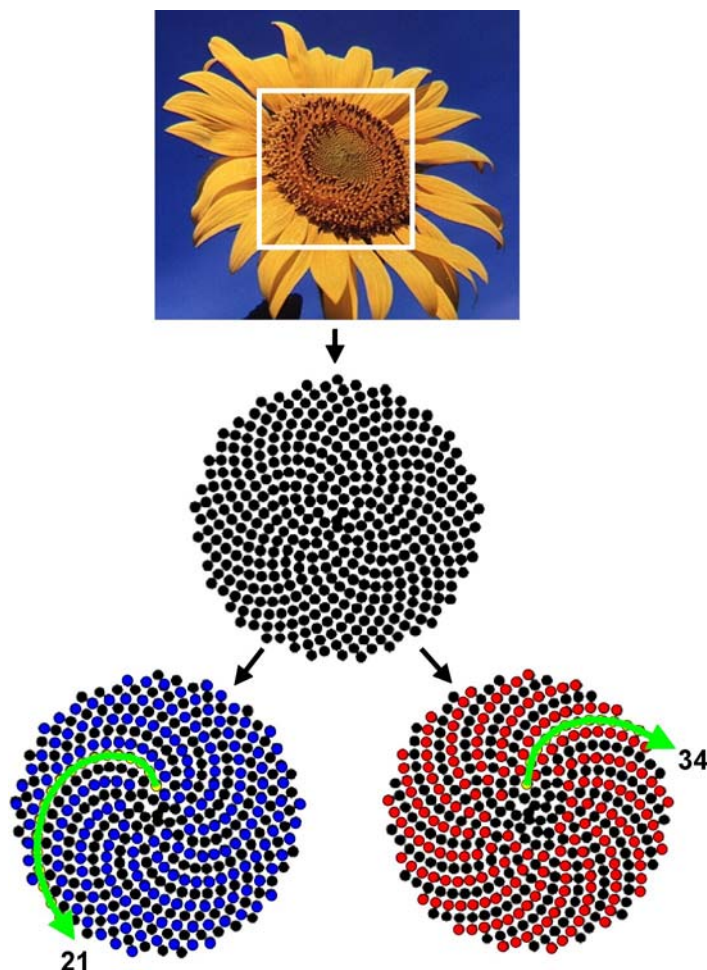


Abb. 14: Der Blütenkorb der Sonnenblume besteht aus zahlreichen kleinen Blüten, die in mehreren rechts- und linksdrehenden Spiralen angeordnet sind. Die Anzahlen der Spiralen sind immer Glieder der Fibonacci-Reihe (hier 21 und 34).

Die Fibonacci-Zahlen finden sich auch in der Schuppenordnung von Tannenzapfen, der Anordnung der Stacheln von Kakteen, beim Aufbau der Ananasfrucht usw. Es scheint, als sei die Fibonacci-Reihe eine Art Wachstumsmuster in der Natur. Die Fibonacci-Zahlen weisen zudem einige sehr eindrückliche mathematische Besonderheiten auf:

- Jede Zahl der Folge ist die Summe der beiden vorausgehenden Zahlen (*Abb. 15*). Die Reihe folgt demnach einem Additionsgesetz. Jede Zahl hat eine Beziehung zur vorherigen Zahl und zur folgenden Zahl. Ähnlich wie Major eine Beziehung zu Minor und dem Ganzen hat. Wachstum in der Natur scheint einem zeitlichen Bezugsgesetz, einem *Additionsgesetz*, zu folgen!

$$1 - 1 - 2 - 3 - 5 - 8 - 13 \dots$$

$1+1 = 2$ $1+2 = 3$ $2+3 = 5$ $3+5 = 8$ $5+8 = 13$

Abb. 15: Jede Zahl der Fibonacci-Reihe ist die Summe der beiden vorausgehenden Zahlen.

- Noch erstaunlicher ist, dass diese Zahlenfolge in einem unmittelbaren Zusammenhang zum goldenen Schnitt steht. Die Verbindung ist einfach und eindrücklich: Das Verhältnis zweier aufeinander folgender Fibonacci-Zahlen nähert sich immer mehr dem Verhältnis des goldenen Schnittes, der Zahl Phi, an. Je mehr Spiralzüge beispielsweise der Blütenkorb einer Sonnenblume aufweist, um so mehr nähert sich das Verhältnis der einbezogenen Fibonacci-Zahlen dem goldenen Schnitt an. Mathematisch ausgedrückt, entspricht der Grenzwert (Limes) zweier aufeinander folgender Zahlen der Fibonacci-Folge exakt dem *Verhältnis des goldenen Schnittes*, der Zahl Phi!

$$\begin{aligned}
 21 : 13 &= 1,6154 \\
 34 : 21 &= 1,6190 \\
 55 : 34 &= 1,6176 \\
 \dots &\approx 1,618033 (\Phi)
 \end{aligned}$$

- Die nebeneinanderstehenden Fibonacci-Zahlen nähern sich in ihrem Verhältnis zueinander nicht beliebig dem Wert des goldenen Schnittes (Φ) an. Sie tun es abwechselnd von oben und von unten (*Abb. 16*). Dadurch werden zwei voneinander unterschiedene Reihen beschrieben. Die eine Reihe nähert sich von oben dem Wert Phi an, die andere von unten. Sie bilden eine

polare Gegenläufigkeit, die auf eine gemeinsame Einheit zulaufen, deren Repräsentant die Zahl Phi ist. Die Fibonacci-Reihe folgt damit inhaltlich wiederum dem Prinzip der Symmetrie.

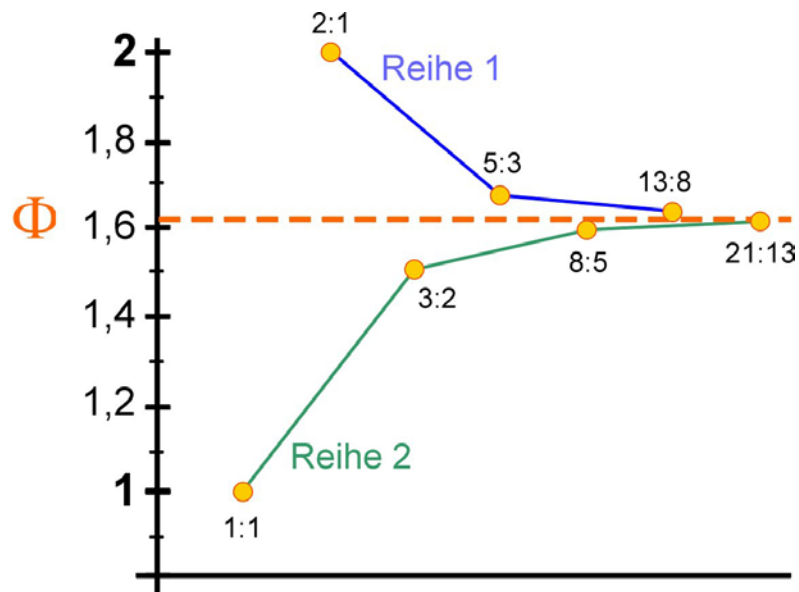


Abb. 16: Das Verhältnis zweier aufeinander folgender Fibonacci-Zahlen nähert sich symmetrisch in zwei Reihen, abwechselnd von oben und unten, immer mehr der Zahl Phi an.

Nähere Untersuchungen der Blattstellungsgeometrien anfangs des 20. Jahrhunderts ergaben weitere Besonderheiten: Beide unterschiedlichen Blattstellungstypen, sowohl die symmetrische als auch die asymmetrische, demonstrieren im Anfangsstadium des Wachstums, am Vegetationsscheitel, eine gemeinsame, konstante Blattstellung. Das heißt bevor sich die artspezifischen Blattstellungstypen entwickeln, existiert eine Art Urform. Innerhalb dieser Urform entsprechen die Stellungswinkel der späteren Blätter der Limitdivergenz der Fibonacci-Reihe, mit anderen Worten dem Goldenen-Schnitt-Verhältnis. Im Anfangsstadium des Wachstums findet sich demnach immer wieder eine sehr enge Annäherung an den Grenzwert der Fibonacci-Reihe, der auf den Vollkreis von 360° bezogen $137^\circ 30'$ ausmacht ($360^\circ : 137^\circ 30' = 1 : 0,618\dots$). Dieser Winkel prägt anfänglich alle Blattstellungsgeometrien. Aus jener Anlage entwickelt sich dann durch sekundäre Wachstumsfaktoren die spätere Blattstellungsarchitektur (ITERSON 1907, HIRMER 1922). Der goldene Schnitt zeigt sich wiederum als Bindeglied zwischen Symmetrie und Asymmetrie; diesmal als archetypische Ursprungsform der diversen Blattstellungsvarianten. Je weiter die Entwicklung fortschreitet, desto mehr also entfernt sich die Pflanze von dem »Urbild« des goldenen Schnittes und entwickelt eine für ihre Art typische Blattstellung. Die Verhältnismäßigkeiten des goldenen Schnittes finden sich dann nicht mehr in einer direkten

Umsetzung, sondern nur noch im Zusammenhang der einzelnen Blattstellungstypen (Fibonacci-Reihe), deren Grenzwert sich, wie gezeigt, der Zahl Phi annähert.

Alles in allem gilt heute die Fibonacci-Reihe als ein anerkanntes Wachstums- und Entwicklungsmuster in der Pflanzenwelt. Auch der Zusammenhang zu den Proportionen des goldenen Schnittes ist unbestritten. Es fällt nun schwer, aus diesen Zusammenhängen nicht die Schlussfolgerung zu ziehen, dass es sich hier um eine der Urformen natürlicher Prozesse handelt. Der in den USA lebende ungarische Architekt und Botaniker Györgi Doczi, der sehr ausführlich und eindrucksvoll den goldenen Schnitt als universelles Ganzheitsmuster in der Natur belegt hat, schreibt angesichts dieser Erkenntnisse (G. Doczi, in: GOWLETT 1985): »Auch wir, die wir uns nicht mehr vor rachsüchtigen Göttern fürchten, empfinden Ehrfurcht und Staunen angesichts dieser unerwarteten Präzision eines Wachstumsmusters der Natur.«

Das Beispiel der Fibonacci-Reihe zeigt, dass der goldene Schnitt nicht nur das Produkt menschlichen Schönheitsempfindens ist, sondern als objektives Entwicklungsmuster in der Natur vorkommt. An dieser Stelle wird Goethe schon verständlicher mit seiner Behauptung, dass Schönheit eine Manifestation von Naturgesetzen ist. Biologen vermuten, dass die Fibonacci-Reihe und der goldene Schnitt vor allem deswegen optimale Entwicklungs- und Konstruktionsprinzipien sind, da sie Ausdruck einer maximalen Vereinfachung numerischer Beziehungen sind (RADIUK 2001). Der goldene Schnitt als einfachste Urform jeglicher Gestaltung? Eine mathematische Analyse verdeutlicht dies.

Die Mathematik

Erwähnenswert sind vor allem zwei mathematische Besonderheiten im Zusammenhang mit der Zahl Phi:

Die Besonderheit der Zahl:

Die Maßzahl des goldenen Schnitts gehört zu den irrationalen Zahlen, das heißt sie ist nicht durch Brüche ganzer Zahlen darstellbar, wie zum Beispiel $1/3$. Nun scheint es, als wären alle irrationalen Zahlen gleich irrational, aber einige irrationalen Zahlen sind irrationaler als andere. Das lässt sich folgendermaßen verstehen: Wenn man das Maß für die Irrationalität darin sieht, inwieweit man sie mit Hilfe von rationalen Zahlen in die Nähe dieser irrationalen Zahl bringen kann, dann lassen sich verschiedene Stufen der Irrationalität beschreiben. In der so entstehenden Kette der irrationalen Zahlen bildet die goldene Zahl Phi das Schlusslicht. Phi ist die *irrationalste aller irrationalen Zahlen!* Das wirkt erst einmal erstaunlich, denn es besagt nichts anderes, als dass wir gerade das Irrationalste als

besonders harmonisch empfinden. Das von uns als wohlproportioniert Empfundene ist nicht nur das Gegenteil des Rationalen, es hat sogar eine maximale Entfernung zu ihm. Wir erfahren hier gerade das Gegenteil dessen, was uns die formale Logik glauben macht. Hier berühren sich die Extreme, Rationalität und Irrationalität, Schönheit und Chaos. Das Irrationale, nicht vollständig Erfassbare findet sich nicht etwa im Ungeordneten, Unangenehmen, wie man meinen würde, sondern ist darüber hinaus auch noch Ausdruck des Schönen und Wohlproportionierten. Wieder treffen bei der Betrachtung des goldenen Schnittes scheinbar widersprüchliche Qualitäten aufeinander. Einmal mehr wird deutlich, dass dieses Zahlenverhältnis bei der Vereinbarung von Gegensätzen eine besondere Rolle zu spielen scheint. Die rein mathematische Betrachtung der Zahl Phi macht ihre Sonderstellung innerhalb der Zahlen offensichtlich.

Die »schöne« Formel:

So lässt sich über die Verhältnismäßigkeiten der drei Größen Minor, Major und das Ganze eine einfache Formel für die Berechnung der Zahl Phi ableiten. *Abbildung 17* zeigt die klassische und gleichzeitig bekannteste Formel zur Ermittlung der Proportionen des goldenen Schnittes.

$$\Phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,618..$$

Abb. 17: Die »klassische« Formel zur Berechnung der Zahl Phi

Neben der erwähnten gibt es noch eine weitere Formel zur Berechnung der Zahl Phi, die bis heute, selbst in mathematischen Kreisen, noch meist unbekannt ist. Jeder mathematische Bruch ist durch sogenannte »Kettenbrüche« darstellbar (PEITGEN & al. 1992). Das gilt wohlgerneht für *jede* Art von Bruch! Bei Kettenbrüchen handelt es sich um Simplifizierungen des ursprünglichen Verhältnisses durch eine Aufschlüsselung in mehrere einfache Brüche. *Abbildung 18* zeigt ein sol-

$$\frac{57}{17} = 3 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{5}}}$$

Abb. 18: Beispiel für eine Kettenbruchdarstellung eines bestimmten Verhältnisses

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \dots}}}}$$

ches Beispiel. Zähler jedes einzelnen Bruches ist die Zahl *Eins*. Auch dies gilt für alle denkbaren Brüche und Verhältnisse! In Bezug zur Zahl Eins ist demnach *jedes* rationale Verhältnis darstellbar.

Abb. 19: Kettenbruchdarstellung einer irrationalen Zahl, hier am Beispiel der $\sqrt{2}$

Neben allen normalen Zahlen und Bruchzahlen ist auch jede irrationale Zahl durch einen Kettenbruch darstellbar. Der einzige Unterschied besteht darin, dass Kettenbrüche irrationaler Zahlen unendlich lange Wiederholungen eines gleichen Grundelements sind. *Abbildung 19* verdeutlicht dies anhand der irrationalen Zahl $\sqrt{2}$. Der Kettenbruch ist demnach ein mathematisches Verfahren, mit welchem jede Zahl und jedes Zahlenverhältnis ausgedrückt werden kann. Auch die irrationale Zahl Phi ist in Form eines Kettenbruches darstellbar. Dabei ergibt sich folgende, höchst einfache Formel für die Berechnung der Zahl Phi (*Abb. 20*).

$$\Phi = 1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}}$$

Abb. 20: Kettenbruchdarstellung der Zahl Phi

Die Zahl des goldenen Schnittes zeigt damit innerhalb der Kettenbruchdarstellungen eine einzigartige Stellung: Der Kettenbruch zur Berechnung der Zahl Phi besteht als einziger unter allen denkbaren aus nur einer Zahl! Damit aber nicht genug. Der goldene Schnitt errechnet sich darüber hinaus aus der Zahl Eins. Die Zahl Phi ist demnach »Ausdruck der Zahl Eins«. Es kann also auf die Besonderheit hingewiesen werden, dass die *irrationalste* Zahl sich durch den *einfachsten* Kettenbruch errechnet! Das Irrationalste lässt sich nicht etwa nur durch einen komplizierten mathematischen Zusammenhang beschreiben, sondern ist vor allem Ausdruck einer der einfachsten Verhältnisse – Ausdruck der einfachsten Zahl! Die oben erwähnte Vermutung, dass der goldene Schnitt aufgrund seiner maximalen Simplifizierung das Urverhältnis jeglicher Zusammenhänge darstellt, wird evident. Die goldenen Proportionen und ihre unmittelbare Erscheinung in der Fibonacci-Reihe sind Ausdruck einer maximal vereinfachten Information, die ausschließlich durch die Zahl Eins und das Additions- wie Divisionsgesetz beschrieben wird. Die Natur bevorzugt dieses Verhältnis in zahllosen Erscheinungen. Es muss sich demnach um ein Lebens- und Entwicklungsprinzip schlechthin handeln.

Eine andere Ausdrucksweise für die gleiche Formel zeigt *Abbildung 21*.

$$\Phi = \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1 + \dots}}}}}$$

Abb. 21: Einfache Formel zur mathematischen Darstellung der Zahl Phi

Auch diese zweite Herleitung spart nicht an Kuriositäten. Sie zeigt in etwa die gleichen mathematischen Eigenarten wie die Kettenbruchdarstellung der Zahl Phi. Die Formel unterliegt im Aufbau dem gleichen Prinzip, wie es durch die geometrische Ausdrucksweise des goldenen Schnittes (Abb. 4 und 6) zum Vorschein kommt. So wie Minor eine Beziehung zum Major hat, so hat auch in der Formel jedes Element eine Beziehung zum über- und zum untergeordneten Element. Jedes nächste Glied steht unter dem Wurzelzeichen des vorhergehenden. Damit besteht immer ein Zusammenhang zum nächsthöheren, ähnlich der stetigen Beziehung vom Minor zum Major. Gerade das besondere Verhältnis des Ganzen und seiner Teile zueinander ist ja Entstehungsweise des goldenen Schnittes. Als weitere Besonderheit darf gelten, dass es sich bei der Rechenoperation immer auch um Additionen handelt. Der goldene Schnitt ist Ausdruck eines Additionsverhältnisses, wie wir ihm bereits als Grundprinzip innerhalb der Fibonacci-Reihe begegnet sind. Man kann schlicht sagen: Die Formel ist schön.

Die mathematischen Ausführungen zeigen auf imposante Art, dass der goldene Schnitt und die Zahl Phi eine »unbezweifelbar zentrale Rolle innerhalb der Mathematik« einnehmen (BEUTELSPACHER & PETRI 1995). Das Rätsel ihrer elitären Stellung innerhalb der Mathematik war bisher allerdings ungeklärt. Es ist anzunehmen, dass sich eine befriedigende Erklärung der Sonderstellung der Zahl Phi nicht allein aus einer mathematischen Analyse finden lässt. Denn die Kenntnis der mathematischen Regeln, mit denen der goldene Schnitt errechnet oder geometrisch konstruiert wird, bedeutet ja noch nicht, seinen inhaltlichen Charakter erfahren zu haben. Die mathematischen Zusammenhänge können jedoch helfen, den Zugang zum universalen Charakter der Proportio divina und seiner eindrücklichen Verbindung zur Schönheit zu finden. Carl Friedrich von Weizsäcker vermutete, »vielleicht ist die allgegenwärtig verborgene Mathematik der Natur der Seinsgrund aller Schönheit.« (VON WEIZSÄCKER 1995)

Die Quintessenz

Es handelt sich beim goldenen Schnitt um ein Proportionsverhältnis, welches vom Menschen als schön und harmonisch empfunden wird. Dieses wurde in der Vergangenheit sowohl unbewusst (Steinkeile) als auch bewusst (Parthenon) umgesetzt. Das subjektiv vom Menschen als schön empfundene Verhältnis kommt auch objektiv als durchgängiges Entwicklungsmuster in der Natur vor. Eine Ausdrucksweise dafür ist die Fibonacci-Reihe. Selbst innerhalb der von einer strengen Logik geprägten Mathematik demonstriert die Zahl Phi eine außergewöhnliche Stellung. Es fällt schwer, aus diesen Übereinstimmungen nicht die Schlussfolgerung zu ziehen, dass wir es hier mit einer der Urformen und -prinzipien natürlicher Prozesse zu tun haben.

Der Goldene Schnitt und sein In-Erscheinung-Treten sind stets mit sich scheinbar widersprechenden Gegensätzen verbunden, wie sie größer nicht sein könnten:

- Dazu zählen der Widerspruch von »Rationalität« und »Irrationalität«, die im Begriff des Schönen aufeinandertreffen. Wie uns der goldene Schnitt gezeigt hat, ist Schönheit nicht nur Ausdruck einer rationalen Ordnung, sondern ebenso zugleich Ausdruck einer Irrationalität. Das demonstriert uns die Tatsache, dass die irrationalste Zahl, die der Mensch kennt (Phi), uns im Gewand der Schönheit begegnet. Der Mensch glaubt mitunter durch seine Fähigkeit zur Rationalität, das Irrationale und ihn vermeintlich Bedrohende aus der Welt schaffen zu können. In Wirklichkeit entspringt auch dem Irrationalen Harmonie und Schönheit.
- Jene für den Menschen maximal erscheinenden Widersprüche verbildlicht der goldene Schnitt in einem weiteren Gegensatz, nämlich im mathematischen Modell von »Symmetrie« und »Asymmetrie«. Während die Symmetrie offenkundig eine große Nähe zum sogenannten Schönen hat, erweist sich auch die Asymmetrie des goldenen Schnitts als eine Darstellungsseite des Schönen.
- Hinzu kommt schließlich der Gegensatz von »Subjektivismus« und »Objektivismus«, welche in der Proportio divina eine Gemeinsamkeit finden: Das subjektive Schönheitsempfinden des Menschen, welches in der Kunst und in der Architektonik klassischer Bauten zum Ausdruck kommt, bringt genauso die Proportionen des goldenen Schnittes zum Vorschein, wie das objektive Entwicklungsmuster der Natur in Form der Fibonacci-Reihe.

Wie die Beispiele zeigen, nimmt der goldene Schnitt eine zwischen zahlreichen Dualismen vermittelnde Position ein. Über diesen die Gegensätze verbindenden Charakter des goldenen Schnittes können wir uns dem Geheimnis der Schönheit folgendermaßen annähern:

Die Symbiose der Gegensätze, wie sie der goldene Schnitt verwirklicht, erzeugt den Ausdruck vollendeter Harmonie und Schönheit. Der Grund ist eine allem zugrundeliegende Ganzheit. Diese erhebt sich über den maximalen Widerspruch der verschiedenartigen Gegensätze zur Komplementarität. Der Bezug jedes einzelnen Teiles (Minor und Major) zum Ganzen schafft im Betrachter ein Bild der Einheit und Vollkommenheit. Schönheit ist demnach im Sinne des goldenen Schnittes das Erkennen des unauflöselichen Zusammenhangs vom Ganzen und seiner Teile. Schönheit ist ein Ausdruck des Ganzen durch die Integration zweier scheinbar unvereinbarer Gegensätze. Da sind wir wieder bei Pythagoras: »Das Gleichnis dessen, der die höchste Vernunft besitzt, ist und kann nur die Fähigkeit sein, die Beziehungen zu erkennen, die auch Dinge einen, die scheinbar keinerlei Verbindungen zueinander haben.« (Pythagoras)

Der verbindende Charakter des goldenen Schnittes ist ein Entwicklungsideal und Muster der Natur, dass in allen ihren Erscheinungen zum Vorschein kommt. Im Sinne des Additions- und Bezugsgesetzes, welches unter anderem in der Fibonacci-Reihe zum Ausdruck kommt, geht kein Element verloren, sondern ist stets Teil eines Ganzen. Damit stößt der goldene Schnitt das Tor zu einer übergeordneten Problematik auf, die alle Lebensbereiche umfasst. Es stellt sich doch die Frage nach dem Verhältnis des Teiles zum Ganzen oder nach der Vereinbarung von Gegensätzen in allen Bereichen des Lebens. Im Sinne des goldenen Schnittes könnte es zu einer Art Handlungsmaxime werden, das Andersartige, den Gegensatz nicht aus der Welt zu schaffen, sondern unter einem übergeordneten Blickwinkel, in Bezug zum Ganzen, mit einzubeziehen. In diesem Zusammenhang wird auch aus heutiger Sicht neu verständlich, weshalb für die alten Griechen alles Existierende, eben der gesamte Kosmos dem »Schönen« angehörte.

Der goldene Schnitt lehrt uns, dass das Irrationale und das Nichtrechenbare Bestandteil der Natur sind, nicht jedoch im Sinne des Unharmonischen und Hässlichen, sondern als Teil des Schönen und Wunderbaren. Wir können die Prinzipien der Natur erfassen und sogar das Schöne als »eine Manifestation geheimer Naturgesetze« verstehen. Als Teil des Ganzen können wir aber nicht die Natur der Ganzheit entzaubern, denn » ... sie schafft ewig neue Gestalten; was da ist, war noch nie; was war, kommt nicht wieder – alles ist neu und doch immer das Alte.« Auch dies stammt aus den Werken desselben Dichterkönigs (Goethes Werke 1893).

Literatur

- BEUTELSPACHER, A. & PETRI, B. (1995): Der goldene Schnitt. Heidelberg
- BATES, B. & CLEESE, J. (2001): The Human Face. British Broadcasting Corporation
- DOCZI, G. (1996): Die Kraft der Grenzen. Harmonische Proportionen in Natur, Kunst und Architektur. Stuttgart
(Titel der Originalausgabe: The Power of Limits, Colorado/USA 1981)
- ECKERT, M. A. & al. (2003): Anatomical correlates of dyslexia: frontal and cerebellar findings. *Brain* **126**(2): 482 - 494
- GANGESTAD, S. W. & al. (1994): Facial attractiveness, development stability, and fluctuating asymmetry. *Ethol. Sociobiol.* **15**: 73 - 85
- GOETHES WERKE (1893). Herausgegeben im Auftrage der Großherzogin Sophie von Sachsen. II. Abtheilung, 11. Band, S. 5. Weimar
- GOWLETT, J. A. J. (1985): Auf Adams Spuren. Die Archäologie des frühen Menschen. Freiburg
- GRAMMER, K. & THORNHILL, R. (1994): Human (*Homo sapiens*) facial attractiveness and sexual selection: the role of symmetry and averageness. *J. Comp. Psychol.* **108**: 233 - 242
- GREEN, C. D. (1995): All that glitters: a review of psychological research on the aesthetics of the golden section. *Perception* **24**(8): 937 - 968
- HAGENMAIER, O. (1988): Der goldene Schnitt. Ein Harmoniegesetz und seine Anwendung. Augsburg
- HIRMER, M. (1922): Zur Lösung des Problems der Blattstellungen
- ITERSON, R. (1907): Mathematische und mikroskopisch-anatomische Studien über Blattstellungen
- JAVAHERI, D. S. & SHAHNAVAZ, S. (2002): Utilizing the concept of the golden proportion. *Dent. Today* **21**(6): 96 - 101
- KTeV COLLABORATION (1999): Observation of direct CP violation in $K_{S,L} \rightarrow \pi\pi$ decays. *Phys. Rev. Lett.* **83**: 22 - 27
- LANGLOIS, J. H. & al. (2000): Maxims or myths of beauty? A metaanalytic and theoretical review. *Dev. Psychol.* **35**(3): 390 - 423
- LEVIN, E. I. (1978): Dental esthetics and the golden proportion. *J. Prothet. Dent.* **40**(3): 244 - 252
- MARQUARDT, S. R. (2002): Dr. Stephen R. on the Golden Decagon and human facial beauty. Interview by Dr. Gottlieb. *J. Clin. Orthod.* **36**(6): 339 - 347
- MOESSEL, E. (1926): Die Proportion in Antike und Mittelalter. München
- PEERLINGS, R. H. & al. (1992): Esthetics of face; development of a scale for the measurement of facial esthetics. *Ned. Tijdschr. Tandheelkd.* **99**(2): 60 - 62
- PEITGEN, H. & al. (1992): Fractals for the classroom. Part one – Introduction to fractals and chaos. New York
- RADIUK, M. S. (2001): The biological essence of the golden section. *Zh. Obshch. Biol.* **62**(5): 403 - 439
- RHODES, G. & al. (2001): Attractiveness of facial averageness and symmetry in non-western cultures: in search of biologically bases standards of beauty. *Perception* **30**(5): 611 - 625

- RIKOWSKI, A. & GRAMMER, K. (1999): Human body odour, symmetry and attractiveness. Proc. Royal Soc. London **266**: 869 - 874
- RUBENSTEIN, A. J. & al. (1999): Infant preferences for attractive faces: a cognitive explanation. Dev. Psychol. **35**(3): 848 - 855
- VON WEIZSÄCKER, C. F. (1995): Die Einheit der Natur. München
- WU, C. S. (1959): Parity Experiments in Beta Decays. Columbia University, New York, New York. Rev. Mod. Phys. **31**: 783 - 790
-