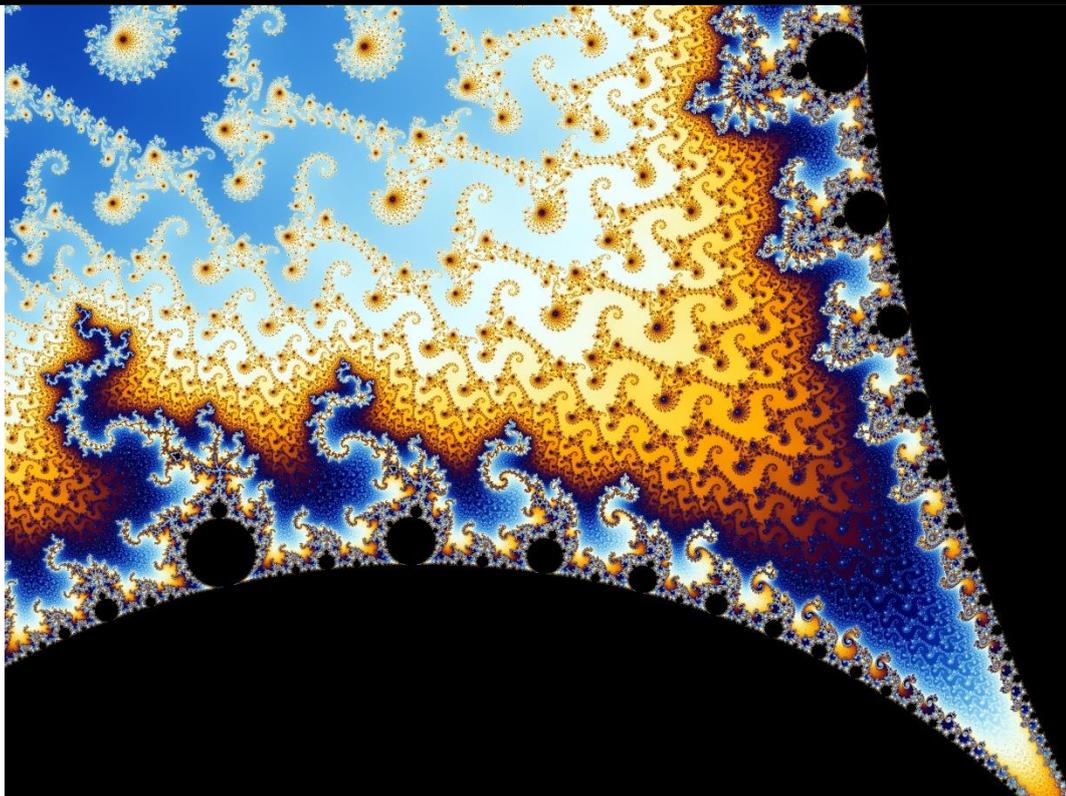


„Gratwanderungen“

Schöpfungstheologische Perspektiven im Dialog mit der Zeittheorie Friedrich Cramers



Masterarbeit

Erstgutachter: Apl. Prof. Dr. Joachim von Soosten

Zweitgutachter: Prof. Dr. Markus Mühling

Sommersemester 2024

Dr. Cornelia Wissemann-Hartmann

KiHo Wuppertal

Matr.-Nr. 6971

INHALTSVERZEICHNIS

Intro Mathematische Psalmen	2
1 Einleitung.....	4
2 Biblische Hermeneutik zu Schöpfungspsalmen.....	5
2.1 Lob der Schöpfung	5
2.2 Schöpfungspsalmen	6
2.3 Elemente der Betrachtung	7
2.3.1 Beziehungsgeflecht zwischen den Begriffen.....	7
2.3.2 Systematische Bemerkungen zu den Begriffen.....	9
2.4 Psalm 19: „Die Himmel rühmen die Herrlichkeit Gottes“.....	15
2.4.1 Der Psalm mit Farbschema	15
2.4.2 Gliederung, Farbschema und Analyse des Beziehungsgeflechts	18
2.5 Psalm 104: „Licht ist dein Kleid“	22
2.5.1 Der Psalm mit Farbschema	22
2.5.2 Gliederung, Farbschema und Analyse des Beziehungsgeflechts	26
2.6 Vergleich der beiden Psalmen.....	27
3 Chaostheorie und der Zeitbaum von Friedrich Cramer	29
3.1 Chaotische Prozesse.....	29
3.1.1 Verhulst-Dynamik, das Wetter und seltsame Attraktoren	30
3.1.2 Die Feigenbaumzahl δ	33
3.1.3 Selbstähnlichkeit und Fraktale	35
3.1.4 Julia-Mengen	37
3.1.5 Die Mandelbrotmenge.....	39
3.1.6 Schöne Varianten der Mandelbrotmenge	43
3.2 Der goldene Schnitt	45
3.2.1 Der goldene Schnitt und die Schönheit	45
3.2.2 Die Fibonacci-Zahlen.....	47
3.2.3 Die goldene Zahl ϕ	50
3.3 Zeitbegriffe	54
3.3.1 Die Lineare Zeit und die zirkuläre Zeit in der Antike	54
3.3.2 Absolute Zeit in der Neuzeit.....	61
3.3.3 Zeitaspekte in den jüngeren naturwissenschaftlichen Theorien	63
3.3.4 Der Zeitbaum von Friedrich Cramer	66
4 Zusammenführung.....	77
4.1 Die Schönheit in der Schöpfungstheologie der Psalmen.....	77
4.2 Die Schönheit in den Naturwissenschaften und der Mathematik	77
4.3 Die Schönheit bei Cramer.....	78
4.4 Synthese	78
5 Fazit	81
6 Literaturverzeichnis.....	82
7 Abbildungsverzeichnis.....	85
8 Selbstständigkeitserklärung	87

Intro Mathematische Psalmen

Psalm 161 Φ ¹

*Die Sonnenblumen bilden Spiralen
mit Fibonaccizahlen.*

*Die Fibonaccizahlen streben
im benachbarten Verhältnis
gegen die goldene Zahl.*

*Der goldene Schnitt
zerteilt die Fläche
in harmonische Teile.*

*Wer weiß, wie Harmonie entsteht?
Wie unser Herz und Sinn Ästhetik
bewerten?*

*Die Formeln hinter den Zahlen
entstammen einer höheren Ordnung.*

*Kommt sie von Dir, Weisheit?
Ich danke Dir dafür, Herr.
In ihr kann ich mich geborgen
fühlen.²*

Psalm 466 δ ³

*Verzweigungen perlen
den Zeitstrahl entlang.
Das Chaos folgt seinen
deterministischen Regeln
und bringt Objekte auf seltsame Bahnen
um fremde Attraktoren.*

*Das mathematische Chaos
formt unseren Lebensweg,
keine Flucht, kein Wille bringt uns
anderswo hin.*

*In Bifurkationen liegt die Zukunft und
die Feigenbaumzahl bestimmt,
wie weit wir vordringen.*

*Lass uns dennoch
an Deine Führung glauben, an deinen
weisen Ratschluss,
an deinen Plan für unser Leben
Adonai, Heilige.*

¹ 161 ist die Zahl, die aus 100 Φ entsteht, wenn man die Nachkommastellen abschneidet.

² Vgl. Benz 2023.

³ 466 ist die Zahl, die aus 100 δ entsteht, wenn man die Nachkommastellen abschneidet.

Psalm 314 π ⁴

Rund bist Du, ganz rund.

Aber viel mehr noch:

Unendlich.

Anfang und Ende

sind eins, ununterscheidbar.

Dir folgen die Kreise und Schwingungen.

Überall hast Du Deine Kräfte im Spiel.

Du verbindest Dich mit e und i zur harmonischsten Formel $e^{i\pi} + 1 = 0$
und zeigst: ich bin da.

Hat Gott Dich benutzt als sein Werkzeug,
um Harmonie und Schönheit zu verbinden?

Höchste, siehe auch da bist Du,

Du hast sie geschaffen, damit sie kündigt

Deiner Hände Werk und Deine Weisheit.

Halleluja.

⁴ 314 ist die Zahl, die aus 100 π entsteht, wenn man die Nachkommastellen abschneidet.

1 Einleitung

In dieser Arbeit werden zwei Psalmen, die Psalmen 19 und 104, auf ihre schöpfungstheologischen Aussagen untersucht. Dazu werden Schlüsselbegriffe gewählt und das Beziehungsgeflecht dieser Begriffe untereinander betrachtet.

Eine zweite Säule bildet die Zeittheorie von Friedrich Cramer und der von ihm entwickelte Zeitbaum.

„Eine der aufregendsten Entdeckungen der letzten Jahre“, schrieb die Presse zum Erscheinen des [Buches der] Zeitbaum. „Friedrich Cramer stellt hier einen neuen, umfassenden Zeitbegriff vor, der den aktuellen Erkenntnissen in Physik, Chaostheorie, Kosmologie und Biologie Rechnung trägt. So ist ein Handbuch entstanden, das für den Wissenschaftler wie für den Laien gleichermaßen zum Lesen und Nachschlagen dienen kann.“

Grundlage dieses Stranges ist das Buch „Gratwanderungen“⁵ von Cramer, in dem er auch einen Überblick über die zugrundeliegende mathematische Theorie gibt. Dazu wird hier im Vorfeld die Chaostheorie dargestellt und Wissen über den goldenen Schnitt vermittelt, beides ist eine Voraussetzung zum Verständnis des Buches.

Die Arbeit endet mit einem Überblick über die Schönheit in den betrachteten Gebieten, der Schöpfung, der Naturwissenschaft und bei Cramer, und gibt dann eine Synthese und ein Fazit.

⁵ Cramer 1995.

2 Biblische Hermeneutik zu Schöpfungspsalmen

2.1 Lob der Schöpfung

Es mag überraschend klingen, aber das Lob der Schöpfung und des Schöpfers steht im Alten Testament nicht an erster Stelle der Wichtigkeit. So sind bedeutende Schöpfungstexte wie Genesis 1 oder das Weisheitslied mit der Schöpfung in Sprüche 8 nachexilischen Ursprungs. Auch wenn die Bibel mit dem Schöpfungstext beginnt, ist dies nicht ein älterer Text. „Am Anfang schuf Gott den Himmel und die Erde.“⁶

Für Israel steht diese Aussage nicht oben in der Rangfolge der Wichtigkeit, da dies klar ist. Es ist ein gesetztes Faktum, dass Gott der Schöpfer ist. Wichtiger in der Gotteserfahrung ist die Tatsache, dass Gott das Volk errettet hat. Dahin sind die Heilserfahrungen formuliert, die mit der Errettung aus Ägypten einhergehen, „Jahwe hat Israel aus Ägypten geführt“. Das ist wichtiger, weil es das Besondere ist an der Beziehung zwischen Gott und seinem Volk.

Ein Schöpfungsglaube setzt nach alttestamentlichem Verständnis eine Entscheidungssituation voraus, in der dieser Glaube zum Tragen kommt. Ein derart allumfassendes Wort wie Schöpfungsglaube im Deutschen gibt es im Hebräischen nicht. In diesem Sinne kann die Schöpfung nicht Gegenstand des Glaubens sein. Sie ist eine Voraussetzung, an der nicht gezweifelt wird.

Das Loben der Schöpfung hat Israel übernommen „als theologisches Erbe Kanaans“⁷, hat die Vorstellungen aufgenommen und mit dem Heilsgedanken verbunden und angepasst. Erst nach dem Exil, nach der Zerstörung des Tempels 587 v. Chr. gewann der Schöpfungsglaube stärkere Bedeutung, wurde ausformuliert und als eigenständige Texte eingebracht. Dabei war der Gedanke, dass ein Gott, der Heil schaffen will, dieses Heil im Schöpfungsglaube auch schaffen kann.

In den Psalmen und auch an anderen Stellen gibt es sehr wohl auch Schöpfungsaussagen, die älter sind und dann auch in einer anderen Weise formuliert sind.

⁶ Vgl. Boecker 2008.

⁷ Vgl. Boecker 2008, S. 20-24.

Boecker begründet die Stellung des Schöpfungsberichts Genesis 1 am Anfang der Bibel als Ausdruck der Tatsache, dass die Erwählung des Volkes Israel eingebettet wird in diese universale Schöpfungsgeschichte, dass so die Erwählung universale Bedeutung hat.

2.2 Schöpfungspsalmen

Schöpfungspsalmen sind solche, in denen das Lob der Schöpfung oder des Schöpfers im Zentrum steht. Nach Boecker sind dies vor allem die Psalmen 8, 19, 104 und 136. Dabei sind diese von der Gattung her alles Hymnen, also Lobpsalmen, in denen die Schöpfung den zentralen Inhalt darstellt. Wir wollen uns mit den Psalmen 19 und 104 befassen.

Hier werden Schöpfungsaussagen aus anderen Psalmen vorgestellt, in denen das Schöpfungslob nur am Rande neben anderen Inhalten steht.⁸

Da gibt es die kurze Sequenz „Der Himmel und Erde gemacht hat“, die gleich in 4 Psalmen auftaucht, nämlich in Ps 115,15; 121,2; 124,8 und 134,3. Ohne weitere Erläuterung und Ausschmückung wird hier der Schöpfer mit diesem Attribut gelobt.

Ein anderer Aspekt ist die Aussage in Ps 24,1+2. Dort wird bekenntnisgleich Gott dafür gelobt, dass er die Erde gegründet hat über den Wassern und dass ihm alles gehört, der Erdkreis mit der Fülle und allen, die auf ihm wohnen. Da geht es um die Abgrenzung gegen die Chaosmächte, die die Schöpfung bedrohen und sowohl um die creatio als auch um die conservatio der Schöpfung.

Der Gedanke, dass Gott der Besitzer der Erde und der Himmel ist, klingt auch an in Ps 89,12 und Ps 50,12.

Anderes wird im Geschichtpsalm 78 dargestellt. In diesem zweitlängsten Psalm wird im Vers 69 vom Heiligtum geredet: „er baute sein Heiligtum wie Himmelshöhen, wie die Erde, die er für alle Zeit gegründet“. Hier klingt der zeitliche Aspekt der Ewigkeit durch, der wichtig ist für die Verlässlichkeit des Schöpfergottes, und das Heiligtum wird mit dem Himmel verglichen.

Im Psalm 135, der ebenfalls zu den Geschichtspsalmen zählt, vergleicht der Beter Jahwe mit anderen Göttern und beschreibt, wie Jahwe alles macht, was ihm gefällt. Dazu zählt er alles im Himmel, auf Erden, im Meer und in allen Tiefen. Im

⁸ Vgl. Boecker 2008, S. 25-27.

Vers 7 beschreibt er Wetterphänomene. Hier wird Gottes Größe vorgestellt, er ist mächtig über alle Teile der Erde und regiert das Wetter. Die Forschung vermutet, dass sich diese Verse gegen den kanaanäischen Gott Baal wenden.

Lob des Schöpfers gibt es also zahlreich mit je eigener Ausprägung. Hervorgehoben werden soll noch einmal der Aspekt der Ewigkeit, der im Ps 78 auftaucht für einen verlässlichen Gott, der die Schöpfung für alle Zeit gründet.

2.3 Elemente der Betrachtung

Die Schöpfungstheologie in den beiden betrachteten Psalmen soll unter 8 Aspekten untersucht werden. Wie ein Puzzle füllen diese Aspekte den Begriff der Schöpfungstheologie und werfen unterschiedliche Schlaglichter auf die Hymnen. Die Wahl dieser Aspekte ist nicht zwingend, man hätte auch andere Begriffe verwenden können, aber dies deckt die Schöpfung gut ab.

Diese Begriffe sind:

Herrlichkeit und Schönheit

Weisheit

Schöpfungsatem

Werden und Vergehen

Chaos-elemente

Ordnung und Maße

Unverfügbarkeit

Resonanz

Besonderer Wert wird in dieser Arbeit dem Begriff der Schönheit zukommen.

In einem ersten Schritt stellen wir Beziehungen zwischen den Begriffen auf und erläutern sie dann systematisch. Danach wenden wir sie in den nächsten beiden Kapiteln auf die Psalmen an.

2.3.1 Beziehungsgeflecht zwischen den Begriffen

Die erste naheliegende Ordnung ist die Gruppierung in Zweierblöcke. So ergänzen sich – fast zufällig - jeweils zwei Begriffe zu einem Beobachtungsaspekt:

Herrlichkeit und Schönheit

Weisheit

Diese beiden Begriffe sprechen von den Grundlagen göttlichen Wirkens.

Schöpfungsatem

Werden und Vergehen

begleiten den Werdens-Prozess von Beginn bis zum Abschluss des Vergehens.

Chaosselemente

Ordnung und Maße

bezeichnen die gegensätzlichen Kräfte und Strukturierung des vorhandenen Seins.

Unverfügbarkeit

Resonanz

sprechen von den Beziehungen der Schöpfungsobjekte untereinander und dem unverfügbaren Handeln Gottes.

Die Gruppen bekommen im Text je eine einheitliche Farbe als Unterlegung und innerhalb der Gruppe wird die Schriftfarbe dann unterschiedlich gewählt. Wie dies gewählt ist, zeigt die folgende Graphik, so ist z.B. das Paar Herrlichkeit und Schönheit mit Weisheit gelb unterlegt, die Herrlichkeit und Schönheit trägt schwarze Schrift, die Weisheit orange Schrift. So sind sie als Gruppe gekennzeichnet, aber doch unterschieden. In der folgenden Graphik werden nun weitere Beziehungen zwischen den Gruppen dargestellt.

Wir sehen hier 7 weitere Beziehungen für die folgende Untersuchung. So stehen Schöpfungsatem und Herrlichkeit in Beziehung, denn durch den Schöpfungsatem wird die Herrlichkeit hervorgerufen. Die Unverfügbarkeit bezieht sich ebenso auf den Schöpfungsatem, da beide Begriffe beschreiben, dass der Mensch dem Handeln Gottes ohne Einfluss gegenübersteht. Aus Chaos kann Werden und Vergehen gespeist werden. So entstehen in Genesis 1 die Elemente aus den Urfluten. Und auch das Vergehen kann durch Chaos verursacht werden.

Die meisten Beziehungen bestehen zur Ordnung. Werden und Vergehen, Resonanz, die Weisheit und besonders die Herrlichkeit korrespondieren mit der Ordnung. Resonanz spielt sich innerhalb einer strukturierten Welt ab, bezieht sich also auf die Ordnung, die Weisheit ist ein ordnungserzeugendes Element, und Werden und Vergehen geschehen in eine Ordnung herein oder aus ihr hinaus. Die Ordnung ist oft Sinnbild der Herrlichkeit.

Diese Kategorisierung der Aspekte ist allgemein und soll für konkrete Texte nun inhaltlich gefüllt werden. Dabei kann es durchaus vorkommen, dass bestimmte Aspekte in einem speziellen Text leer bleiben und dann folglich auch die Beziehungen zu den korrespondierenden Nachbarn keine Füllung finden. Es kann auch geschehen, dass Worte zu mehreren Aspekten gehören.

Zu untersuchen bleibt, ob diese Kategorien die Texte erfassen und ob bestimmte Aspekte nicht gefüllt werden.

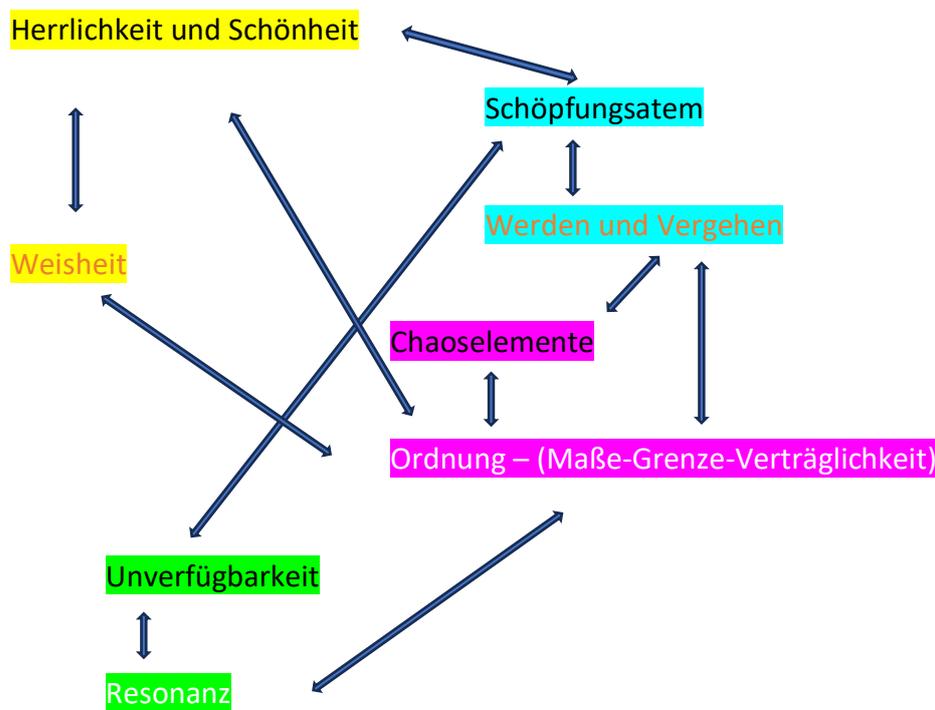


Abb 2.01:⁹ Beziehungsgeflecht der Schlüsselbegriffe

Anhand der Psalmen 19 und 104 soll dieses Beziehungsgeflecht untersucht werden.

2.3.2 Systematische Bemerkungen zu den Begriffen Herrlichkeit und Schönheit

Die Herrlichkeit gilt als Ausdruck der Gottespräsenz, sie zeigt seine Gegenwart in der Schöpfung und bei seinem Volk. Sie benennt Erfahrungen, deren Gegenstand die Unfassbarkeit Gottes ist. Unser Begriff der Schöpfung ist als Ort der Herrlichkeit Gottes weder bloß Materie noch göttlich und unantastbar. In der Herrlichkeit widerfährt dem Geschöpf Gottes Aktivität, dies ist nicht willentlich

⁹ Eigene Abbildung.

erreichbar. Die Herrlichkeit Gottes ist strikt pneumatologisch zu denken. Sie benennt die sinnliche Erfahrbarkeit des Heils.¹⁰

Die Schönheit als ästhetische Dimension des Lebens richtet einen Spiegel auf Gott. Sie gilt als zeichenhafter Verweis auf Gott. Auch der gerechtfertigte Mensch schafft spielerisch Schönes. Schönheit in der Theologie hat fundamentale Bedeutung für den Menschen und alle Werke bedürfen der befreienden Rechtfertigung Gottes.

Kant benennt in seiner Kritik der Urteilskraft von 1790, dass Schönheit kein Prädikat des Objektes ist, sondern ein Reflexionsbegriff. Wenn ein Gegenstand Lust und Freude gewährt, ist er schön. Das Schöne ist ein Symbol des Sittlich-Guten.

Barth dagegen ordnet die Schönheit der Herrlichkeit Gottes ein, und in ihr zeigt sich die Wirkmächtigkeit Gottes.

Der Schönheit werden drei Momente zugeordnet:

- Die Unterbrechung, die sich unverfügbar ereignet als atemberaubender schöner Augenblick,
- das Transzendierungsmoment, in dem durch die Schönheit die Alltagserfahrung überschritten wird und
- die Sinnerfüllung, dadurch, dass die Welt in sich stimmig erscheint.

In diesen Momenten berührt sich die Schönheit mit religiösen Erfahrungen, die Georg Pfleiderer mit der Trinität vergleicht: Sohn, Vater und heiligem Geist.

Ethisch religiöse Lebensführung zeigt ästhetische Erfahrung des Schönen auf.¹¹

Weisheit

Theologie verdankt sich der Weisheit Gottes und ist die Überbietung wissenschaftlichen Wissens. Neutestamentlich ist Jesus Christus die Weisheit für uns. Dies führt zu einem produktiven Streit um die Wirklichkeit. Weisheitliche Orientierung wird nicht verdrängt durch wissenschaftlich-technische Lebenswelt, sondern gerade erst nötig gemacht. Die Personifizierte Weisheit aus Spr 8 z.B. hat auch die neutestamentliche Christologie beeinflusst. Die Alltagsrationalität der alttestamentlichen Spruchweisheit muss neu erschlossen werden. Weisheit ergibt

¹⁰ Vgl. Wolfgang Schoberth: Herrlichkeit, Betz 2008, Bd 3, 1684-1685.

¹¹ Vgl. Georg Pfleiderer: Schönheit, Betz 2008, Bd 7, S. 962.

ein abgewogenes Urteil, keine Spontaneität des Alltags. Neu wiederzugewinnen ist die evangelische Rede von Habitus und Tugend, die Gottes alltägliche Weisheit für seine Geschöpfe sichtbar macht.¹²

Weisheit ist auch gemeinorientalische Philosophie mit je speziellen Ausprägungen. Sie hat in den Literaturformen immer ein belehrendes Anliegen. In ihr wird Erkenntnis mit Hilfe von Erfahrung gesammelt. Das Erkenntnisstreben dient der Erfassung einer Seinsordnung mit ethischer Relevanz, und die Erkenntnis ermöglicht angemessenes Handeln im Sinne des Tun-Ergehens-Zusammenhangs. Weisheitsliteratur deutet und strukturiert Erkenntnis. In Israel gewann dies größere Bedeutung erst in nachexilischer Zeit.¹³

Schöpfungsaatem

Schöpfungsaussagen begegnen im Alten Testament an unterschiedlichsten Stellen, in der Urgeschichte, bei Dtn, im Psalter und in der Weisheit. Wir wollen hier nicht den Begriff der Schöpfung entfalten.¹⁴ Aber in der Liste unserer beschreibenden Merkmale darf der Ausgangspunkt der Schöpfung nicht fehlen. Als solchen verstehen wir den *ruach* als Beginn und Grund der Schöpfung. Als auch poetischer Begriff setzen wir ihn hier bei der Untersuchung der beiden Psalmen dem Werden und Vergehen an die Seite und schauen, ob wir Elemente aufspüren können.

Werden und Vergehen

Das Werden steht als Gegenbegriff zum Sein. So stellt Platon die Phänomene gegen die ewige Idee. Das Werden ist der Übergang vom Nichts ins Sein und umgekehrt vom Sein ins Nichts. Bei Nietzsche finden wir den Aspekt des vergänglichen Charakters des Werdens, darin sieht Nietzsche eine ständig im Fluss bleibende Lebendigkeit von Denken und Leben.¹⁵

Das Vergehen oder die Vergänglichkeit dagegen wird mit dem Tod und Sterben in Verbindung gebracht. So erscheint das Sterben als die Überwindung der

¹² Vgl. Martin Hailer: Weisheit, Betz 2008, Bd 8, S. 1364.

¹³ Vgl. Armin Lange: Weisheitsliteratur, Betz 2008, Bd 8, S. 1366 +1367.

¹⁴ Vgl. Keel und Schroer 2008, S. 15 ff.

¹⁵ Vgl. Friederike Rese: Werden, Betz 2008, Bd 8, S. 1460.

Vergänglichkeit, und die Erlösung entspricht religionsphilosophisch der Unvergänglichkeit. Lebenspraxis ist Wahrnehmen des Ewigen im Vergänglichen. Dogmatisch gehört der Begriff der Sünde zur Vergänglichkeit. Der Mensch ist unsterblich geschaffen, jedoch durch die Sünde der Vergänglichkeit verfallen. Nach Barth wird mit der Überwindung der Sünde die Vergänglichkeit überwunden.¹⁶

Hier im alttestamentlichen Kontext hat besondere Relevanz der Übergang vom Nichts ins Sein.

Chaos

Die Übersetzung von Chaos in klassischer Überlieferung bedeutet „klaffender, gähnender Abgrund“ und ist ein Metabegriff zur Bezeichnung des Ungeordnetseins, sowie der dem Kosmos vorausgehenden Urgegebenheiten.

Prominenter Text zur biblischen Beschreibung des Chaos sind die Passagen in Genesis 1, die sicherlich auf altorientalische und griechische Wissensbestände zurückgeführt werden müssen. Gott schafft aus Erde, Wasser und Finsternis die Schöpfung und dadurch verliert das Chaos seine universale Präsenz.

Chaotische Gegenmächte werden im Zuge des Monotheismus zurückgedrängt, indem sie von Gott überwunden und niedergehalten werden, so auch in Ps 104,5+9. Unterschiedliche Bilder des Chaos sind Erklärungsversuche einer ambivalent erlebten Wirklichkeit.¹⁷

Chaos kann ontologisch als Gegenteil von Ordnung oder Kosmos aufgefasst werden. Es kann aber auch als Möglichkeitsraum aufgefasst werden, aus dem Ordnung hervorgehen kann. Erkenntnistheoretisch wird Chaos auch als Unvoraussagbarkeit verstanden.¹⁸

Damit sind wir beim Chaosbegriff, wie er in der Mathematik und den Naturwissenschaften verwendet wird. Die Welt ist in bestimmten Bereichen determiniert, aber langfristig unvorhersagbar. Dies wird im Kapitel 3 ausführlich vorgestellt.

¹⁶ Vgl. Johannes Zschuber: Vergänglichkeit, Betz 2008, Bd 8, 996+997.

¹⁷ Vgl. Bernd Janowski: Chaos, Betz 2008, Bd 2, S.103+104.

¹⁸ Vgl. Willem B. Drees: Chaos, Betz 2008, Bd 2, S. 105.

Ordnung

Der Begriff der Ordnung wird in verschiedenen Kontexten verwendet, wir konzentrieren uns auf den naturphilosophischen Aspekt.

„Als Ordnung wird ein Gefüge von Elementen bezeichnet, die in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen und einen bestimmten Bereich strukturieren.“¹⁹

In der Kosmologie hat der Begriff eine fundamentale Bedeutung, so schreibt Platon im Timaios über einen Übergang von einem undifferenzierten Urzustand zu einem durch Elemente und Lebewesen gegliederten Ganzen. Aristoteles ordnete die Lebewesen nach immer komplexer werdender Art, um Ordnung zu schaffen. Für viele Autoren ist auch der Mensch ein Mikrokosmos innerhalb eines geordneten Makrokosmos. Die Evolutionstheorie brachte naturphilosophisch eine andere Ordnung in die Struktur des Lebenden. Das Überleben der einzelnen Lebewesen setzt einen hohen Grad an interner Organisation und an Korrelation mit den anderen Lebewesen in einem Ökosystem voraus. Hier sehen wir Referenzen zu unserem Begriff Resonanz.

Für Kant ist Ordnung eine Leistung des denkenden Menschen, so dass kein absoluter Begriff entsteht, sondern ein von der Kultur abhängiger.²⁰

Unverfügbarkeit

Bultmann prägte den Begriff der Unverfügbarkeit für die dogmatische Theologie, indem er sagt, dass Gott für die Wissenschaft nicht als Objekt zur Verfügung steht, also ist die Theologie Wissenschaft ohne verfügbares Objekt. Vielmehr ist Gott Subjekt im Glauben. Ohne dass Gott sich erfahrbar macht, kann es keinen Glauben geben. Der heilige Geist steht am Beginn und in Anfechtungssituationen des Glaubens.

Das hat Auswirkungen auf das Gottesbild: Unabhängig von der Welt hat Gott die souveräne Freiheit, sich in der Geschichte verfügbar zu machen, damit aber auch die Erkenntnis der Unverfügbarkeit zu vermitteln. Jede Offenbarung wird dadurch Selbstoffenbarung Gottes. Das impliziert aber auch die Unverfügbarkeit der Herkunft, des Sinns und Ziels des Menschen. Diese wird in den Grundbestimmungen des christlichen Menschenbildes aufgezeigt, die über

¹⁹ Regine Kather: Ordnung, Betz 2008, Bd 6, S. 632+ 633.

²⁰ Vgl. Regine Kather, Betz 2008.

verschiedene Eigenschaften in der Würde des Menschen gipfelt. Das Reich Gottes ist ebenso unverfügbar und ein göttliches Projekt.²¹

Als letztem kommen wir zum Begriff der

Resonanz

Friedrich Cramer entwickelt in seinem Buch „Symphonie des Lebendigen – Versuch einer allgemeinen Resonanztheorie“²² einen allgemeinen Resonanzbegriff. Er erläutert im Vorwort, was er unter Resonanz verstehen will, und gibt dann über 22 Kapitel Beispiele von Resonanz. Nach der Darlegung einer Zeittheorie spricht er über die Zusammenhänge in der komplexen Welt. Alle schwingenden Systeme können in Resonanz treten, einfach gesagt, zum Mitschwingen veranlasst werden. Resonanz ermöglicht Ganzheit. Da im weitesten Sinne alles Lebendige aufgrund des Welle-Teilchen-Dualismus der Quantentheorie auch Welle ist, kann eine Wechselwirkung auch in der makroskopischen Welt erfolgen. Für Kreisläufe des Lebens, für Ökosysteme bestehen solche Verbindungen, und so trifft es auch auf uns zu, dass wir mit der materiellen, geistigen und emotionalen Welt entweder mitschwingen können oder uns daran stoßen können.²³

Zum Abschluss des Buches folgert er, dass die fünf Grundgrößen, auf denen die Struktur der Welt beruht, diese sind:

1. mathematische und sprachliche Logik, 2. Polarität und Liebe, 3. Zeit und Sein, 4. Fernwirkung und 5. Resonanz.

Und er sagt:

„Resonanz ist es, die die Welt im Innersten zusammenhält.“²⁴

Diesen Resonanzbegriff legen wir nun zugrunde.

²¹ Vgl. Katrin Bosse: Unverfügbarkeit, Betz 2008, Bd 8, S. 811.

²² Vgl. Cramer 1998.

²³ Vgl. Cramer 1998, S. 9+10.

²⁴ Cramer 1998, S. 223.

2.4 Psalm 19: „Die Himmel rühmen die Herrlichkeit Gottes“

2.4.1 Der Psalm mit Farbschema

Gottes Herrlichkeit – sichtbar in der Schöpfung und in seinem Wort

¹ Für den Dirigenten. Ein Psalm Davids.

² Die Himmel verkünden die Herrlichkeit Gottes,
und das Himmelsgewölbe zeigt, dass es das Werk seiner Hände ist.

³ Ein Tag erzählt es dem anderen,
und eine Nacht gibt es der anderen weiter.

⁴ Sie tun es ohne Worte,
kein Laut und keine Stimme ist zu hören.

⁵ Und doch geht ihre Botschaft über die ganze Erde
ihre Sprache bis zum Ende der Welt

Gott hat der Sonne ihren Ort am Himmel gegeben.

⁶ Wie ein Bräutigam aus seiner Kammer hervortritt,
so geht sie am Morgen auf

wie ein freudig strahlender Held läuft sie ihre Bahn.

⁷ Von Horizont zu Horizont vollführt sie ihren Lauf,
nichts kann sich vor ihrer Glut verbergen.

⁸ Das Gesetz des HERRN ist vollkommen,
es stärkt und erfrischt die Seele.

Was der HERR in seinem Wort bezeugt,
darauf kann man sich verlassen,

auch einem Unerfahrenen wird dadurch Weisheit geschenkt.

⁹ Die Anordnungen des HERRN sind wegweisend und erfreuen das Herz.

Das Gebot des HERRN ist klar und deutlich, es schenkt neue Einsicht.

¹⁰ Ehrfurcht vor dem HERRN ist rein in Ewigkeit bleibt sie bestehen.

Die Ordnungen des HERRN sind zuverlässig und entsprechen der Wahrheit,
sie sind ausnahmslos gerecht.

¹¹ Wertvoller als Gold sind sie, kostbarer als eine Menge von feinstem Gold;
sie sind süßer als Honig, ja, süßer noch als Honig, der aus der Wabe fließt.

¹² HERR, auch ich, dein Diener, lasse mich durch sie zurechtweisen;
sie zu befolgen bringt großen Lohn.

¹³ Wem fällt es schon gleich auf, wenn er falsch gehandelt hat?

Sprich mich frei von unbewusster Schuld!

¹⁴ Bewahre deinen Diener vor überheblichen Menschen, lass sie keine Macht über mich gewinnen!

Dann kann ich ohne Schuld und frei von schwerem Vergehen bleiben.

¹⁵ Mögen die Worte, die ich spreche, und die Gedanken, die mein Herz ersinnt, dir gefallen,
HERR, mein Fels und mein Erlöser!²⁵

Legende:

Herrlichkeit und Schönheit

Weisheit

Schöpfungsatem

Werden und Vergehen

Chaos-elemente

Ordnung

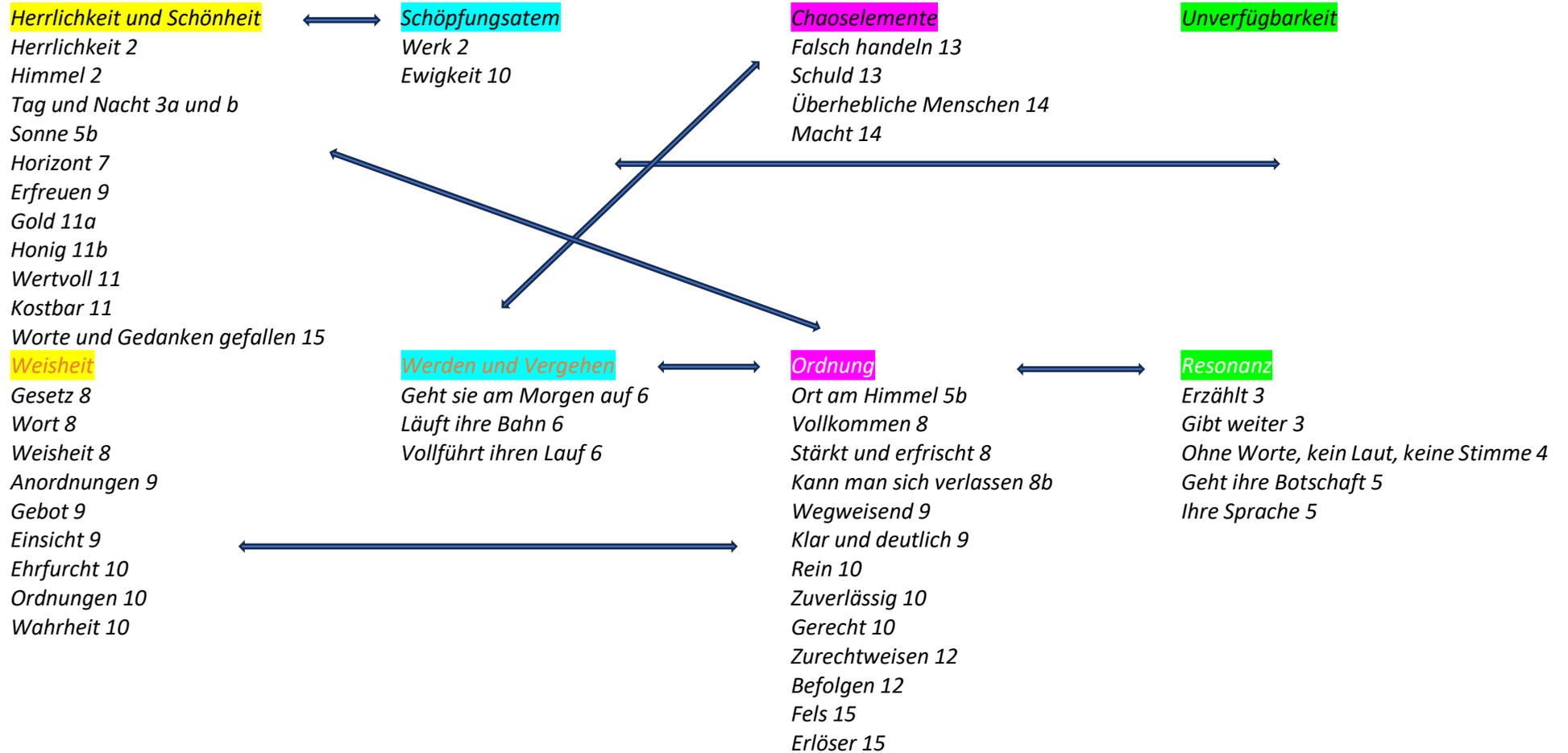
Unverfügbarkeit

Resonanz

²⁵ Société biblique de Genève 2011., S. 647.

Wir haben die Worte des Psalms den Aspekten und ihren Farben zugeordnet; an der einen oder anderen Stelle entsteht auch Ambiguität. Nun schreiben wir diese farbig markierten Worte mit ihrer Fundstelle in eine Tabelle zur besseren Übersicht und beschreiben danach ihre Beziehungen.

Begriffe aus dem Psalm innerhalb des Farbschemas



2.4.2 Gliederung, Farbschema und Analyse des Beziehungsgeflechts

Gliederung:

Die drei großen Abschnitte des Psalms sind – auch farblich – erkennbar:

- 1 bis 7 die Beschreibung der Schöpfung des Kosmos mit den Himmeln, dem Himmelsgewölbe, Tag und Nacht und der Sonne oder dem Sonnenball. Dabei gibt es nach 5a eine Zäsur zur Beschreibung des Laufes der Sonne.
- 8 bis 11 das Lob der Tora und Gottes Anordnungen mit wechselnden Begriffen. Dabei stellt 11 eine Brücke zum Schöpfungsteil dar, da die Tora mit Schöpfungswerken Gold und Honig gelobt wird.
- 12 bis 15 Rede des Dieners Gottes, der vor unbewusster Schuld und überheblichen Menschen bewahrt werden möchte.

Farbschema:

Im ersten Abschnitt finden wir mit dem Gelb Herrlichkeit und Schönheit explizit und indirekt in den geschaffenen Objekten Himmel und Himmelsgewölbe. Dies umfasst auch die weiteren Objekte Tag und Nacht so wie Sonne und Horizont. Im Zusammenhang mit der Sonne wurde ihr Lauf dem Werden und Vergehen zugeordnet, es hätte auch zur Ordnung gepasst, die sie mit ihrem Lauf strukturiert. Blau wurde nur das Wort Werk gefärbt, da all diese Werke durch den Schöpfungsatem geschaffen wurden.

Im zweiten Abschnitt werden die Tora und die entsprechenden Begriffe der Anordnungen und Gebote in Gelb der Weisheit zugeordnet. Auch die Begriffe Einsicht und Wahrheit gehören dazu. Die Adjektive in diesen Sätzen gehören zur Ordnung, denn sie beschreiben alle die Bedeutung des Wortes Gottes als ordnendes Element.

Heraus fällt das Wort Ewigkeit, das wir der Kategorie des Schöpfungsatems zuordnen.

Vers 11 wirkt wie eine Klammer zum ersten Abschnitt, da die Vergleiche mit Gold und Honig in den Bereich der Schönheit und Herrlichkeit fallen.

Im dritten Abschnitt wechselt die Szene vollständig, wir finden hier lauter lila Markierungen. Der Diener Gottes tritt vor ihn, um ihn darum zu bitten, dass er nicht den Chaosmächten anheimfällt. Unbewusste Schuld möge ihm vergeben werden und vor überheblichen Menschen möge er bewahrt werden, dass sie keine Macht über ihn haben. Hier dominiert die Farbe lila.

Den Abschluss in Vers 15 bilden noch einmal gelb zugeordnete Worte des Preises Gottes.

Zwei wichtige Worte bleiben unmarkiert: die Seele in Vers 8, die gestärkt und erfrischt wird, und das lobende Herz in Vers 15.

Wiedererkennungen des Beziehungsgeflechts durch die Worte des Psalms

Wir beziehen uns auf die zugeordneten Worte der Tabelle zu den 8 Begriffen. Außer den Beziehungen zwischen den Paaren, die durch gleiche Farben ausgedrückt werden, existieren weitere sieben Beziehungen, die durch Pfeile dargestellt sind, wie bereits oben erläutert.

I Herrlichkeit und Schönheit \longleftrightarrow Schöpfungsattem

Hier gibt es nur eine Verbindung zwischen den geschaffenen Himmelsphänomenen im ersten Abschnitt des Psalms zu dem Wort Werk aus Vers 2, denn sie alle sind als Werk geschaffen. Dadurch preist der Beter das Werk Gottes in Ehrfurcht vor dem Schöpfungsattem als Lobpreis der Herrlichkeit und Schönheit.

II Weisheit \longleftrightarrow Ordnung

Worte, die zur Weisheit gehören, treten nur im zweiten Abschnitt in den Versen 8 bis 10 des Psalms dort jedoch zahlreich auf. Hier werden die Varianten der Gebote Gottes wie Anordnungen, Gesetze usw. und die Worte Einsicht und Wahrheit diesem Bereich zugeordnet. Der Beter preist die Gebote als aus der Weisheit Gottes kommend. Die Attribute dazu beschreiben alle die Wirkungen dieser Gebote, die zu einer weisen Ordnung führen. Mit den Worten vollkommen, rein,

zuverlässig und gerecht u.a. wird beschrieben, wie die Gebote ordnend in die Welt eingreifen.

III Werden und Vergehen \longleftrightarrow Ordnung

Hier wird eine Verbindung geschaffen zwischen dem Ort der Sonne, der zur Ordnung gehört, und der Beschreibung ihres Laufes, die aus drei Halbsätzen besteht. Aus dem Werden und Vergehen und Wiederwerden der Sonne ist eine Ordnung zu erkennen, die der Psalmbeter preist.

IV Werden und Vergehen \longleftrightarrow Chaoselemente

Hier finden wir keine Beziehung. Die Worte zur Chaosbeschreibung gehören alle zum dritten Absatz, der ein persönliches Anliegen des Beters betrifft und mit dem Werden und Vergehen des Sonnenlaufs nicht in Beziehung steht.

V Resonanz \longleftrightarrow Ordnung

Die Sonne hat ihren Ort am Himmel, und Tage und Nächte stehen je miteinander in Resonanz. Hier erkennt man eine Beziehung zwischen der Ordnung und dem Kosmos, der mit seinen Elementen schwingt. Er erzählt ohne Worte und verbreitet die Botschaft ohne Stimme und Laut. In den Versen 4 und 5a wird deutlich, dass der Beter Resonanzen im kosmischen Geschehen erkennt, die die Verbindung der Elemente der Schöpfung beinhalten und durch die die Ordnung des Kosmos aufrecht erhalten wird.

VI Unverfügbarkeit \longleftrightarrow Schöpfungsatem

Da der Unverfügbarkeit keine Worte zugeordnet sind, finden wir hier auch keine inhaltlichen Verbindungen. Die Ewigkeit, die beim Schöpfungsatem benannt ist, hat jedoch durchaus Beziehung zur Unverfügbarkeit, jedoch nicht in den Worten dieses Psalms.

VII Herrlichkeit und Schönheit \longleftrightarrow Ordnung

Hier sind keine direkten Bezüge über Worte festzustellen.

In der Beschreibung dieser 7 Beziehungen sind nun etliche Worte aus der Tabelle alleinstehend geblieben. So finden sich die gelb unterlegten Worte des Gefallens „erfreuen“ und „gefallen“ aus Abschnitt 2 und 3 bei der Herrlichkeit ohne Bezug. Ebenso stehen die lila Worte des Chaoselemente-Aspekts allein, weil sie nur im

Abschnitt 3 die Sorgen des Beters beschreiben. Dazu kommen „Fels“ und „Erlöser“ aus dem blau unterlegten Ordnungsaspekt, die als abschließende Hoffnungsvision als Beschreibung Gottes dienen ohne weitere Bezüge.

Bis auf den Aspekt Unverfügbarkeit haben wir überall Füllung gefunden. Keine Beziehungen gab es hier bei der Unverfügbarkeit und zwischen dem Chaoselemente-Aspekt und dem Aspekt des Werdens und Vergehens.

Natürlich müssen nicht alle gefärbten Worte mit anderen Aspekten korrespondieren, sondern haben mit ihrer Alleinstellung auch Eigenwert.

2.5 Psalm 104: „Licht ist dein Kleid“

2.5.1 Der Psalm mit Farbschema

Herrlichkeit und Schönheit
Weisheit
Schöpfungsatem
Werden und Vergehen
Chaos-elemente
Ordnung
Unverfügbarkeit
Resonanz

Markierung an der Seite in lila bezeichnet Beschreibung von **Ordnung**,
Markierung an der Seite in gelb bezeichnet Beschreibung von **Herrlichkeit und Schönheit**

Staunen über Gottes Schöpfung

¹ **Preise** den Herrn, meine Seele!
Herr, mein Gott, **groß und erhaben** bist du,
mit **Herrlichkeit und Pracht** hast du dich bekleidet.

² **In Licht** hüllst du dich wie in ein Gewand,
den Himmel spannst du wie ein Zeltdach aus.

³ Er, der die Säulen seiner Wohnung im Wasser 'des Himmelsgewölbes' errichtet,
der Wolken zu seinem Wagen macht
und auf Flügeln des Windes erscheint,

⁴ der Winde zu seinen Boten macht
und Feuerflammen zu seinen Dienern^[a] –

⁵ er hat der Erde ihr Fundament gegeben,
so dass sie für immer und ewig nicht wankt.

⁶ Du, 'Gott', bedecktest sie mit **gewaltigen Wassermassen** wie mit einem Kleid,
selbst über den Bergen standen die Fluten.

⁷ Doch auf deinen **drohenden Befehl** hin flohen sie,
vor deiner **Donnerstimme** wichen sie schnell zurück.

⁸ So kamen Berge empor, Täler senkten sich.
Die Wassermassen aber zogen sich zurück an den Ort, den du für sie bereitet
hattest.

⁹ Eine Grenze hast du ihnen gesetzt, die sie nicht überschreiten dürfen;
nie mehr sollen sie zurückkehren und die ganze Erde bedecken.

¹⁰ Auf **Gottes Befehl** hin ergießen sich Quellen in die Flusstäler,
zwischen den Bergen schlängeln sich ihre Wasserläufe.

¹¹ Sie tränken die Tiere des freien Feldes,
Wildesel löschen dort ihren Durst.

¹² Da finden auch die Vögel ihre Nistplätze,
zwischen den Zweigen lassen sie ihre Stimme ertönen.

13 Von seinen Wohnungen in der Höhe aus bewässert Gott die Berge.
Von der Frucht, die seine Werke hervorbringen, wird die Erde gesättigt.

14 Gras lässt er hervorsprossen für das Vieh
und allerlei Pflanzen für den Bedarf des Menschen,
damit dieser aus dem Schoß der Erde sein tägliches Brot gewinnt.

15 Er schenkt Wein, der das Herz des Menschen erfreut,
Öl, mit dem er sein Gesicht pflegt,
und Brot, das sein Herz stärkt.

16 Auch die Bäume des Herrn trinken sich satt,
die herrlichen Zedern des Libanon, die er gepflanzt hat.

17 Dort wiederum bauen Vögel ihre Nester,
auf den Zypressen nistet der Storch.

18 Die hohen Berge bieten den Steinböcken Lebensraum,
die Felsen sind eine Zuflucht für die Klippschafe.

19 Gott hat den Mond geschaffen zur Festlegung der Zeiten,
auch die Sonne weiß, wann sie untergehen soll.

20 Du bestimmst, wann es finster wird, und schon kommt die Nacht.

Da regen sich dann alle Tiere des Waldes.

21 Die jungen Löwen brüllen nach Beute,
sie verlangen von Gott ihre Nahrung.

22 Geht dann die Sonne auf, so ziehen sich die Tiere wieder zurück
und legen sich nieder in ihren Verstecken.

23 Nun macht sich der Mensch auf und geht an seine Arbeit,
an das, was er zu verrichten hat bis zum Abend.

24 Wie zahlreich sind doch deine Werke, Herr,
alle hast du mit Weisheit ausgeführt,
die Erde ist erfüllt von dem, was du geschaffen hast!

25 Da ist das Meer, schier endlos groß und weit,
darin wimmelt es von unzählbar vielen Lebewesen,
von kleinen wie von großen.

26 Dort ziehen Schiffe ihre Bahn,
auch 'das Ungeheuer' Leviatan, das du geschaffen hast, um mit ihm zu spielen.

27 Alle Lebewesen hoffen auf dich,
dass du ihnen ihre Speise gibst zur rechten Zeit.

28 Du gibst sie ihnen, sie sammeln alles ein.

Du öffnest 'freigebig' deine Hand, und sie werden satt von 'deinen' guten Gaben.

29 Doch wenn du dein Angesicht verbirgst, dann erschrecken sie.

Entziehst du ihnen den Lebensatem, so scheiden sie dahin und werden wieder zu Staub.

30 Entsendest du deinen Lebensatem, dann werden sie geschaffen.

Und so erneuerst du den Anblick der Erde.

31 Die Herrlichkeit des Herrn währe ewig!

Möge der Herr sich freuen an seinen Schöpfungswerken!

³² Er braucht die Erde nur anzublicken, und schon erbebt sie,
rührt er die Berge an, dann rauchen sie.

³³ Zur Ehre des Herrn will ich singen mein Leben lang,
für meinen Gott musizieren, so lange ich bin.

³⁴ Möge mein Denken und Sinnen ihm gefallen!
Ja, ich will mich erfreuen am Herrn.

³⁵ Alle, die sich von Gott abwenden, sollen von der Erde verschwinden –
es soll keiner mehr da sein, der Gott verachtet.
Preise den Herrn, meine Seele! Halleluja!²⁶

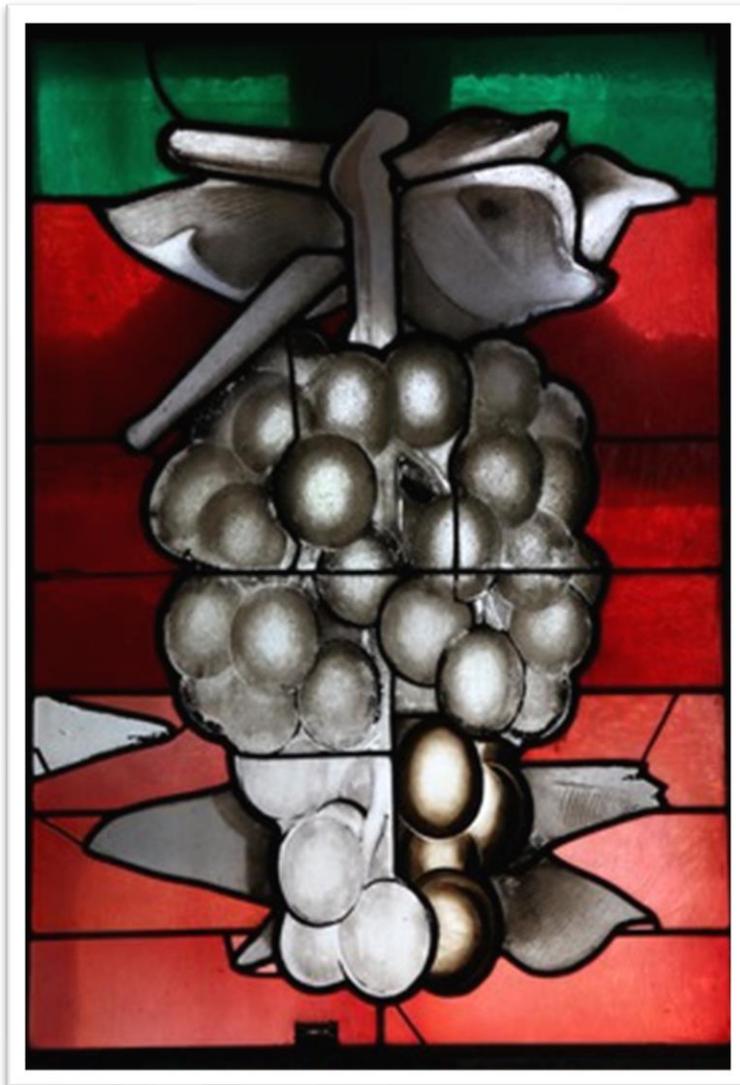
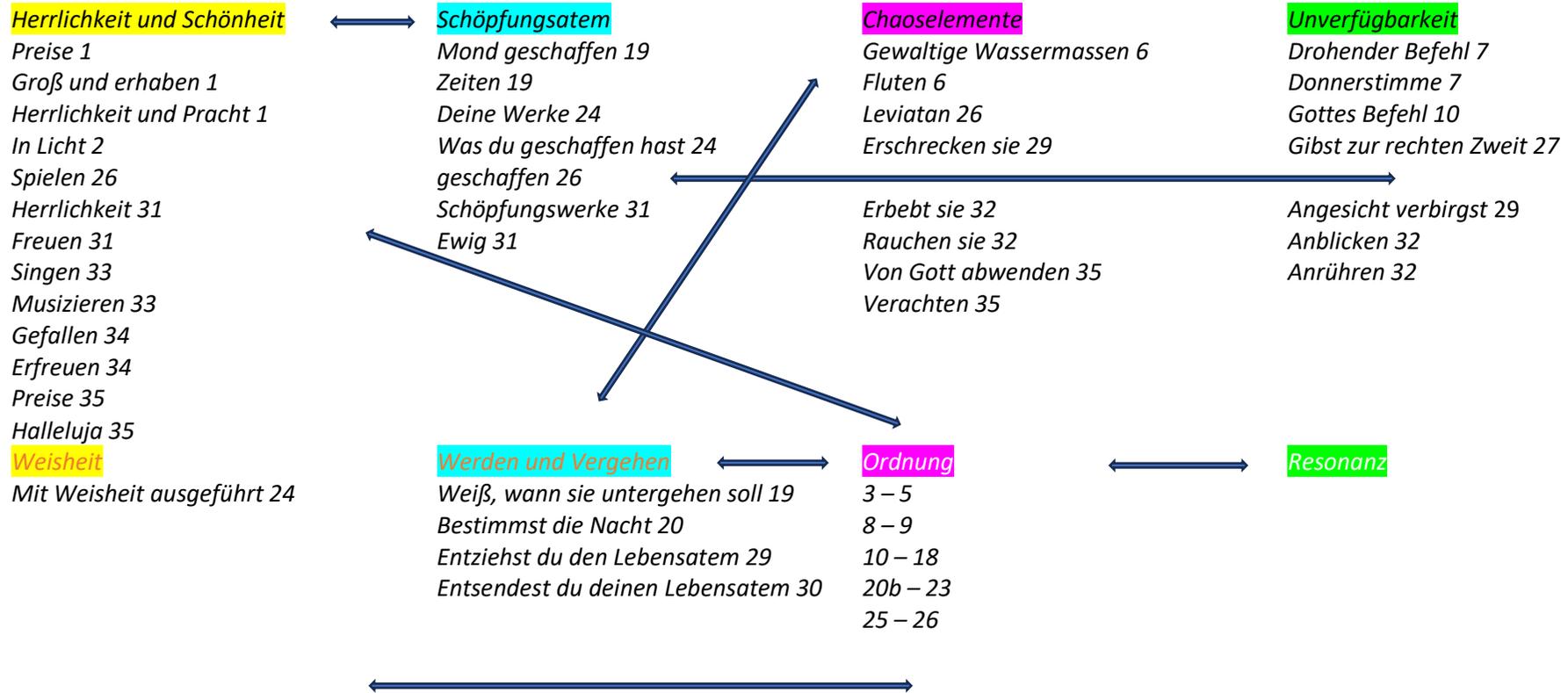


Abb. 2.02:²⁷ Psalm 104 „Er schenkt Wein, der das Herz des Menschen erfreut.“

²⁶ Société biblique de Genève 2011, S. 750.

²⁷ Kirchenfenster von Robert Rexhausen in Herz-Jesu Schildgen.

Begriffe aus dem Psalm innerhalb des Farbschemas



2.5.2 Gliederung, Farbschema und Analyse des Beziehungsgeflechts

Gliederung: Die Gliederung des Psalms erfolgt durch die im Text angezeigten Strophen, die sich auch im Wechsel von der Anrede Du und der dritten Person und einmal am Ende in der Ich-Rede unterscheiden.

Am Farbschema fällt auf, dass lange Passagen in lila für Ordnung und gelb für Herrlichkeit gefärbt sind, weil beschrieben wird, wie die Schöpfung ihr Dasein in Ordnung verbringt. Das macht den größten Teil des Psalms aus. Das Eingreifen Gottes in seiner Unverfügbarkeit findet sich in den Versen 7, 10, 27, 29 und 32. Wir haben hier zugeordnet, was Gott an Handlungen direkt zugesprochen wird. So sind z. B. sein drohender Befehl (7) oder aber auch sein freigebiges Geben (27) unverfügbar wie auch das Verbergen seines Angesichts (29).

Der Aspekt Schöpfungsatem findet sich in den Versen 19, 24, und 26 und 30 im zweiten Drittel des Psalms. Hier stehen die Werke und das Schaffen im Mittelpunkt.

Weisheit wird nur einmal erwähnt im Vers 24, Werke, die mit Weisheit geschaffen sind.

Chaos-elemente kommen einmal bei den Fluten und Wassermassen in Vers 6 vor, dann bei dem Ungeheuer Leviatan in Vers 26, bei den Katastrophen der Erde Erdbeben und Vulkanausbruch in Vers 32 und im vorletzten Vers, in dem die Gott Verachtenden getilgt werden sollen.

Nun schauen wir nach den sieben Beziehungen.

I Herrlichkeit und Schönheit \longleftrightarrow Schöpfungsatem

Die zentrale Verbindung zwischen diesen beiden Aspekten findet sich im Vers 31. Durch das Preisen der zahlreichen Werke, die geschaffen wurden und so geordnet bestehen, wird die Herrlichkeit und Schönheit der Schöpfung hervorgehoben.

II Weisheit \longleftrightarrow Ordnung

Nur einmal findet sich das Wort Weisheit vertreten. An Worten findet sich hier keine Beziehung, aber in den zahlreichen Versen der Ordnung findet die Weisheit inhaltlich ihren Ausdruck.

III Werden und Vergehen ↔ Ordnung

Hier wird eine Beziehung über den Lauf der Sonne und das Kommen der Nacht hergestellt, die ebenso für Ordnung sorgen. Auch hier korrespondieren nicht Worte, sondern Inhalt.

IV Werden und Vergehen ↔ Chaoelemente

Hier finden wir keine Beziehung. Die Worte der Chaoelemente beschreiben andere Naturvorgänge als in dem Aspekt Werden und Vergehen angesprochen.

V Resonanz ↔ Ordnung

Da der Resonanz keine Worte zugeordnet sind, finden wir hier auch keine Beziehungen.

VI Unverfügbarkeit ↔ Schöpfungsatem

Im Aspekt der Unverfügbarkeit finden wir die „Äußerungen“ Gottes gegenüber seiner Schöpfung. Dies korrespondiert mit den Schöpfungswerken unter dem Aspekt Schöpfungsatem.

VII Herrlichkeit und Schönheit ↔ Ordnung

Hier liegen die meisten Beziehungen vor, die sich daraus ergeben, dass die Ordnung in der Schöpfung die Herrlichkeit der Schöpfung ausdrückt. Es stehen zwar kaum Worte des Aspekts Herrlichkeit bei den Worten der Ordnung, aber der inhaltliche Bezug ist dominant gegeben.

2.6 Vergleich der beiden Psalmen

Es soll das Beziehungsgeflecht der 8 Aspekte untersucht werden. Dazu haben wir jeweils in den Tabellen die Worte herausgeschrieben, die zu den Aspekten gehören.

Wie die Übersichten zeigen, ist der Psalm 19 sehr viel stärker in dem Beziehungsgeflecht gefüllt. Einzelne Sätze gehören häufig zu zwei verschiedenen Aspekten, so dass hier direkt Verbindungen bestehen. Dabei sind aber die drei Teile des Psalms durchaus sehr unterschiedlich ausgerichtet und in verschiedenen

Aspekten abgebildet. Die drei Abschnitte des Psalms unterscheiden sich deutlich in ihrer Färbung und damit in den angesprochenen Aspekten.

In Psalm 104 finden sich viele inhaltliche Verbindungen zwischen den Aspekten, die sich aber auf der sprachlichen Ebene kaum abbilden. Dafür sind die inhaltlichen Bezüge stark. So ist das als Ordnung markierte, was fast den halben Psalm ausmacht, als Ausdruck der Herrlichkeit und Schönheit der Schöpfung zu verstehen. Der Aufbau von Psalm 104 legt das Schwergewicht auf die Beschreibung der Schöpfung über lange Passagen, hauptsächlich im dritten Drittel kommen andere Aspekte ins Spiel.

Das bedeutet, dass die Füllung des Beziehungsgeflechts Auskunft gibt über die sprachliche Verknüpfung der Verse und Aussagen des Psalms. Es hängt natürlich von der Komposition des Textes ab, welche Verbindungen im Beziehungsgeflecht gefüllt werden. In diesen beiden Psalmen ist dies sehr unterschiedlich angelegt. Die lange Passage des Lobes der Ordnung und Schönheit der Schöpfung ist in Psalm 104 bestimmend. Beziehungen zwischen anderen Aspekten werden dadurch rarer.

Ein Gesamtblick auf die Psalmen lässt erkennen, dass die Psalmbeter insbesondere erfüllt sind von der Herrlichkeit Gottes, die sich in der Schönheit der Schöpfung zeigt.

Unsere acht Aspekte mit ihren Beziehungen sind ein gutes Werkzeug, die beiden Psalmen zu vergleichen.

Eine solche Art Beziehungsgeflecht aus passenden Aspekten kann daher für beliebige Texte eines bestimmten Themas ein Werkzeug sein, das die Komposition der Texte genauer verstehen lässt.

3 Chaostheorie und der Zeitbaum von Friedrich Cramer

3.1 Chaotische Prozesse

Dieses Kapitel entfaltet, was man für das Verständnis des Zeitbaums Friedrich Cramers im Kapitel 3.3 wissen muss, und ist somit ein Herzstück dieser Arbeit.

Zudem geht es um die Schönheit in der Mathematik, die sich in den Fraktalen zeigt. Zugleich macht es eine wissenschaftliche Theorie verständlich, die Mitte des 20. Jahrhunderts ausgehend von Wetterphänomenen und Wachstumsprozessen in die Mathematik und die gesamten Naturwissenschaften vordrang und auch eine enorme Ausstrahlung in die Populärmathematik hatte, da mit der Entwicklung von Computern Ergebnisse dieser Theorie mit großen Datenmengen berechnet und visualisiert werden konnten und großen Gefallen fanden, wie es sonst der Mathematik selten gelingt. Mit den kleinsten Computern begannen Menschen zu Hause diesen Phänomenen nachzugehen. Die Grundlagen dazu waren aber nicht neu, auch Kepler beschäftigte sich schon auf die Frage seines Königs hin mit dem Problem der Stabilität des Sonnensystems und vermutete, dass schon das Verhalten von drei Körpern im Zusammenspiel mathematisch nicht mehr beherrschbar ist.

Idealisiert führt das auf das sogenannte Drei-Körper-Problem und auch auf das Doppelpendel – auch „Chaospendel“ genannt –, das durch lineare Differentialgleichungen nicht mehr berechnet werden kann.



Abb 3.01:²⁸ Chaospendel

²⁸ Eigenes Foto 31.03.2024.

3.1.1 Verhulst-Dynamik, das Wetter und seltsame Attraktoren

Pierre Francois Verhulst beschäftigte sich schon im 19. Jahrhundert mit dem Wachstum von Populationen und stellte fest, dass lineares und exponentielles Wachstum mathematisch gut beherrschbar, aber unrealistisch sind. Also entwarf er ein Modell mit begrenztem Wachstum.

„He argued that a given niche can only maintain a certain maximal population X and that the growth rate should drop when the population size approaches X . Thus he was led to postulate a variable growth rate. The process thereby became nonlinear with drastic consequences for its dynamic behaviour.“²⁹

Das Verhulst-Modell zur Wachstumsdynamik einer Population basiert auf einem Iterationsgesetz, das Verhulst's Forderung erfüllt, dass die Wachstumsrate immer kleiner wird, je größer die betrachtete Population X wird. Das erreicht man mit einer Iterationsgleichung

3.1 $x_{n+1} = (1 + r)x_n - rx_n^2$, bei der der nächste Bestand x_{n+1} aus dem vorigen Bestand x_n berechnet wird. Dabei ist $r > 0$ eine Konstante, die „Wachstumsrate“ und die x_n sind die folgenden Glieder der Populationsgröße beginnend bei einem Startwert x_0 . Die Konstante r beeinflusst als Proportionalitätskonstante die Summanden x_n und x_n^2 und bei ihrer Variation zeigt das Verhalten des Populationsbestandes völlig unterschiedliche Ausprägungen.

Ein konkret durchgerechnetes Beispiel findet sich im Abschnitt 3.1.2.

Wenn man nun in einem Diagramm den Parameter r auf der horizontalen Achse und die Populationsgröße x auf der vertikalen Achse aufträgt, dann ergibt sich das berühmte Verhulst-Diagramm, in dem man ablesen kann, dass sich der Graph an bestimmten Stellen verzweigt und so ein vielästiger, „chaotischer“ Baum entsteht, dessen Strukturen sich, immer kleiner werdend, ständig wiederholen. Dieses Bild wurde selbstverständlich erst später mit Rechnern erzeugt, sodass es Verhulst nicht kannte. An einer solchen Verzweigung springen dann die X -Werte zwischen zwei Werten hin und her und erzeugen so einen Graphen, der durchgehend aussieht, tatsächlich aber ab der ersten Verzweigung überall Sprungstellen hat. Weitere Erhöhung von r setzt diesen Prozess analog fort. Genauer sehen wir dies im Abschnitt 3.1.2.

²⁹ Peitgen und Richter 1986, S. 6.

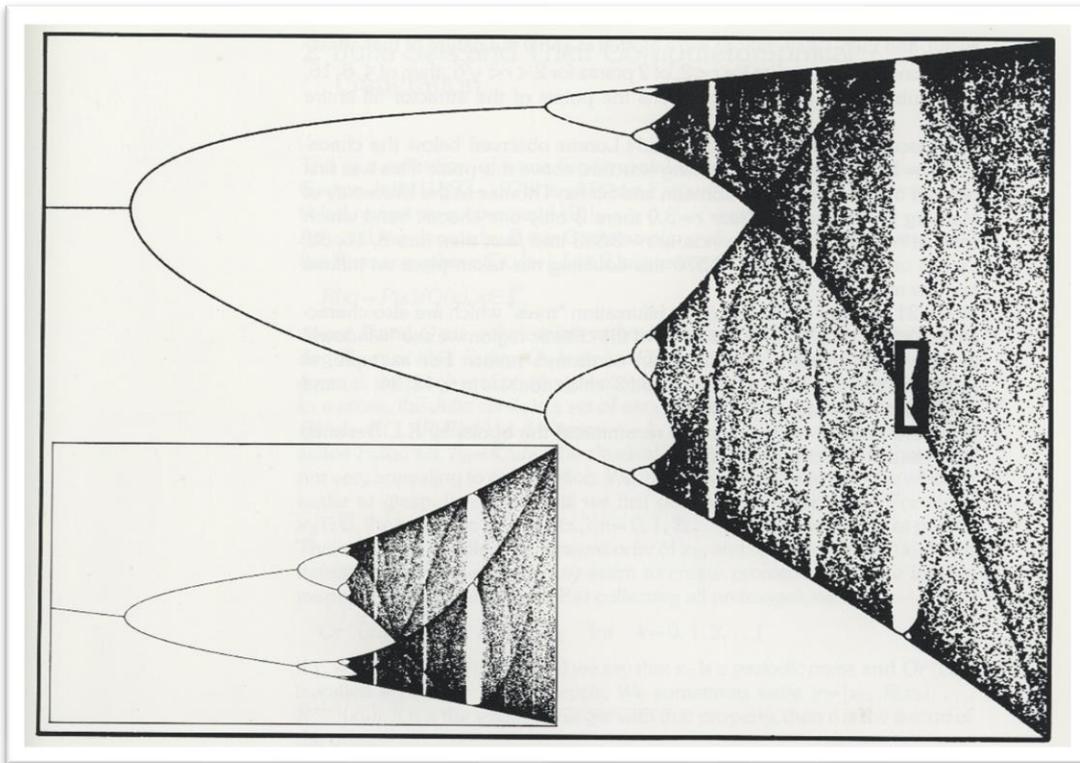


Abb 3.02:³⁰ Verhulst-Diagramm

Es war der Meteorologe und Mathematiker Edward Lorenz (1917-2008), der bei seiner Arbeit am Massachusetts Institute of Technology um 1956 herum entdeckte, dass langfristige Voraussagen des Wetters prinzipiell unmöglich sind. Einem Interview ist zu entnehmen, wie er in Frage stellte, was die besten damals gängigen Wettermodelle prognostizierten. Er stellte ein einfaches Modell für eine Populationsdynamik auf und berechnete die abhängige Größe mit gerade zur Verfügung stehenden Computern bis auf 6 Nachkommastellen genau. Als er feststellte, dass bei Neueingabe der Anfangsbedingung mit kleinen Rundungen völlig andere Ergebnisse entstanden, wurde deutlich: Hier liegt ein prinzipielles Problem vor.^{31 32}

Dies nennt man heute *sensitive Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen*.

Legendär wurde der sogenannte Schmetterlingseffekt, der besagt, dass der Flügelschlag eines Schmetterlings in Hongkong Einfluss auf das Wetter bei uns hat. Diese Metapher drückt aus, dass die Sensibilität in den Anfangsbedingungen extreme Auswirkungen haben kann.

³⁰ Peitgen und Richter 1986, S. 25.

³¹ Peitgen 1992a, S. 59 ff.

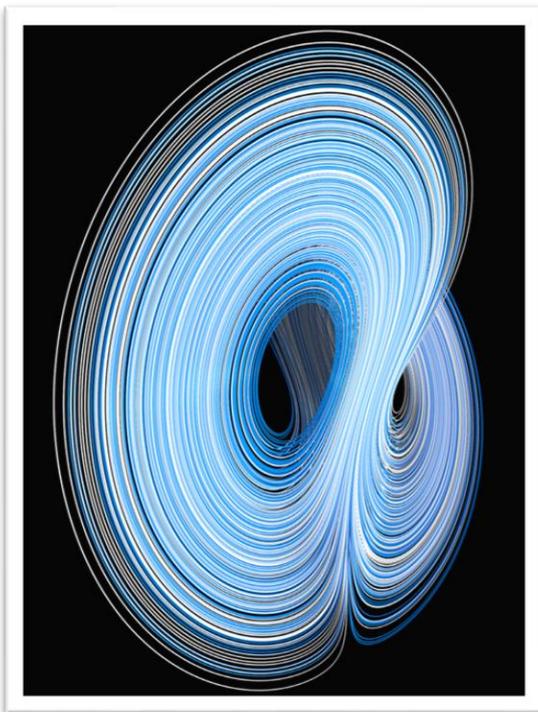
³² Vgl. auch die Wertetabelle S. 62 ebd.

Der sogenannte Lorenz-Attraktor entsteht aus einem mathematischen Modell Edward Lorenz', das die Bewegung der atmosphärischen Konvektion darstellt oder auch die Bewegung dreier Körper³³. Dieses Modell lässt sich als folgendes System gewöhnlicher Differentialgleichungen mit Parametern σ , ρ , β im Raum R^3 beschreiben:

3.2 Lorenz-System

$$\begin{aligned}x' &= \sigma (y - x) \\y' &= x (\rho - z) - y \\z' &= x y - \beta z\end{aligned}$$

Die Lösung dieses Systems kann mit (x,y,z) in einem dreidimensionalen sogenannten Phasen-Raum visualisiert werden. Wir sehen ein sehr harmonisches Gebilde, in dem Bestandskurven um zwei Zentren zu schwingen scheinen, die abwechselnd umkreist werden. Diese Zentren nennt man Attraktoren und das Ensemble der Kurven einen chaotischen Attraktor, da es nicht nur ein Zentrum gibt. Dieser Lorenz-Attraktor stellt somit diejenige Menge chaotischer Lösungen dar, auf die sich das System langfristig zubewegt. Die Visualisierung des Lorenz-Attraktors erinnert an die Form eines Schmetterlings oder einer Achterschleife.



„The Lorenz attractor
The Lorenz' atmospheric model is what physicists use to call a toy model: although it is so oversimplified that it does not have much to do with reality anymore, Lorenz soon realized that this model was very interesting. If we consider two almost identical atmospheres (two points that are extremely close in Lorenz' model), we tend to quickly see the separation of the two evolutions in a significant way: the two atmospheres become completely different. Lorenz saw on his model the sensitive dependence on initial conditions: chaos. Moreover, what is very interesting is that, starting from a large number of virtual atmospheres, even if they follow paths that seem a little bit crazy and unpredictable, they all accumulate on the same object shaped like a butterfly, a strange attractor.“³⁴

Abb 3.03:³⁵ Lorenz-Attraktor

³³ Peitgen und Richter 1986, S. 2.

³⁴ Authors Jos Leys

Licence [CC BY-NC-SA-3](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)

<https://www.imaginary.org/gallery/the-lorenz-attractor> 29.05.24

³⁵ <https://www.imaginary.org/gallery/the-lorenz-attractor> 29.05.24

3.1.2 Die Feigenbaumzahl δ

Um das Wesen der Zahl δ zu verstehen, blicken wir zurück auf die Verhulst-Dynamik und ihre Genese. Die Beschreibung im Abschnitt 3.1.1 wollen wir nun rechnerisch nachvollziehen. Dazu wechseln wir auf die Iterationsgleichung

$$3.3 \quad x_{n+1} = r x_n(1 - x_n) \text{ mit } r > 0$$

die sich nur geringfügig von der Gleichung 3.1 unterscheidet und das sogenannte logistische Wachstum darstellt.

Wir berechnen nun zu einem Startwert x_0 die Werte x_n , stellen sie in einer Tabelle dar und tragen sie in ein Diagramm ein mit r auf der horizontalen und x_n auf der vertikalen Achse. Dazu variieren wir r zwischen 0 und 4.

r	0,65	2,3	3,2	3,5	3,59
x_0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
x_1	0,1625	0,575	0,8	0,875	0,8975
x_2	0,088461	0,562063	0,512	0,382813	0,330258
x_3	0,052413	0,566141	0,799539	0,826935	0,794063
x_4	0,032283	0,564938	0,512884	0,500898	0,587061
x_5	0,020307	0,565301	0,799469	0,874997	0,870289
x_6	0,012931	0,565192	0,513019	0,38282	0,405261
x_7	0,008297	0,565225	0,799458	0,826941	0,865278
x_8	0,005348	0,565215	0,51304	0,500884	0,418493
x_9	0,003458	0,565218	0,799456	0,874997	0,87365
x_{10}	0,00224	0,565217	0,513044	0,38282	0,396284
x_{11}	0,001453	0,565217	0,799456	0,826941	0,858882
x_{12}	0,000943	0,565217	0,513044	0,500884	0,43512
x_{13}	0,000612	0,565217	0,799455	0,874997	0,882388
x_{14}	0,000398	0,565217	0,513044	0,38282	0,372567
x_{15}	0,000258	0,565217	0,799455	0,826941	0,839202
x_{16}	0,000168	0,565217	0,513044	0,500884	0,484443
Typ	Tot	Fixpunkt	Zweierzyklus	Viererzyklus	Chaotisch

Tab 3.1:³⁶ Die entstehenden Zyklen sind farbig gedruckt, für $r = 3.59$ gibt es keinen Zyklus mehr, das System wird chaotisch.

³⁶ Selbst berechnet nach Numberfile <https://www.youtube.com/watch?v=ETrYE4MdoLQ>

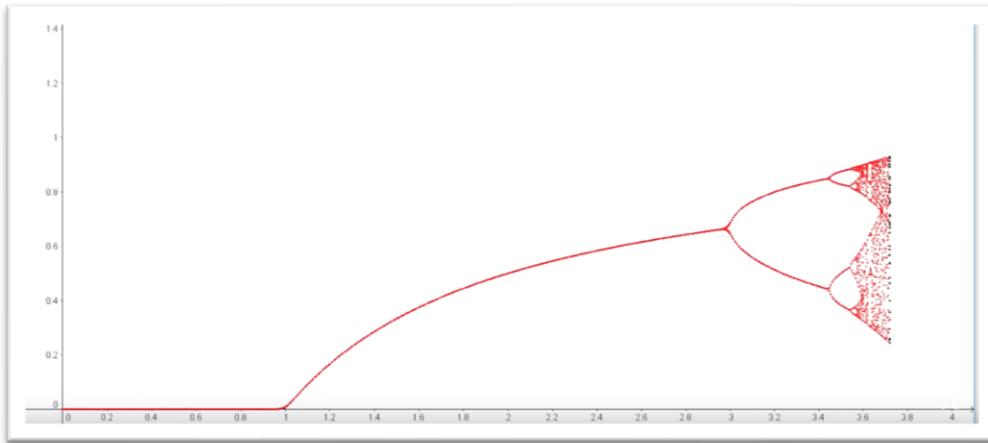


Abb 3.04:³⁷ Verhulst-Diagramm aus den oben berechneten Werten

Wir sehen einen stabilen Zustand übergehen in einen Zweierzyklus, Viererzyklus, Achterzyklus etc. und bemerken dabei, dass die Abstände d_n bis zur nächsten Phasenverdopplung immer kleiner werden.

Wenn wir nun diese Abstände bestimmen und dann den vorderen durch den hinteren dividieren, also d_n durch d_{n+1} , und das immer wieder tun, so ergibt sich

$$3.4 \quad \delta = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{d_n}{d_{n+1}} = 4,66920166 \dots$$

Dazu sagen Peitgen und Richter:

„An exact analysis of the bifurcation points in the Verhulst process reveals a law of basic importance for the world of nonlinear phenomena. This concerns the length of the parameter intervals in which a particular period is stable. The intervals are shortened at each period doubling by a factor which approaches a universal value

$$\delta \approx 4,669201660910 \dots$$

as the period increases.“³⁸

Diese Zahl wurde zuerst beschrieben 1977 von S. Grossmann und S. Thomae aus Marburg, dann nach Mitchell Feigenbaum benannt, der auf seinem Tischcomputer in Los Alamos verschiedene Prozesse durchrechnete und die Universalität der Zahl erkannte.³⁹ Das ist wichtig an dieser Zahl: sie gilt nicht nur für einen Prozess, sondern ist universell für solche quadratischen Dynamiken und auch bei der Iteration gewisser trigonometrischer Funktionen.⁴⁰ Ferner weiß man heute noch

³⁷ Screenshot aus <https://www.youtube.com/watch?v=ETrYE4MdoLQ> 18.04.2024.

³⁸ Peitgen und Richter 1986, S. 7.

³⁹ Ebd.

⁴⁰ Peitgen 1992b, S. 106.

nicht, ob sie irrational ist oder nicht, und es sind erst „wenige“ Stellen von ihr bekannt.

3.1.3 Selbstähnlichkeit und Fraktale

Intuitiv scheint es klar zu sein, was Selbstähnlichkeit bedeutet. Ähnelt ein System seinen Teilelementen, dann nennt man es selbstähnlich. Dies mathematisch präzise auszudrücken, ist aber gar nicht so einfach.

Der Romanesco⁴¹ ist ein wirkungsvolles Beispiel, um Selbstähnlichkeit in der Natur zu demonstrieren. Aber es ist hierbei klar, diese Selbstähnlichkeit kann nur über ein paar Stufen bestehen.⁴² Außerdem kann bei einer Struktur wie dem Romanesco ein Teil niemals exakt gleich dem Ganzen sein. Solche Phänomene nennt man statistisch selbstähnlich. Exakte Selbstähnlichkeit erreicht man zum Beispiel, indem man eine Wiederholungsregel auf eine geometrische Struktur anwendet. So ist eine der bekanntesten selbstähnlichen Formen das Sierpinski-Dreieck, das mit folgender Regel⁴³ gebildet wird.

Wir gehen aus von einem farbig gefüllten gleichseitigen Dreieck und tun folgendes:

- a) Die Mittelpunkte der Dreieckseiten werden geradlinig miteinander verbunden. Es entstehen im ersten Dreieck vier kleinere kongruente Dreiecke.
- b) Aus dem innersten dieser vier Dreiecke entfernen wir die Farbe.
- c) Nun wird mit den drei noch farbig ausgefüllten kleinen Dreiecken ebenso verfahren.
- d) Dies geschieht ad infinitum.

Statistische Selbstähnlichkeit in der Natur und exakte Selbstähnlichkeit in der Mathematik führen uns zu dem Begriff Fraktal, das die Objekte bezeichnet, die aus solchen Prozessen entstehen. Bei dem Wachstum des Romanescos entstehen die Kopien der Strukturen nur ungefähr. Bei dem Sierpinski-Dreieck ermöglicht eine animierte Kamerafahrt, wie hier zu verfolgen⁴⁴, immer wieder exakt dieselbe Struktur zu sehen. Faszinierende Beispiele von Fraktalen, sind die Koch-Kurve, der Mengerschwamm, die Mandelbrotmenge.⁴⁵ Den Unterschied zwischen euklidischer und fraktaler Geometrie wird z.B. damit charakterisiert, dass in der Geometrie zur Darstellung von Objekten eine geschlossene explizite Formel verwendet wird und sie auf menschengemachte Objekte passt wie Tische als

⁴¹ Peitgen 1992a, Tafel 3.

⁴² Peitgen 1992a, S. 172.

⁴³ Peitgen 1992c, S. 2.

⁴⁴ <https://de.wikipedia.org/wiki/Selbst%C3%A4hnlichkeit> 18.04.2024.

⁴⁵ Vgl. 3.1.5.

Rechtecke oder Häuser als komplizierter zusammengesetzte geometrische Formen, während die fraktale Geometrie mit rekursiven Algorithmen arbeitet, die auf natürliche Formen wie Blätter oder Küstenlinien passt und keine feste Größe hat, sondern auf jede Größe skaliert werden kann, also immer kleiner und kleiner oder größer und größer.⁴⁶

Die Ergebnisse solcher Prozesse mit rekursiven Algorithmen nennen wir Fraktale. Dieser Begriff wurde 1975 von Benoit Mandelbrot geprägt.

Mit den Möglichkeiten moderner Computer werden Visualisierungen von Fraktalen, auch animierte, leicht möglich und haben die wissenschaftlichen Fragen dieses Teilgebiets der Mathematik und aber auch das populärwissenschaftliche Interesse belebt und gefördert.

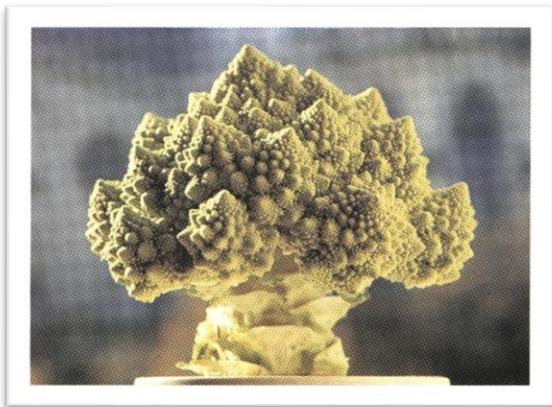


Abb 3.05a:⁴⁷ Romanesco Tafel 3

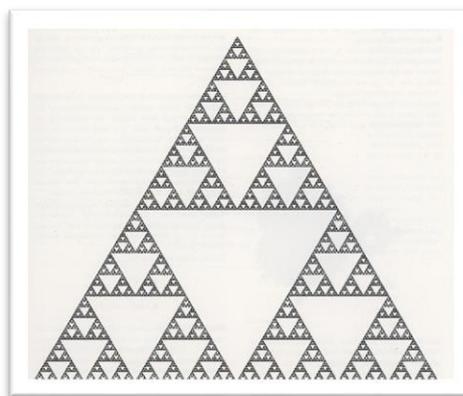


Abb 3.05b:⁴⁸ Sierpinski-Dreieck

Sichtbar sind hier die ersten 6 Iterationsschritte

⁴⁶ Peitgen 1988, S. 26.

⁴⁷ Peitgen 1992a, Tafel 3.

⁴⁸ Behr 1995, S. 53.

3.1.4 Julia-Mengen

Gaston Julia (1893-1978) kam schon in frühem Alter mit 25 Jahren zu seinen wichtigsten Entdeckungen, und er veröffentlichte ein 199 Seiten starkes Werk über iterierte Funktionen. Sein Werk geriet, obwohl er ein bekannter Lehrer wurde, weitgehend in Vergessenheit und wurde von Benoit Mandelbrot Ende der 70er Jahre wieder in Erinnerung gerufen.⁴⁹ Nach Julia wurden die sogenannten Julia-Mengen benannt, denen wir uns nun zuwenden, weil sie wesentlicher Bestandteil der schönen Mathematik sind, mit der wir uns hier beschäftigen.

Wir erweitern nun die Zahlenmenge der reellen Zahlen \mathbb{R} zur Menge der komplexen Zahlen \mathbb{C} . Dazu stellen wir uns eine Ebene vor, in der zwei senkrecht zueinanderstehende Zahlenstrahlen liegen, in waagerechter Richtung die „reelle Achse“, senkrecht dazu die „imaginäre Achse“. Jeder Punkt $P(x,y)$ der Ebene, also jede komplexe Zahl, hat somit zwei Koordinaten, eine reelle und eine imaginäre. Eine komplexe Zahl lässt sich kurz als $z = (x, y)$ oder $z = x + y i$ darstellen. Komplexe Zahlen lassen sich addieren, multiplizieren und potenzieren. Jeweils sind die Ergebnisse wieder komplexe Zahlen, darstellbar als ein Punkt in der Zahlenebene.

Wir betrachten nun Iterationen der Form

$$3.5 \quad x_{n+1} = x_n^2 + c \text{ mit } x \text{ und } c \text{ Elemente der komplexen Ebene } \mathbb{C}.$$

Def 3.6:⁵⁰ Wir definieren die **Gefangenenmenge** einer solchen Iteration als die Menge der Anfangspunkte x_0 , deren Folge von Iterierten nicht nach Unendlich entkommt. Diese Punkte heißen gefangen.

Def 3.7:⁵¹ **Julia-Menge** heißt die Grenze zwischen der Gefangenenmenge einer gegebenen Iterationsfunktion und jenen Punkten, die nach Unendlich entkommen, den sogenannten **Fluchtpunkten**.

Komplizierter als dies ist der Begriff der Julia-Menge nicht, sie anzuschauen ist aber eine große Freude. Zu jedem c erhält man eine andere Kurve in der Ebene, die die Gefangenen- und Fluchtpunkte trennt.

Zur Illustration zeigen wir 8 Juliamengen dieser quadratischen Iteration.

⁴⁹ Peitgen 1992a, S. 146.

⁵⁰ Peitgen 1992b, S. 107.

⁵¹ Peitgen 1992b, S. 107.

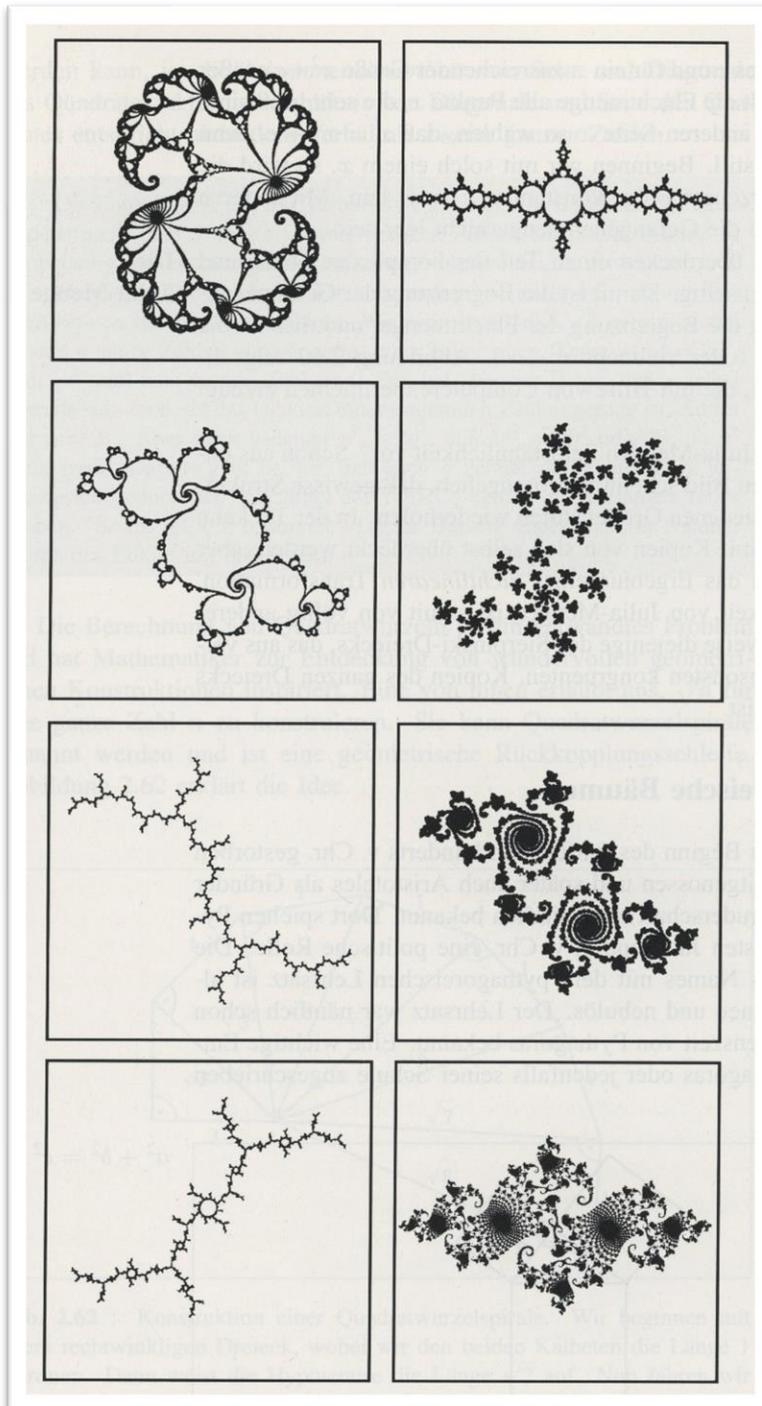


Abb 3.06:⁵² Julia-Mengen zur quadratischen Iteration

Julia-Mengen können zusammenhängend sein oder wie Staub aussehen oder...
 Eine Klassifizierung findet man hier.⁵³

⁵² Peitgen 1992a, S. 149.

⁵³ Peitgen und Richter 1986, S. 14.

3.1.5 Die Mandelbrotmenge

Wir gehen nun einen Schritt weiter und konstruieren aus den Juliamengen eine neue Menge, die als ein Atlas für die Julia-Mengen betrachtet werden kann.

Nachdem 1918 Gaston Julia und Michel Fatou die ersten theoretischen Grundlagen gelegt hatten, untersuchte Benoit B. Mandelbrot im Jahr 1980 die Objekte mit den ersten leistungsstarken Computern von IBM. Die ersten ausgedruckten Objekte entsprachen nicht den Erwartungen, da die Techniker die kleinen Ausstülpungen an den Rändern der Menge für Druckerfehler hielten und beseitigten.⁵⁴

Es startet wieder mit der Iterationsgleichung

$$3.5 \quad x_{n+1} = x_n^2 + c \text{ mit } c \text{ Element der komplexen Ebene,}$$

wir wählen jetzt aber stets als Anfangswert x_0 die Null.

Eine Menge heißt zusammenhängend, wenn sie aus einem Stück besteht.

Def 3.8:⁵⁵ Wenn für ein c der komplexen Ebene die zugehörige Juliamenge zusammenhängend ist, färben wir den Punkt c schwarz, sonst bleibt er weiß. Die entstehende Menge heißt nach ihrem Entdecker **Mandelbrotmenge**, umgangssprachlich Apfelmännchen.

Anders kann man sie beschreiben, indem man schwarz die Punkte färbt, die gefangen sind und weiß die übrigen.

Das Ergebnis ist ein überraschendes, aber inzwischen weltbekanntes Fraktal.

⁵⁴ <https://de.mathigon.org/course/fractals/mandelbrot>

15.05.24

⁵⁵ Peitgen 1988, S. 177.

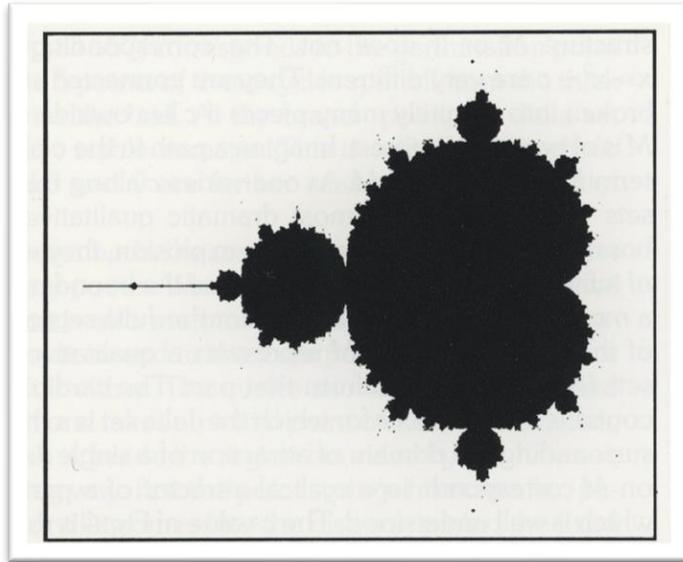


Abb 3.07:⁵⁶ Mandelbrotmenge

Man konnte inzwischen viele Eigenschaften der Mandelbrotmenge nachweisen, so dass sie ebenfalls zusammenhängend ist, aber auch, dass ihr Rand so zerklüftet ist, dass er die fraktale Dimension zwei⁵⁷ hat. Dabei erweitert der Begriff fraktale Dimension mit einer komplizierten Definition den gängigen Begriff der Dimension auf Fraktale.^{58 59} Die Mandelbrotmenge hat großen Einfluss in der experimentellen Mathematik. Kamerafahrten an ihren Rändern bringen in verschiedensten Skalen Selbstähnlichkeit zu Tage.

⁵⁶ Peitgen und Richter 1986, S. 11.

⁵⁷ Peitgen 1992a, S. 19.

⁵⁸ Scholl und Pfeiffer 1992, S. 24.

⁵⁹ Peitgen 1992a, S. 248; Aichtner 1997, S. 22.

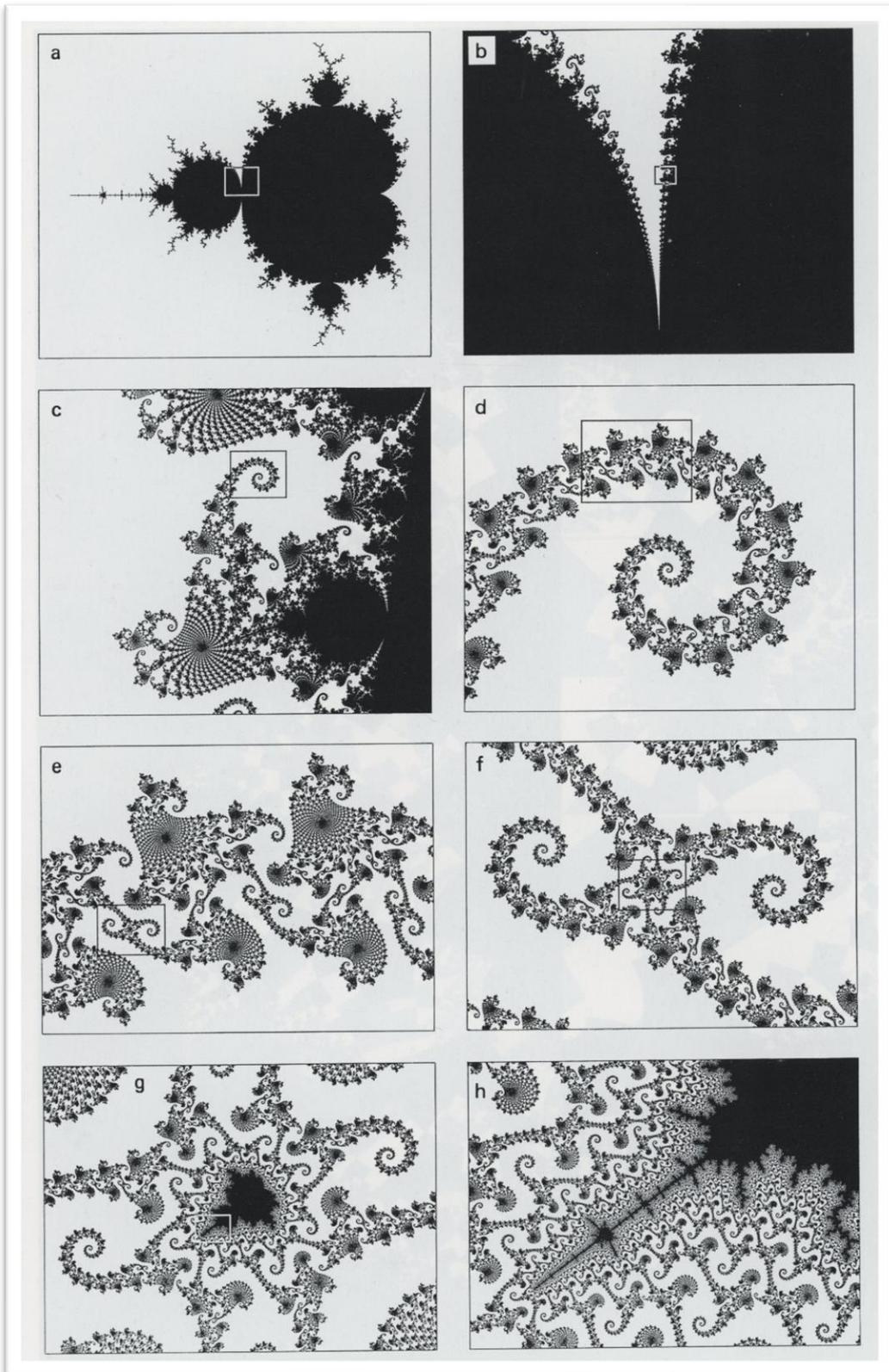


Abb 3.08:⁶⁰ Kamerafahrt am Rand der Mandelbrotmenge in 8 Stufen

⁶⁰ Peitgen 1988, S. 202.

Zuletzt noch ein Eindruck davon, inwiefern die Mandelbrotmenge als Atlas von Julia-Mengen gesehen werden kann.

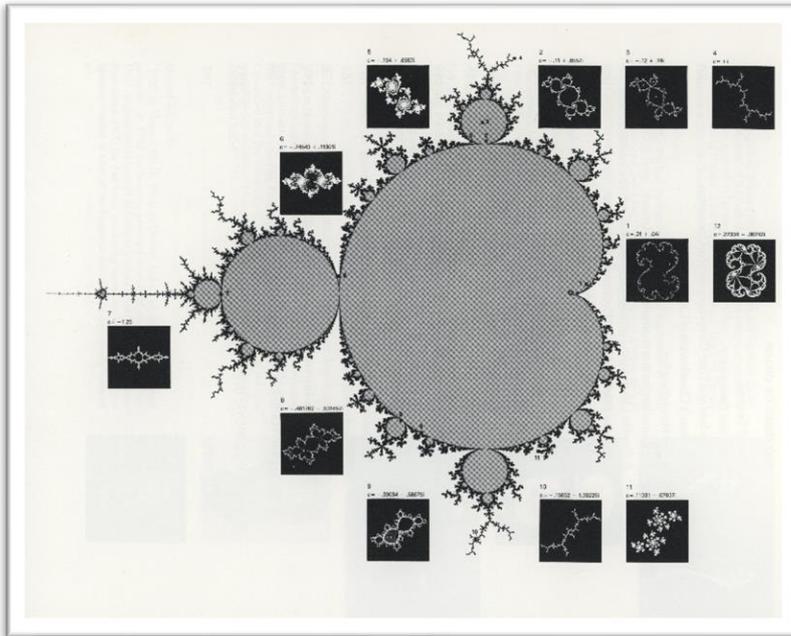


Abb 3.09:⁶¹ Mandelbrotmenge als Atlas der Julia-Mengen
 Zu ausgewählten Punkten $z = c$ wird die Julia-Menge präsentiert.

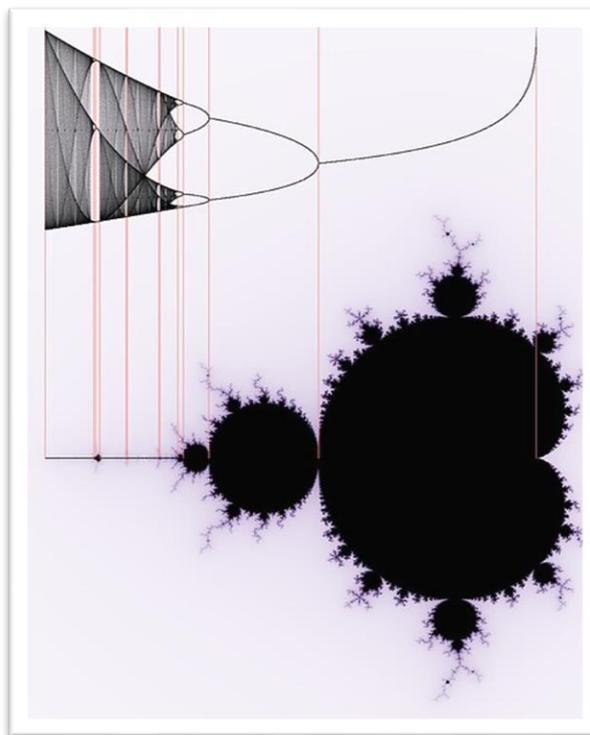


Abb 3.10:⁶² Verbindung zum Verhulst-Diagramm
 oben: Verhulst-Diagramm, unten: Mandelbrot-Menge. Die vertikalen roten Linien zeigen die Übereinstimmung der charakteristischen Punkte der Mandelbrot-Menge für reelle c -Werte und des Feigenbaumdiagramms.

⁶¹ Peitgen und Richter 1986, S. 12.

⁶² <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Verhulst-Mandelbrot-Bifurcation.jpg> 28.04.2024

Es wird sichtbar, dass die Ansätze neuer Knospen mit den Verzweigungen im Verhulst-Diagramm übereinstimmen. Außerdem erkennt man, dass an der Stelle der „Antennen-Knospe“ ein Gebiet der Ordnung im Verhulst-Diagramm anzutreffen ist.

3.1.6 Schöne Varianten der Mandelbrotmenge

Die schwarze Färbung der Mandelbrotmenge zeigt die Punkte an, die bei Iteration im Endlichen bleiben, die sogenannte Gefangenenmenge. Geht man über den Rand dieser Menge hinaus, so verhalten sich die Punkte unterschiedlich. Sie wandern unterschiedlich schnell ins Unendliche, dicht bei der Menge langsam, weiter draußen schneller. Diese Eigenschaft nutzt man, um Bilder von faszinierender Schönheit zu kreieren. Dies hat die Berühmtheit dieses mathematischen Teilgebiets verursacht, denn Bilder anschauen ist für viele Menschen attraktiver als Gleichungen lösen.

Über das folgende Bild kann man mit dem Untertitel sagen:

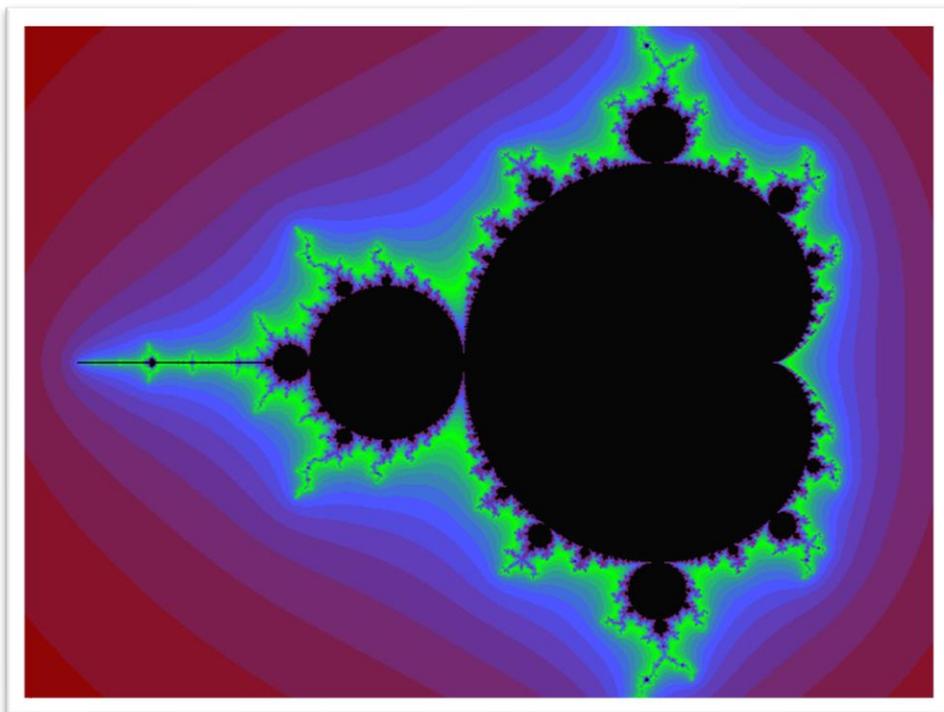


Abb 3.11:⁶³ Mandelbrot-Menge mit farbig dargestellter Umgebung. Jedem Pixel ist eine bestimmte Zahlenfolge zugeordnet. Der Folgenindex, ab dem alle Folgenglieder einen Betrag größer als 1000 haben, wächst von Farbstreifen zu Farbstreifen zur Mandelbrot-Menge hin um den Wert 1.

⁶³ https://de.wikipedia.org/wiki/Mandelbrot-Menge#/media/Datei:Mandelbrot-Menge_farbig.png 01.05.24

- Coordinates of the center: $\text{Re}(c) = -.7, \text{Im}(c) = 0$
- Horizontal diameter of the image: 3.1
- Created by [Wolfgang Beyer](#) with the program *Ultra Fractal 3*.
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mandelbrot_set_with_coloured_environment.png

Um dies genauer zu verstehen, folgen wir den Ausführungen eines der größten Chaos-Programmierer in der Populärliteratur A. K. Dewdney der achtziger Jahre. Er stellt sich einen Bus mit Haltestellen vor, der in einem Punkt z der komplexen Ebene startet und immer weiterfährt. Die Anzahl der Haltestellen, bis der Bus einen Abstand von 2 Einheiten vom Ursprung hat, nennt er Festhaltevermögen des Punktes z . Am Rand der Mandelbrotmenge gibt es Punkte mit sehr großem Festhaltevermögen, bei ihnen kann es Millionen Stopps erfordern, bis man weiß, dass sie ins Unendliche wandern werden. Gestaffelt nach diesen erforderlichen Schritten wählt man dann die Farben aus, um die Graphik zu kolorieren.⁶⁴

Wenn man sich nun fragt, wo ist denn eigentlich das Chaos geblieben bei all diesen harmonischen Bildern und klaren Zusammenhängen, dann sei noch einmal an die Definition des Chaos erinnert: wie beim Doppelpendel und beim Wetter, so auch bei der Mandelbrotmenge, ist alles streng deterministisch, aber nicht vorhersagbar, weil die Ergebnisse sensibel von den Ausgangsbedingungen abhängen. Im Rand des fraktalen Apfelmännchens liegen Punkte dicht, die gefangen sind, mit solchen die flüchten. Das bedeutet Chaos.

Wir schließen die Beschreibung der Chaostheorie mit ihren Bildern mit einem bemerkenswerten Zitat:

„Some specialists are worried about the transition from verbal language to pictures, as if visual information was basically inferior to verbal or aural information. This position is untenable; on the contrary, the proverb, „a picture ist worth a thousand words“ is supported by arguments from the psychology of perception. [...] Besides offering an additional system of encoding information, this change from words to pictures has shifted the basis of the descriptive possibilities we use to grasp our world.“⁶⁵

⁶⁴ Dewdney, S. 53.

⁶⁵ Peitgen und Richter 1986, S. 182.

3.2 Der goldene Schnitt

3.2.1 Der goldene Schnitt und die Schönheit⁶⁶

Die sectio aurea oder proportio divina war schon in der Antike bekannt, so taucht sie im 2. Buch der Elemente von Euklid von Alexandria um 300 v. Chr. auf bei seiner Untersuchung der platonischen Körper, als er über Teilungen schreibt. Wenn man eine Strecke so teilt, dass sich die ganze Strecke zur längeren Teilungsstrecke a verhält wie diese längere a zur kürzeren b , dann spricht man vom Goldenen Schnitt. In Formeln ausgedrückt besagt dies:

$$3.9 \quad \frac{a}{b} = \frac{a+b}{a}$$

Wenn man dies näherungsweise berechnet, ergibt sich dieses Verhältnis:

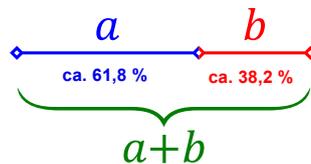


Abb 3.12:⁶⁷ The golden ratio ϕ represented as a line divided into two segments a and b , such that the entire line is to the longer a segment as the a segment is to the shorter b segment.

Die Zahl ϕ , die man als Quotient aus diesen Zahlen a und b erhält, ist nicht als Bruch darstellbar, aber als Lösung einer quadratischen Polynomgleichung. Sie ist daher eine algebraische irrationale Zahl vom Grad 2 und ist seit 2021 bis auf 10 Billionen Stellen sicher bekannt ist. Weitere Details zu Eigenschaften von ϕ finden sich im Abschnitt 3.2.3.

Um 1200 befasste sich Leonardo von Pisa mit dem goldenen Schnitt, der Zusammenhang zu den von ihm berühmt gemachten Fibonacci-Zahlen ist Inhalt des nächsten Abschnitts.

Im Spätmittelalter gibt es einige wenige Belege zu ϕ , häufiger taucht die Zahl dann auf in der Renaissance. So hat Johannes Kepler die Zahl als kostbaren Edelstein bezeichnet. Von Kepler stammt auch das nach ihm benannte Dreieck, das rechtwinklig ist und über den drei Seiten Quadrate von den Flächenmaßen 1, ϕ und ϕ besitzt. Luca di Pacioli di Borgo, Lehrer an der Universität von Perugia, hatte

⁶⁶ Vgl. Hemenway 2008.

⁶⁷ https://de.wikipedia.org/wiki/Goldener_Schnitt#/media/Datei:Golden_ratio_line_percentages.svg 15.05.24.

bei der intensiven Beschäftigung mit ϕ den Namen divina proportio als erster geprägt.

Rechtecke, deren Kantenverhältnisse nach dem goldenen Schnitt gebildet sind, nennt man Goldene Rechtecke. Ihre Proportionen werden als besonders harmonisch empfunden.

Die Anwendung des goldenen Verhältnisses findet sich in allen möglichen Bereichen, ob bewusst oder unbewusst, geplant oder ungeplant. So sind die Proportionen am Parthenon danach gesetzt, allgemein in Kunst, Architektur und Musik treffen wir es an, z. B. bei den Verhältnissen von Saitenlängen. Dann aber taucht es in der Natur auf, hauptsächlich in der Biologie. Neue Erkenntnisse zeigen aktuell, dass es nicht nur im Makroskopischen auftaucht, sondern auch in der atomaren Welt unter den Quasikristallen Gebilde auftauchen, deren mathematische Kenngrößen dem goldenen Schnitt entsprechen. Diese Forschungsergebnisse wurden am Ende des 20. Jahrhunderts erzielt und mit dem Nobelpreis geehrt.

Eine kleine Chronologie von Entdeckern des Goldenen Schnittes zeigt die folgende Abbildung.



Abb 3.13:⁶⁸ Chronologie der Entdecker

„Geometrie besitzt zwei große Schätze: einer ist das Theorem des Pythagoras; der andere ist die Teilung einer Linie in das äußere und das mittlere Verhältnis. Die erste mögen wir mit dem Wiegen des Goldes vergleichen; die zweite verdiente den Namen des Edelsteines.“⁶⁹

Johannes Kepler

Mit dem goldenen Schnitt und der Zahl ϕ wird die Schönheit verknüpft. Das mag daran liegen, dass die goldene Teilung eine irgendwie geartete Harmonie herstellt, sei es bei Figuren wie dem Pentagramm, Gebäuden wie den Pyramiden oder

⁶⁸ Hemenway 2008, S. 20–21.

⁶⁹ Hemenway 2008, S. 10.

Objekten der Natur wie Mustern in Pflanzen oder immer wieder auftretenden Verhältnissen in der Mathematik, die zum Teil auch in der Mystik verwendet werden. Hier findet sich häufig das Pentagramm, in dem Verhältnisse zu ϕ an mehreren Stellen auftreten.

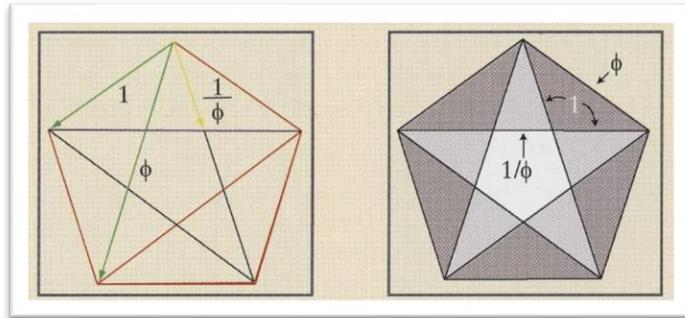


Abb 3.14:⁷⁰ Pentagramm

Eine Begründung hierzu gibt es nicht, dies entspricht vielmehr einem Gefühl, einer Wahrnehmung, die intuitiv entsteht. Beschreibungen wie „rätselhaft“, „geheimer Code“ oder „Geheimnis“ vermitteln, wie tief diese Verhältniszahl an die Wurzeln des Seins greift. Offenbart sich ein göttlicher Plan in diesen Gesetzmäßigkeiten?

3.2.2 Die Fibonacci-Zahlen

Leonardo von Pisa, genannt auch Fibonacci, wurde im vorigen Kapitel bereits erwähnt. Der weitgereiste Gelehrte hatte in anderen Kulturen nach Ideen und Beispielen für seine Wissenschaft gesucht. Am Rand einer Seite seines 1202 erschienenen berühmten Buches *liber abbaci*,⁷¹ das Buch der Kalkulation, auf der er sich mit dem Wachstum von Kaninchenpopulationen beschäftigte^{72 73}, findet sich der Anfang der nach ihm benannten Fibonacci-Zahlenfolge.

⁷⁰ Hemenway 2008, S. 149.

⁷¹ Vgl. Hemenway 2008, S. 80.

⁷² Vgl. Hemenway 2008, S. 82.

⁷³ Vgl. Hemenway 2008, S. 134.

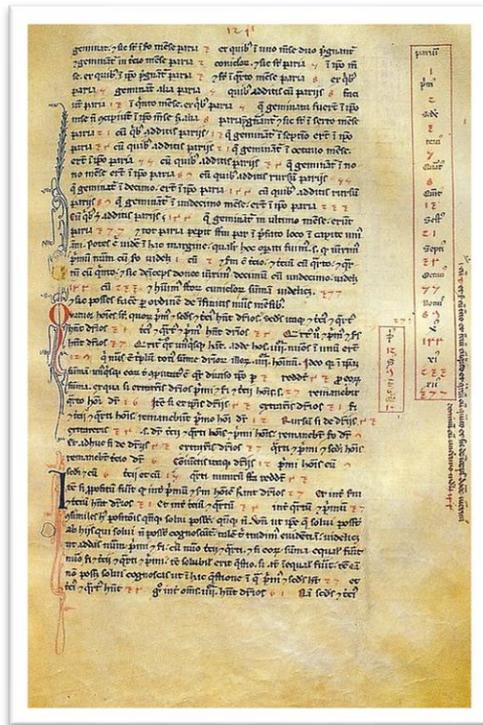


Abb 3.15:⁷⁴ Liber abbaci

Mathematisch liegt hier die einfache Addition der beiden vorangehenden Folgenglieder vor, die das nachfolgende Glied bildet:

$$3.10 \quad f_{n+2} = f_{n+1} + f_n$$

Dabei wählt man standardmäßig die Startwerte $f_0 = 1$ und $f_1 = 1$.

Daraus entsteht die Folge

f_n : 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, 2584, 4181 ...

Dies erscheint zunächst unspektakulär. Aber es gibt umfangreiche Bücher, die die Verbindungen der Fibonaccifolge in die Wissenschaften aufzeigen und vor allem mathematische Formeln und Eigenschaften der Folge beweisen, oder aber auch verwandte Folgen mit anderen Startwerten oder Bildungsgesetzen betrachten wie z. B. die Lucas-Folge.⁷⁵ So finden wir eine direkte Verknüpfung der Fibonacci-Folge mit der goldenen Zahl, die wir im nächsten Abschnitt darstellen. Aber zuerst gilt

⁷⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Liber_abbaci_magliab_f124r.jpg 03.05.24

⁷⁵ Vgl. Lausch 2010.

es, das Vorkommen von Objekten in der Natur zu beschreiben, deren Bildungsgesetze der Fibonacci-Folge gehorchen.

Zentral sind die Blüten- oder Fruchtstände von Pflanzen, die dieser Folge folgend angeordnet sind.

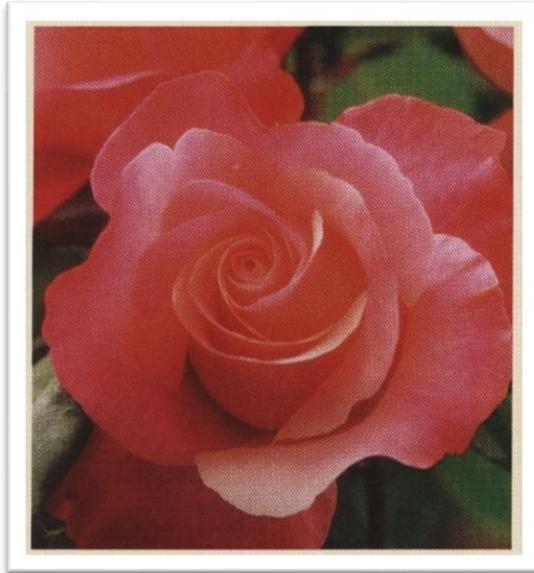


Abb 3.16:⁷⁶

„Die Fibonacci-Zahlen kommen in der Natur bemerkenswert oft vor. Die Rosenknospe ist ein passendes Beispiel. Im Zentrum der Rose befindet sich der Apex, und darum herum erheben sich die Blütenblätter in kreisförmiger Anordnung. Wenn wir sie näher untersuchen, entdecken wir eine sich fortsetzende Spirale, und wenn wir den Winkel zwischen den aufeinanderfolgenden Blütenblättern nachmessen, betragen diese ungefähr $137,5^\circ$. Dieser Winkel wird manchmal goldener Winkel genannt. Man erhält ihn, wenn man 360° mit ϕ multipliziert, wobei sich ein Verhältnis von aufeinanderfolgenden Fibonacci-Zahlen ergibt.“⁷⁷

Eine Sammlung von Fibonacci-Zahlen findet man bei den Blütenblättern verschiedener Pflanzen:

- 3: Lilien, Iris, Waldlilien
- 5: Akeleien, Hahnenfuß, Felddrittersporn und wilde Rosen
- 8: Rittersporn, Buschwindröschen, Schmuckkübchen
- 13: gelbes Gänseblümchen
- 21: Astern
- 34, 55, 89 Gänseblümchen.⁷⁸

⁷⁶ Hemenway 2008, S. 135.

⁷⁷ Hemenway 2008, S. 135.

⁷⁸ Hemenway 2008, S. 136.



Abb 3.17:⁷⁹ Die Kerne der Sonnenblume sind in Spiralen angeordnet, deren Anzahlen den Fibonacci-Zahlen entsprechen.

„Die Einzelblüten bei Ananas, Sonnenblumen, Gänseblümchen und Erdbeeren scheinen zwei Spiralsysteme zu bilden, die radial von einem Zentrum ausgehen. Obwohl diese symmetrisch erscheinen, ist die Anzahl der im und gegen den Uhrzeigersinn laufenden Spiralen nicht identisch. Wenn man sie genau zählt, enthüllen ihre Muster aufeinanderfolgenden Fibonacci-Zahlen.“⁸⁰

Aber nicht nur in der Biologie kommen die Fibonacci-Zahlen vor, sondern in Verbindung mit dem goldenen Schnitt natürlich auch in Architektur, in der Kunst, im Mikroskopischen bei den Kristallen und den atomaren Strukturen. In den Barmer Anlagen in Wuppertal gibt es eine Anordnung von Granitstelen, die rechts und links der Trasse der ehemaligen Bergbahn den Weg markieren.

3.2.3 Die goldene Zahl Φ

In einem Bogen kommen wir zurück über die Fibonacci-Zahlen zum goldenen Schnitt aus Abschnitt 3.2.1. Wir betrachten nun aus der Folge

$$f_n: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, 2584, 4181 \dots$$

je zwei benachbarte Folgenglieder und dividieren sie. Das ergibt eine neue Zahlenfolge startend mit 1:

⁷⁹ Behr 1993, Titel oder 27.

⁸⁰ Hemenway 2008, S. 138.

n	$\frac{f_{n+1}}{f_n}$
1	1
2	2
3	1,5
4	1,6
5	1,625
6	1,615384615
7	1,619047619
8	1,617647059
9	1,618181818
10	1,617977528
...	...

Tab 3.2: Grenzprozess von Fibonacciquotienten

Wenn man diesen langsam fortschreitenden Prozess weiterführt, ergibt sich ein Grenzwert

$$\Phi = 1,6180339887744989484820458683 \dots^{81},$$

den man mit viel Geduld und Rechenleistung erhält.

Mathematiker ziehen diesen unendlich langen nichtperiodischen Dezimalzahlen geschlossene Ausdrücke vor, die leichter zu handhaben sind. Nicht immer gibt es sie, aber hier bei ϕ kommen wir durch die Teilung am Rechteck zur Gleichung

$$\frac{\Phi}{1} = \frac{1+\Phi}{\Phi} \quad \text{und von da aus zur quadratischen Gleichung } \Phi^2 - \Phi - 1 = 0.$$

Mit quadratischer Ergänzung oder p/q-Formel gelöst, ergibt sich hier als positive Lösung

$$3.11 \quad \Phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$$

Die Berechnung mit dem Taschenrechner liefert sofort mit Taschenrechnergenauigkeit die oben angegebene Näherung.

An dieser Darstellung kann man unmittelbar zwei wichtige Eigenschaften von Φ ablesen. Zum einen taucht die Wurzel der Primzahl 5 auf, die ist irrational, also ist auch die daraus gebildete Zahl irrational. Wir haben also keinen Bruch und keine periodische Endung. Zum anderen entsteht Φ als Lösung einer quadratischen Gleichung mit ganzzahligen Koeffizienten, das bedeutet, dass wir hier eine algebraische Zahl vor uns haben; das ist genau die Definition.

⁸¹ Hemenway 2008, S. 188.

Eine weitere Eigenschaft von Φ ist interessant. Aus der Berechnungsvorschrift in der Tabelle oben können wir die folgende Formel ableiten:

$$3.12 \quad \frac{f_{n+1}}{f_n} = \frac{f_{n-1} + f_n}{f_n} = 1 + \frac{f_{n-1}}{f_n}$$

Nun ersetzen wir den Bruch durch seinen doppelten Kehrwert und erhalten

$$3.13 \quad \frac{f_{n+1}}{f_n} = 1 + \frac{1}{\frac{f_n}{f_{n-1}}}$$

und wenden analog wieder die Formel 3.12 an

$$= 1 + \frac{1}{1 + \frac{f_{n-2}}{f_{n-1}}} \quad \text{usw.}$$

Dann erhalten wir die Kettenbruchentwicklung von $\frac{f_{n+1}}{f_n}$, die aus lauter Einsen besteht.

Wenn man nun den Grenzwert auf beiden Seiten der Formel 3.13 bildet, kommt man auf eine analoge Formel wie oben, denn beide Brüche streben auf denselben Grenzwert zu:

$$3.14 \quad \phi = 1 + \frac{1}{\phi}$$

$$3.15 \quad \phi^2 - \phi - 1 = 0.$$

Die Annäherung an den Wert von ϕ erfolgt Mithilfe des Kettenbruchs, so nennt man das wiederholte Kehrwert-Bilden, nur sehr langsam. Das verführt einige Autoren dazu, von einer „sehr irrationalen“⁸² Zahl zu sprechen.

„Zahlentheoretisch ließe sich nun zeigen, dass die Goldene Zahl zu den rationalen Zahlen einen weiteren Abstand hält als alle anderen irrationalen Zahlen. Der Kettenbruch approximiert sie weit weniger gut als die anderen irrationale Zahlen.“⁸³

⁸² Vgl. Cramer 1995.

⁸³ Cramer 1995, S. 53.

Und später:

„Die prominentesten Vertreter beider Klassen, nämlich 1:1 und $1:\phi$ stehen für extreme Konsonanz und Dissonanz, für die Kommensurabilität und Inkommensurabilität, für Ordnung und Chaos oder wie immer man die grundsätzlichen Prinzipien nennen will.“⁸⁴

Der erste Teil des Zitates lässt außer Acht, dass die irrationalen und rationalen Zahlen dicht ineinander liegen und dass man von einem Abstand hier so nicht sprechen kann. Zudem zeigt die Berechnung von ϕ über $\sqrt{5}$, dass hier keine besondere Art der Irrationalität vorliegt. Im Gegenteil verweist die Eigenschaft, algebraisch zu sein und nicht transzendent, dass wir es mit einer ganz „normalen“ irrationalen Zahl zu tun haben.

Die Zuordnung zu Ordnung und Chaos scheint schon eher eine Berechtigung zu haben, zumindest wenn man die Brüche als zahm und die irrationalen Zahlen als wild betrachtet. Die Zahl ϕ wird jedoch im Zusammenhang mit der Schönheit und den Mustern in der Natur eher als geheimer Code betrachtet, der sich überall wiederfindet, in der Harmonie der Architektur und Kunst, in den Strukturen der Pflanzen und Schnecken, den Wissenschaften und vielem anderen.

So lesen wir bei der Einleitung zur Bedeutung des goldenen Schnitts:

„Einfach gesagt, ist die Proportion die Beziehung des Ganzen zu seinen Teilen. Diese Beziehung ist so perfekt, dass das Verhältnis zueinander gleich dem Verhältnis des Ganzen zu seinem größeren Teil ist.“⁸⁵

„Die Macht des Goldenen Schnittes, Harmonie zu erzeugen, liegt in seiner einzigartigen Kapazität, Teile eines Ganzen so zu verbinden, dass jeder seine eigene Identität bewahrt und doch in ein größeres Muster eines einzigen Ganzen verschmilzt.“⁸⁶

György Doczi, Die Kraft der Grenzen

So sind wir angekommen an der Stelle, an der wir für Cramers Zeittheorie das nötige Rüstzeug haben und für seine Begriffe von Chaos in den Künsten und Ordnung in der Zeit vorbereitet sind.

⁸⁴ Cramer 1995, S. 55.

⁸⁵ Hemenway 2008, S. 11.

⁸⁶ Hemenway 2008, S. 11–12.

Die Schönheit in der Mathematik, sofern man Kettenbrüche und algebraische Gleichungen als schön empfinden kann, korrespondiert mit der Harmonie in der Natur, dies zeigen die hier präsentierten Figuren und Beziehungen.

3.3 Zeitbegriffe

Zeit, was ist das? Diese Frage und berühmte Repliken darauf zeigen an, dass das Verständnis des Abstraktums der Zeit keine leichte Antwort und je nach Kultur und Lebenszeit auch unterschiedliche Antworten erfährt. Diese Mehrdeutigkeit umfasst auch die Fragen nach dem Hier und Jetzt, nach Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.

Zeit, was ist das? Dies bewegte die Griechen Parmenides, Heraklit, Platon, Aristoteles et al. um 500 v. Chr. wie auch den Kirchenvater Augustinus im 4. Jahrhundert und dann auch mit der kopernikanischen Wende im 16. und 17. Jahrhundert besonders Kepler und Newton.

3.3.1 Die Lineare Zeit und die zirkuläre Zeit in der Antike

Wir werfen einen Blick auf die Vorsokratiker, um erste Versuche, der Zeit habhaft zu werden, zu verstehen. Man kann Anaximander (610 – 546 v. Chr.) von Milet, ein Zeitgenosse Thales, als einen der ersten bedeutenden Astrophysiker zitieren. Ihm wird die Geburt der Wissenschaft zugeschrieben. Nur ein Fragment ist von seinen Schriften erhalten, das meiste ist über den Umweg über Aristoteles 200 Jahre später bekannt. Mit seinem polaren Naturverständnis kann man ihn für einen ersten griechischen Zeitbegriff zitieren.

Werden und Vergehen stehen in einem ständigen Kreislauf und begründen einen reversiblen Zeitbegriff. Er schreibt:

„Aus welchen [seienden Dingen] die seienden Dinge ihr Entstehen haben, dorthin findet auch ihr Vergehen statt, wie es in Ordnung ist, denn sie leisten einander Recht und Strafe für das Unrecht, gemäß der zeitlichen Ordnung.“⁸⁷

„Es gibt nur dieses eine Fragment von Anaximander, und es ist der erste authentisch niedergeschriebene philosophische Satz abendländischer Geschichte.“⁸⁸ Weiter zitiert Cramer Anaximander mit den Gedanken

⁸⁷ Diels, 12, A9, B1.

⁸⁸ Cramer 2001b, S. 16.

„Anfang und Ende gehören zusammen, das Ding kann seinen Ursprung nicht vergessen und kehrt in einer zyklischen Bewegung wieder in ihn zurück. Mit anderen Worten: alles kreist, ist rückgekoppelt, ist reversibel.“⁸⁹

Anaximander fasst die Natur als Gegensatz zwischen trocken und feucht, zwischen warm und kalt auf, ein Gegensatz, der sich immer wieder polarisiert, aber auch auf Ausgleich drängt und zirkulär geschieht.

Chronologisch der nächste ist Heraklit aus Ephesus (ca. 520 bis 460 v. Chr.), von dem jedoch keine geschlossene Theorie überliefert ist, sondern nur durch spätere Autoren Aphorismen, Paradoxien und Wortspiele, bei denen die Quellen teilweise nicht verbürgt sind. Dennoch nimmt er in dieser Chronologie eine wichtige Rolle ein, denn ihm wird das Zitat zugeschrieben:

„Es ist unmöglich, zweimal in denselben Fluss hineinzusteigen.“⁹⁰

Damit meint er, dass die Dinge in ständigem Wandel sind, der Fluss wie der Mensch, der in ihn steigt. Mit dieser Metapher drückt Heraklit den irreversiblen Charakter der Zeit aus, den **Zeitpfeil**. Damit sind wir angekommen bei der ersten großen Vorstellung der Zeit: Zeit ist linear und irreversibel.

Auch über Parmenides ist nicht viel Gesichertes bekannt. So soll er um 500 v. Chr. in Elea in Italien gelebt haben und der eleatischen Schule angehört haben. Von ihm ist in Gedichtform ein großes Fragment überliefert, in dem er einem prozessoralen oder evolutiven Weltbild eine klare Absage erteilt. Die Welt ist, wie sie ist, und deshalb läuft alles in sich zurück, die Zeit der Welt ist zyklisch. Wir haben es mit einem **Zeitkreis** zu tun, der in dieser Form von Platon aufgenommen wird.

Ein kurzes Zitat:

„Wie könnte denn Seiendes zugrunde gehen, wie könnte es entstehen? Denn entstand es, so war es vorher nicht und ebensowenig, wenn es erst in Zukunft einmal sein sollte. Also ist Entstehen ausgelöscht und unerfahrbar Zerstörung.“⁹¹

„Was will uns Parmenides sagen? Nur ein Gegenstand oder ein Prozess, von dem wir sagen können, dass er oder es ist, ist wirklich. Wenn wir von etwas behaupten, es war oder es wird sein, dann ist es nicht wirklich und für uns irrelevant. Die wahre Welt ist eine Welt

⁸⁹ Cramer 2001b, S. 17.

⁹⁰ Diels, Heraklit 22 B 91.

⁹¹ Diels, Parmenides 28 B 2 und B 6 und B 8.

der Dauer, der Reversibilität, die Welt, die später Newton physikalisch konstruieren wird.⁹²

Als ein besonders eindrückliches Beispiel zur Problematisierung der Zeit gilt das Paradoxon des Zenon, Schüler des Parmenides (490 bis 430 v. Chr.), über den Zeitpfeil, bekannter in der Abwandlung von Achilles und der Schildkröte. Zenon sah seine Aufgabe darin, die Meinung des Parmenides zu verteidigen; das Verhältnis von Raum, Zeit und Bewegung beschäftigte ihn besonders. Dazu ersann er an die 40 Paradoxien: Der Trugschluss von Achilles und der Schildkröte scheint zu beweisen, dass ein schneller Läufer einen langsamen Läufer nicht überholen könne, sofern er jenem einen Vorsprung gewähre, sowie die damit verwandten Trugschlüsse des Nicht-ans-Ziel-kommen-Könnens (Teilungsparadoxon) und des Nicht-Weglaufen-Könnens sowie das Pfeil-Paradoxon und das Stadion-Paradoxon stehen im Mittelpunkt. Mit Hilfe eines unendlichen Abstiegs wird die zu durchlaufende Strecke jeweils zerteilt und der Vorgang auf die neue, kleinere Strecke bezogen.

Bei Zenon ist die Veränderung Schein, nichts entsteht und alles ist ungeworden. Dies erscheint als Aporie zwischen Logik und Anschauung, der sich Zenon und seine Schule der Logik verschreibt.

Platon, geboren 428 und gestorben 348 v. Chr. in Athen, war Schüler des Sokrates und hat auch dessen Werk mit überliefert, da Sokrates selbst nichts geschrieben hat. Platon liefert eine Zusammenschau des Denkens und Wissens und beginnt die Wissenschaft zu mathematisieren. Von Platon sind vor allem zwei Dinge in Bezug auf die Zeit zu nennen, zunächst seine Ideenlehre. In Bezug auf einen bestimmten Begriff haben die Dinge des Lebens immer nur einen gewissen Anteil an dessen Eigenschaften, der Begriff an sich ist transzendent und zeitlos, während die Dinge der Zeit unterworfen sind. Die folgende Darstellung visualisiert das Konzept der Ideen und schließt das Konzept der Zeit in den Begriffen vergänglich und unvergänglich mit ein.

⁹² Cramer 2001b, S. 18.

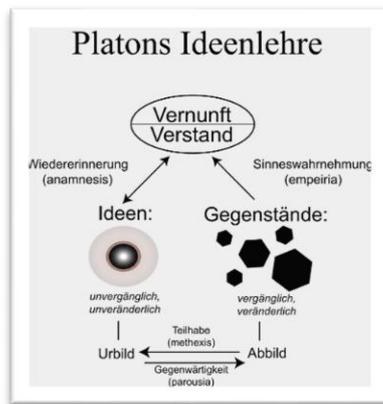


Abb 18:⁹³ Platons Ideenlehre

Das Höhlengleichnis beschreibt, wie die Menschen in der Höhle sitzend das Abbild des Reichs der Ideen in den Gegenständen quasi als Schatten auf der Höhlenwand wahrnehmen.

Die Ideen sind die Muster und Vorbilder, die wir nie vollständig erfassen können. In den idealen Figuren der Geometrie repräsentiert Platon als zweites die Grundelemente des Kosmos. So baut er dreidimensionale Körper immer aus einer Grundfigur, sei es Dreieck, Quadrat oder Fünfeck, und ordnet sie dann Elementen zu. So entspricht das Tetraeder dem Feuer, der Würfel der Erde, das Oktaeder der Luft, das Ikosaeder dem Wasser, das Dodekaeder schließlich dem Kosmos.



Abb 19:⁹⁴ Die Platonischen Körper

Wie die chemische Formel des Wassers oder der Luftmoleküle stellt der geometrische Körper ein Abbild der Idee des Elementes dar.

Platon beschreibt in seinem Dialog Timaios das Entstehen des Kosmos.

„Als nun aber der Vater, welcher das All erzeugt hatte, es ansah, wie es bewegt und belebt und ein Bild der ewigen Götter geworden war, da empfand er Wohlgefallen daran und in dieser seiner Freude beschloss er, es noch mehr seinem Urbilde ähnlich zu machen. [...]“

⁹³ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Platon_Ideenlehre.svg 03.05.24

⁹⁴ <https://de.wikipedia.org/wiki/Platon#/media/Datei:Hexahedron.gif> 03.05.24

Dies alles aber sind Teile der Zeit, und was war und sein wird, sind Formen der entstandenen Zeit, obwohl wir mit Unrecht, ohne dies zu bedenken, diese dem ewigen Sein beilegen.“⁹⁵

Bei diesem Versuch des Schaffens entsteht der Konflikt zwischen ewig und vergänglich

„Die moderne Naturwissenschaft beruht im Grunde noch immer auf der Platonischen Aufteilung der Welt in Zeitlosigkeit und Zeit.“⁹⁶

„Der platonische Zeitbegriff ist analog und wird analog gemessen. „Die Zeit wird durch die Analoguhr „gemäß der Zahl“ gemessen.“⁹⁷

Das ändert sich mit Aristoteles (384 -322 v. Chr.), der Schüler von Platon ist. Er führt einen Zeitbegriff ein, den wir heute digital nennen würden.⁹⁸ Er beruft sich nicht auf den einen absoluten Zeitbegriff, sondern Zeit ermöglicht, Bewegung und Metamorphose zu beschreiben. Er schreibt:

„Zeit ist Zahl des Prozesses hinsichtlich des Früher oder Später.“⁹⁹

Dabei ist ein Bezug zu einem absoluten Zeitmaß unerheblich. Aristoteles schlägt eine je eigene Systemzeit vor.

Dies ist ein gewaltiger Schritt, der sich von den Gepflogenheiten prähistorischer Kulturen sehr unterscheidet, die in Sonnenobservatorien die Ankopplung an eine kosmische Zeit benötigen.

„Für Aristoteles steht nicht das Sein, sondern das Werden im Mittelpunkt der Betrachtungen, die Veränderungen.“¹⁰⁰

Bei Aristoteles steht ein Prozess im Mittelpunkt, der die Möglichkeiten betrachtet, die gegeben sind. Zwischen dem was ist und dem was sein wird, zwischen früher und später entwickelt sich das Geschehen. Dieser Prozess ist richtungsgebunden und nicht umkehrbar. Er ist irreversibel. Damit ist das einfache System einer kosmischen Zeit ersetzt durch ein komplizierteres System, in dem jeder Prozess seine Eigenzeit besitzt.

„Die Einheit der Natur ist gewissermaßen gleich zu Beginn der abendländischen Philosophie aufgehoben.“¹⁰¹

⁹⁵ Platon, 37 C und D.

⁹⁶ Cramer 2001b, S. 23.

⁹⁷ Cramer 2001b, S. 24.

⁹⁸ Cramer 2001b, S. 24 ff.

⁹⁹ Aristoteles, IV, 10-14; 11, 220a, 24-25.

¹⁰⁰ Cramer 2001b, S. 25.

¹⁰¹ Cramer 2001b, S. 26.

Jeder Versuch, die Eigenzeiten einzuverleiben in eine kosmische Zeit, misslingt gemäß der Erkenntnisse der modernen Physik.

Metamorphosen sind irreversibel, die Zeitlichkeit der Welt muss mit einem irreversiblen Zeitmodus beschrieben werden.

Die Entelechie, die eigene Zweckbestimmung in sich tragend, ist ein weiterer Aspekt bei Aristoteles, der zeigt, dass sich Systeme auf etwas hin zu bewegen, modern gesprochen, Selbstorganisation betreiben.

„Das abendländische Denken ist und bleibt durch die beiden Denkweisen geprägt: Die absolute Zeit, eingebettet in das absolute Sein in der Ideenwelt des Platon – und die Zeit des Werdens, die irreversible Zeit des Aristoteles.“¹⁰²

Der Kirchenvater Augustinus von Hippo (354-430 n. Chr.) hat sich ebenfalls intensiv mit dem Zeitbegriff beschäftigt. In seinen Confessiones im 11. Kapitel beschäftigt er sich mit der Schöpfung und dem Zeitbegriff, immer an den Schöpfer gewandt. Er stellt die berühmte Frage, die die Ambivalenz des Begriffs deutlich macht und berichtet in den Confessiones über seine Überlegungen zur Zeit.

„Was ist also die Zeit? Wenn mich niemand darnach fragt, weiß ich es, wenn ich es aber einem, der mich fragt, erklären sollte, weiß ich es nicht.“¹⁰³

Das Buch ist als Ansprache an den Schöpfer geschrieben. Immer wieder wendet sich der Autor an den Höchsten, dem er als Schöpfer alles zuschreibt, auch die Zeit. So heißt es:

„Niemals also hat es eine Zeit gegeben, wo du nicht schon etwas geschaffen hattest, weil du ja die Zeit selbst geschaffen hast.“¹⁰⁴

Bei Augustinus geht alles von der Gegenwart aus: die Vergangenheit ist eine Erinnerung in der Gegenwart an Vergangenes und die Zukunft bedeutet Erwartungen in der Gegenwart an Kommendes.

„Wie kann man sagen, daß sie sind, wenn die Vergangenheit schon nicht mehr ist und die Zukunft noch nicht ist? Wenn dagegen die Gegenwart immer gegenwärtig wäre und nicht in die Vergangenheit überginge, so wäre sie nicht mehr Zeit, sondern Ewigkeit.“¹⁰⁵

¹⁰² Cramer 2001b, S. 27.

¹⁰³ Aurelius Augustinus, Lib 11, Kap 14.

¹⁰⁴ Aurelius Augustinus, Lib 11, Kap 14.

¹⁰⁵ Aurelius Augustinus, Lib 11, Kap 14.

Auch die Messung der Zeit untersucht Augustinus und sagt:

„Aber wir messen die Zeiten nur im Vorübergehen, wenn wir sie durch die Wahrnehmung messen. Wer aber kann vergangene Zeiten messen, die nicht mehr sind oder als zukünftige noch nicht sind? Es sei denn, daß jemand zu behaupten wagte, etwas messen zu können, was gar nicht ist. Während also die Zeit vorübergeht, kann man sie wahrnehmen, wenn sie aber vorübergegangen ist, ist es unmöglich, weil sie dann nicht mehr ist.“¹⁰⁶

Augustinus hat also einen Zeitbegriff, der das subjektive Erleben als maßgeblich umfasst. So kann Zeit auch subjektiv länger und kürzer erscheinen, je nachdem, wie sie in unserem Geiste vorbeifließt. Die Zeit hat aber auch etwas Objektives jenseits des Subjekts, denn

„Ginge nichts vorüber, gäbe es keine vergangene Zeit; käme nichts auf uns zu, gäbe es keine zukünftige Zeit; wäre überhaupt nichts, gäbe es keine gegenwärtige Zeit.“

Es bleibt aber in Wiederaufnahme seiner früheren Überlegungen:

„Das ist nun wohl klar und einleuchtend, daß weder das Zukünftige noch das Vergangene ist. Eigentlich kann man gar nicht sagen: Es gibt drei Zeiten, die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, genau würde man vielleicht sagen müssen: Es gibt drei Zeiten, eine Gegenwart in Hinsicht auf die Gegenwart, eine Gegenwart in Hinsicht auf die Vergangenheit und eine Gegenwart in Hinsicht auf die Zukunft. In unserem Geiste sind sie wohl in dieser Dreizahl vorhanden, anderswo aber nehme ich sie nicht wahr. Gegenwärtig ist hinsichtlich des Vergangenen die Erinnerung, gegenwärtig hinsichtlich der Gegenwart die Anschauung und gegenwärtig hinsichtlich der Zukunft die Erwartung.“¹⁰⁷

Daneben beschreibt Augustinus auch den Zusammenhang der Zeit mit der Bewegung, was sehr modern anmutet, wenn man mit Newton vergleicht.¹⁰⁸

„Willst du, daß ich beistimme, wenn jemand sagt, die Zeit sei die Bewegung eines Körpers? Das willst du nicht. Denn jeder Körper bewegt sich, wie ich gehört habe, nur in der Zeit. So sagst du es. Daß aber die Bewegungen eines Körpers die Zeit selber sei, höre ich nicht; du sagst das nicht. Denn wenn sich ein Körper bewegt, so messe ich durch die Zeit, wie lange er sich bewegt von Anfang bis zu Ende der Bewegung. Und sehe ich nicht den Beginn jener Bewegung und fährt er fort, sich zu bewegen, so daß ich das Ende der Bewegung

¹⁰⁶ Aurelius Augustinus, Lib 11, Kap 16.

¹⁰⁷ Aurelius Augustinus, Lib 11, Kap 20.

¹⁰⁸ Vgl. 3.3.2.

nicht absehe, so bin ich nicht imstande, sie zu messen, als nur etwa von der Zeit an, wo ich sie wahrnahm bis zum Ende meiner Wahrnehmung. [...] Es ist also die Zeit etwas anderes als die Bewegung des Körpers.“¹⁰⁹

3.3.2 Absolute Zeit in der Neuzeit

Die Philosophie der Neuzeit gerät in einen Widerspruch zu dem Aristotelischen Denken. So entwickelt Kopernikus (1473 bis 1543), um diesen Widerspruch aufzuheben, eine Ganzheitstheorie der Schwere. Das ganze System gehorcht den Schweregesetzen, also kann dann auch die Erde bewegt sein und um sich selbst und um die Sonne kreisen, ohne dass die Gegenstände auf der Erde aufhören, direkt unterhalb des Punktes aufzukommen, von dem sie losgelassen wurde. Kepler (1571 bis 1630) sieht die Schwere nicht als „inneres Wollen des Körpers, keine Entelechie“.¹¹⁰ Die „magnetische“ Kraft ist der Masse proportional und gegenseitig, so können Ebbe und Flut erklärt werden. Der dramatische Umbruch der kopernikanischen Wende verdeutlicht sich in der Person Keplers, der 1596 als junger Mann ein Modell der Welt vorschlägt, was bis heute beeindruckt.

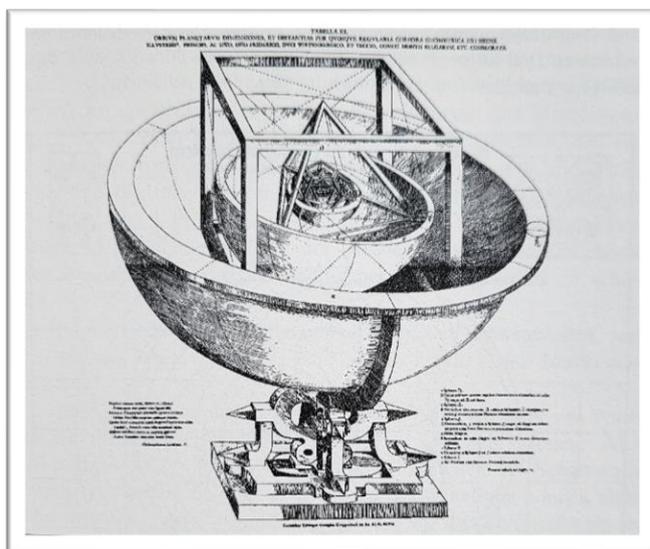


Abb 3.20:¹¹¹ Keplersches Planetenmodell.

Die Planeten bewegen sich auf Kugelschalen, denen die platonischen Körper je einbeschrieben sind. „Zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Kugeln zeichnete Kepler ein reguläres Polyeder ein,

¹⁰⁹ Aurelius Augustinus, Lib 11, Kap 24.

¹¹⁰ Cramer 2001b, S. 33.

¹¹¹ Peitgen 1992a, S. 51.

und zwar so, dass dessen Ecken auf die äußere Kugel zu liegen kamen und dessen Flächen die innere Kugel berührte.“¹¹²

Da entspricht Kepler noch ganz dem platonischen Denken und versucht das göttliche Mysterium und exakte Wissenschaften zu vereinbaren. Mit diesem Modell lassen sich die Abstände der Planeten erklären.

„Ganz deutlich wird hier das Eine der antiken Philosophen, das sich am besten in den regelmäßigen Formen und Gleichungen der Mathematik „auf die Erde holen läßt“, mit dem christlichen Schöpfer identifiziert.“¹¹³

Aufgrund genauester Messungen des Tycho Brahe (1546-1601) musste dann Kepler später die Bahnen von Kreisbahnen auf Ellipsenbahnen abändern, was damals eine Desakralisierung des Weltbildes bedeutete. Das Experiment ist dem theoretischen Denken überlegen.

„Kepler hat damit den Idealkosmos in einen zeitlichen Kosmos verwandelt.“¹¹⁴

Die platonische Idealität wird zerstört, indem mit den drei Keplerschen Gesetzen der Himmelsmechanik die Zeit als absolutes Maß der Bewegung eingeführt wird. Als nächsten großen Physiker erwähnen wir Galileo Galilei (1564-1642), der wie kein anderer das Experiment in den Mittelpunkt seines Schaffens stellt. Seine Entdeckung der Jupitermonde mit dem neuartigen Fernrohr, seine Diskussionen über die Schwere und seine Fallexperimente stellen Gesetze auf eine neue Grundlage. Durch seine Experimentalphysik unter anderem wird das Wirken Newtons (1642 bis 1727) vorbereitet.

„Newtons Physik, die Mechanik, basiert auf der Annahme nicht nur eines absoluten Raumes, in dem alle Körper wie in einer Weltschachtel Platz haben und in dem ihre genauen Örter und Beziehungen zueinander und zum Ganzen bestimmt sind, sondern auch einer absoluten Zeit, in die sämtliche Ereignisse und Abläufe integrierbar sind und in der sie ihre genaue Zeitstelle und Dauer sowie ihre genauen Zeitverhältnisse untereinander und zum Ganzen erhalten.“¹¹⁵

Newton schreibt:

„ | Die absolute, wahre mathematische Zeit fließt gleichmäßig an sich und ihrer Natur nach, ohne Beziehung auf irgendetwas Äußerliches. [...]

¹¹² Peitgen 1992a, S. 51.

¹¹³ Cramer 2001b, S. 33–34.

¹¹⁴ Cramer 2001b, S. 35.

¹¹⁵ Gloy 2006, S. 181.

II Der absolute Raum verharrt seiner Natur entsprechend ohne Beziehung auf irgendetwas Äußeres. [...]

III Die absolute Zeit wird in der Astronomie von der relativen durch die Zeitgleichung unterschieden.“¹¹⁶

Die Zeit wird bei Newton zu einer absoluten Größe, völlig losgelöst, und die Gestirne werden Uhren, an denen man die Zeit ablesen kann. Relativ zu den beiden Grundgrößen Raum und Zeit wird das ganze Geschehen angesehen, er hat damit

„ein Gerüst geschaffen, an dem alle Vorgänge der Natur aufgehängt, angeordnet und verstanden werden können.“¹¹⁷

Zeit wird eine abstrakte universelle Ordnung. Damit begründet Newton auch das Zeitalter der Technik, in dem durch die immer wieder kehrenden Vorgänge die Zeit als reversibel, als wiederkehrende Dauer angesehen werden.

Newton fasst die Zeit als quantifiziert auf, so wie auch bei ihm der Raum quantifiziert ist

So kann man nun die Aporie der Newtonschen Zeit aufspalten in eine reversible Zeit der Uhren und eine irreversible Zeit der Sprünge und Übergänge. Das führt zu Cramers Idee des Zeitbaums.¹¹⁸

3.3.3 Zeitaspekte in den jüngeren naturwissenschaftlichen Theorien

Ein weites Gebiet ist es, die jüngeren naturwissenschaftlichen Theorien auf ihre Auswirkungen auf den Zeitbegriff zu untersuchen. Da die zugrundeliegenden Themen in diesem Rahmen nicht alle erläutert werden können, weil sie Spezialgebiete sind, wollen wir hier etwas summarisch die Ergebnisse darstellen ohne den Anspruch auf Vollständigkeit.

Die Thermodynamik mit ihren zwei Hauptsätzen gibt eine wesentliche Änderung an. Der erste Hauptsatz sagt aus, dass die Energie stets erhalten, höchstens umgewandelt werden kann. Der zweite sagt aus, dass wenn die Zeit wächst, dass dann auch die Entropie wächst. Die Entropie ist ein Maß für die Wahrscheinlichkeit eines Zustandes. Dieser Sachverhalt kann umgangssprachlich damit beschrieben

¹¹⁶ Newton 1988.

¹¹⁷ Cramer 2001b, S. 39.

¹¹⁸ Vgl. 3.3.4.

werden, dass die „Unordnung“ in einem System immer nur größer werden kann, wenn die Zeit fortschreitet. Das aber heißt, die Zeit ist eine gerichtete Größe, die zusätzlich nicht reversibel ist. Das bestätigt den Zeitpfeil, gibt der Zeit aber eine neue Eigenschaft.¹¹⁹

Die Quantenmechanik zu Beginn des 20. Jahrhunderts beleuchtet das Szenario wieder neu. Die Observablen, also die beobachtbaren Objekte, werden nach Schrödinger durch Wellenfunktionen beschrieben, die einer bestimmten Differentialgleichung gehorchen müssen. Diese Gleichung kann gelöst werden und ist symmetrisch in t , das heißt, dass t durch $-t$ ersetzt werden kann, also Vergangenheit und Zukunft vertauscht werden können. Das ist anders als in der Thermodynamik. Zudem gibt es hier eine Wahrscheinlichkeitsfunktion als Ergebnis, die nur stochastische Aussagen über die Beobachtung macht.¹²⁰

Die spezielle Relativitätstheorie von 1905 bringt besondere Folgerungen für die Zeit. Zum ersten wird die Zeit als 4. Dimension im sogenannten Raum-Zeit-Kontinuum angesehen, so dass wir uns in einem vierdimensionalen Raum bewegen, dessen 4. Achse die Zeit ist. Zum anderen beschränkt die Lichtgeschwindigkeit mit ca. $300\,000\,000 \frac{m}{s}$ die Geschwindigkeiten im Raum. Das führt dazu, dass Ortstransformationen nicht mehr nach den bekannten klassischen Galileitransformationen berechnet werden können, sondern nach den Lorentz-Transformationen, in denen der Faktor $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ den Bezug zur Lichtgeschwindigkeit herstellt und Längen bei hohen Geschwindigkeiten verkürzt und Zeiten dehnt. Bewegte Uhren gehen langsamer als stillstehende. Dies führt zu verschiedenen Zeitskalen in unterschiedlichen Systemen und zu solchen Paradoxien wie dem Zwillingsparadoxon, in dem der bewegte Raumfahrer jung zu seinem gealterten Bruder zurückkehrt. Verschiedene Systeme haben also verschiedene Zeiten.¹²¹

Achtner et. al. schreiben:

¹¹⁹ Vgl. Achtner et al. 1998, S. 123–124.

¹²⁰ Vgl. Achtner et al. 1998, S. 125–127.

¹²¹ Vgl. Achtner et al. 1998, S. 127–129.

„Diese [...] Aspekte kann man als Entidealisierung und damit Renaturalisierung des linearen Zeitbegriffs interpretieren.“¹²²

Betrachtet man nun noch die Allgemeine Relativitätstheorie, so spielen hier als Einflussfaktor auf die Zeit noch Gravitationsfelder eine Rolle. Je stärker die Gravitation, desto langsamer vergeht die Zeit. Graphisch dargestellt wird dies häufig mit einer durch eine Masse eingedrückte Raumdarstellung, in der das Licht längere Wege zurücklegen muss, dadurch wird die Zeit für einen Vorgang länger. Sind Uhren der Masse näher, gehen sie schneller, als wenn sie ferner sind. Damit üben die Systeme noch einen anderen Einfluss auf die Zeit aus, was sich in der Kosmologie stark auswirkt. Stringtheorie und anderes sind im Moment in der Diskussion, um auch algebraisch hier Lösungen zu erzielen. Der Nachweis von Gravitationswellen wurde vor wenigen Jahren erbracht.¹²³

Zuletzt ein Blick auf die Chaostheorie, die von Henri Poincaré (1854-1912) begründet und im 4. Quartal des 20. Jahrhunderts mit dem Aufkommen leistungsstarker Rechnersysteme entwickelt wurde und mit der wir uns bereits beschäftigt haben.¹²⁴

Chaotische Abbildungen und Sensitivität der Anfangsbedingungen sind hier die grundlegenden Begriffe, wie in 3.1 ausgeführt. Wichtig ist, dass chaotisches Verhalten dennoch streng deterministisch ist, da es durch iterative Gleichungen beschrieben wird. Dennoch sind zukünftige Zustände langfristig nicht vorhersagbar. Für den Weg in das Chaos sind Verzweigungen oder auch Bifurkationen von zentraler Bedeutung. Die Bifurkation ist eine qualitative Änderung des Fixpunktverhaltens. Dazu verweisen wir auf das Feigenbaumscenario der logistischen Gleichung in 3.1.2.

In der Medizin versucht man in verschiedenen Anwendungen Attraktoren ausfindig zu machen, z.B. beim Krebszellwachstum oder dem Herzrhythmus. Als wichtig für den Zeitbegriff sehen Achtner et al. den Unterschied zwischen deterministisch und vorhersagbar und halten dies für eine konzeptionelle

¹²² Achtner et al. 1998, S. 140.

¹²³ Vgl. Achtner et al. 1998, S. 129–131.

¹²⁴ Vgl. 3.1.

Erweiterung. Sie sprechen hier von „Zeitplastizität“.¹²⁵ In Anwendung auf den Gesundheitsbegriff stellen sie fest:

„Zu viel Ordnung führt zu sklerotischer Erstarrung, zu wenig Ordnung zur Desintegration.“¹²⁶

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die moderne Forschung den linearen, absoluten Zeitbegriff nach Newton von innen aushöhlt und immer mehr Facetten hinzufügt.

Im nächsten Kapitel sehen wir nun, wie Friedrich Cramer am Ende des 20. Jahrhunderts die Chaostheorie für seinen Zeitbegriff rezipiert.

3.3.4 Der Zeitbaum von Friedrich Cramer

Friedrich Cramer schafft unter seinen Büchern eine Trilogie mit den Titeln „Chaos und Ordnung – die komplexe Struktur der Lebendigen (1993)¹²⁷, Der Zeitbaum – Grundlegung einer allgemeinen Zeittheorie (Erstauflage 1993)¹²⁸ und Symphonie des Lebendigen – Versuch einer allgemeinen Resonanztheorie (1998)¹²⁹“. Im Vorwort des dritten Buches beschreibt er die Intention und den Aufbau der Trilogie, die den

„Stand unseres wissenschaftlichen Denkens an der Wende zum 3. Jahrtausend zusammenfassen“¹³⁰

soll.

Die neuen Erkenntnisse in Mathematik, Physik und Biologie sind wesentlich, wichtiger aber sind die

„nachklassischen wissenschaftlichen Grundkonzepte“¹³¹.

So beschreibt er im ersten Buch die Auswirkungen der Chaostheorie mit ihren Implikationen auf die verschiedenen Wissenschaftsbereiche. Im Buch „Der Zeitbaum“ versucht er, den Begriff der Zeit als Konzept der Weltdeutung zu beleuchten. Das dritte Buch stellt über das Phänomen der Resonanz Verbindungen unter den Komponenten des Lebendigen her, bringt hier auch den Zufall und

¹²⁵ Achtner et al. 1998, S. 139.

¹²⁶ Achtner et al. 1998, S. 139.

¹²⁷ Cramer 2001a.

¹²⁸ Cramer 2001b.

¹²⁹ Cramer 1998.

¹³⁰ Cramer 1998, S. 7.

¹³¹ Cramer 1998, S. 8.

Spielregeln dazu ins Spiel und vertieft noch einmal den Begriff des Baumes wie er in seiner Zeittheorie vorkommt über Verzweigungen und Evolutionsbäume. Es ist Cramer daran gelegen, die naturwissenschaftlichen Konzepte und Phänomene mit einem zeitgemäßen darunterliegenden allgemeinen Konzept zu stützen.

Ein viertes, kleines Büchlein heißt „Gratwanderungen – das Chaos der Künste und die Ordnung der Zeit“¹³². Dieses Büchlein ist das Hauptobjekt unserer Betrachtungen, da es über die Konzepte der Zeit hinaus auch die Schönheit in den Naturwissenschaften und den Künsten behandelt. Es basiert auf den Ideen der Chaostheorie, die wir im Kapitel 3.1 besprochen haben, und dem goldenen Schnitt mit der Zahl ϕ , dem das Kapitel 3.2 gewidmet ist. Die Zusammenschau dieser Aspekte mit Überlegungen zur Schönheit macht die Aussage des Buches aus.

3.3.4.1 Beschreibung der Gedanken in Gratwanderungen



Abb 3.21:¹³³ Überblick über die Kapitel des Buches Gratwanderungen

In zehn Kapiteln stellt Cramer sein Konzept vor. Das erste „Schwingen und Kippen“ handelt vom Betrachten der Bewegungen von Systemen und behauptet, dass jedes System von zwei Zeitvektoren gesteuert wird, einem, der reversibel-zyklisch schwingt und einem, der irreversibel kippt.

„Einer Zeitform, die die Systeme erhält, indem sie sie zum Schwingen, zum Rhythmus, zur Rotation antreibt, steht also eine Zeitform gegenüber, die die Systeme verändert und erneuert, die sie zum Blühen und zum Fruchttrogen, zum Entstehen und Vergehen anhält.“

¹³² Cramer 1995.

¹³³ Eigene Darstellung mit Prezi-Präsentationssoftware.

Jene darf man als regelmäßig, als geordnet, diese als einen Zeitmodus betrachten, der zum Kippen neigt, der durch Chaoszonen führt, bevor er sich wieder fängt.“¹³⁴

Das zweite Kapitel heißt „Zeit und Unzeit“ und führt den Planetenlauf, Übergänge von Ordnung ins Chaos vor, das Dreikörperproblem und das chaotische Doppelpendel¹³⁵. So beschreibt Cramer beim Doppelpendel, dass

„die nahezu chaotischen Bahnen des Pendels am Rande des Chaos verlaufen nach den Proportionen des goldenen Schnitts, der seit dem Altertum als ein Maß für die Schönheit gilt.“¹³⁶

Er kommt zu dem Schluss:

„wir brauchen strukturierende Zeit und destrukturierende Unzeit.“¹³⁷

In „Prozessurale Natur der Welt“, Abschnitt III, betont er, dass seit Darwin die Welt ein Prozess ist. Er kommt zurück auf seine Idee der zweifachen Struktur der Zeit und schlägt als Verbindung den strange attractor vor¹³⁸. Hier führt er in geraffter Form eines Nebensatzes die Bedeutung der Feigenbaum-Zahl δ ein.

Er benennt die beiden Zeitformen t_r für die reversible Zeit und t_i für die irreversible Zeit und stellt Überlegungen an, in welchem numerischen Verhältnis sie zueinanderstehen. Im Allgemeinen wird t_i kleiner sein als t_r , in Zeiten des Sprunges wird aber t_i sehr viel größer sein.

„In einer solchen Abfolge von Sprüngen und zyklischen Bewegungen schreitet die Zeit fort.“¹³⁹

Das Kapitel IV „Der Zeitbaum und die klassische Physik“ stellt die Mandelbrotmenge zusammen mit den Karten der Julia-Menge dar, wie in Abb 3.9 erklärt. Cramer erwähnt, dass iterative Prozesse zu chaotischem Verhalten führen können, wie es von Poincaré, Julia und Mandelbrot nachgewiesen wurde¹⁴⁰. Dabei ist die Verkürzung der Ausführungen dem Stil des Buches zuzuschreiben. Es ist ein Essay, kein wissenschaftliches Exzerpt. Hier geht es um Wahrnehmen, nicht um Verstehen.

Dies setzt er nun zusammen zu seinem Zeitbaum mit einer Graphik und einer verbalen Erläuterung.

¹³⁴ Cramer 1995, S. 11.

¹³⁵ Vgl. 3.1.1.

¹³⁶ Cramer 1995, S. 15.

¹³⁷ Cramer 1998, S. 10.

¹³⁸ Vgl. Abb 3.3.

¹³⁹ Cramer 1995, S. 21.

¹⁴⁰ Vgl. 3.1.5.

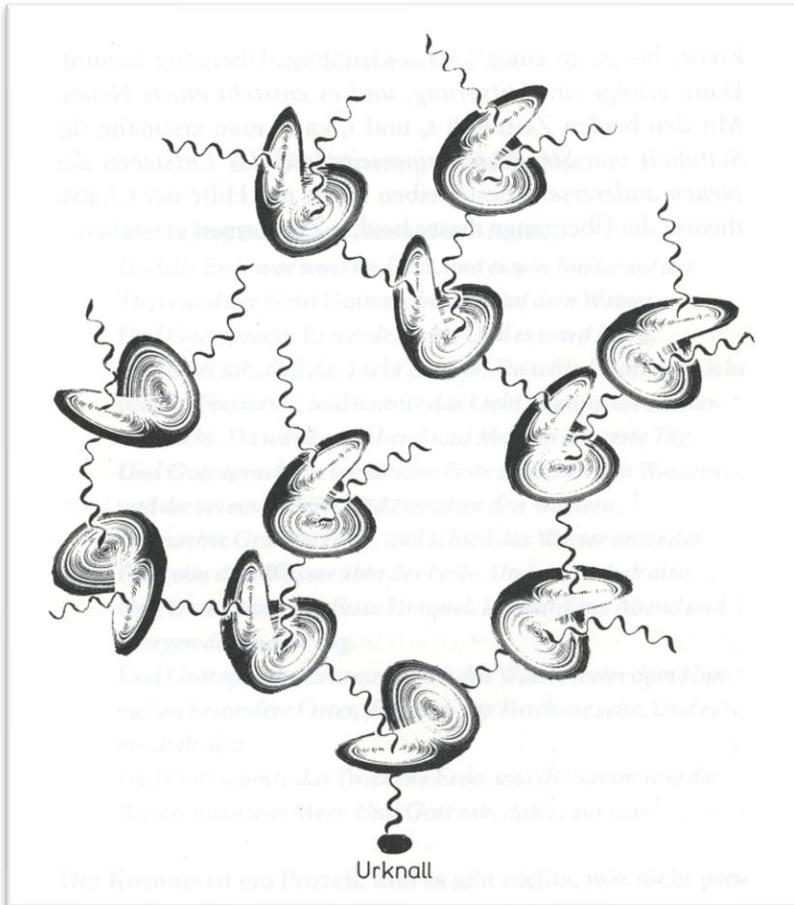


Abb 3.22:¹⁴¹ Struktur des Zeitbaumes mit Bifurkationen, an denen es alternative, nicht voraussagbare Wege des Zeitprozesses gibt. Jede Bifurkation geht durch einen Seltsamen Attraktor.

„Die Zeit evolviert nach Art eines Stammbaums, sie verzweigt sich in chaotischen Durchgängen t_i nach Art des seltsamen Attraktors und bewegt sich dann wieder zyklisch t_r .“¹⁴²

Zur Rezeption des Modelles vgl. 3.3.4.2.

Das Kapitel V „Bahnen und Bäume“ will die beiden Welten der klassischen Newtonschen Physik und Zeitauffassung verbinden mit der Welt der chaotischen Prozesse. Gegenüber den klassischen Bahnen, sogenannte Trajektorien, verzweigen sich in der chaotischen Bewegung die Bahnen in mehrere und ersetzen die Bahn durch den Baum. Cramer präsentiert den Verhulst-Prozess¹⁴³ mit der dazugehörigen Iteration und erläutert: die Systeme

¹⁴¹ Cramer 2001b, S. 121.

¹⁴² Cramer 1995, S. 25.

¹⁴³ Vgl. Abb 3.2.

„wissen nichts mehr voneinander“¹⁴⁴

nach ein paar Bifurkationen.

Er stellt dann verschiedene Arten von Bäumen vor, Flussdeltas, Blitze oder Evolutionsbäume und geht auch auf die fraktale Dimension von Objekten ein, die in der Natur vorkommen. Bei den Blitzen z.B. wird der Zeitbaum in einer sehr kurzen Zeit durchlaufen, die Verzweigungen des Blitzes entstehen in Bruchteilen von Sekunden. Im Flussdelta oder einem Baum ist die Zeit eingefroren, man sieht das Ergebnis des Durchlaufens des Zeitbaums als ein Gesamtkunstwerk der Natur, ebenso wie Mozart sein Werk als Gesamtheit erfassen kann oder die Laokoon-Gruppe als kristallisiertes Ergebnis der einzelnen Meißelschläge aufgefasst werden kann. So stellt Cramer eine Verbindung her zwischen dem Chaos einerseits und der Natur und den Kunstwerken andererseits.

Bei dem Nachdenken über das kosmische Gleichgewicht in Zusammenhang mit der Thermodynamik kommt Cramer zu dem Schluss

„Leben ist eine Gratwanderung.“¹⁴⁵

Allein das Aufrechterhalten der Lebensfunktionen durch Energieaufwendung hält ein System entfernt vom Wärmetod.

Auch das Denken unterliegt den beiden Prozessen des irreversiblen und des zyklischen, es evolviert und verfolgt einen Weg. Im Zentralnervensystem ist jeweils beides angelegt:

„Das Schwingen und Kippen, Rückläufigkeit und Sprung, die reversible zyklische und die irreversible geschichtliche Struktur der Zeit.“¹⁴⁶

Im VI. Abschnitt „Chaos, Ordnung und die Entstehung des Neuen“ beschreibt Cramer, dass Raum und Zeit miteinander in Beziehung gesetzt werden durch die Universalitätskonstanten δ und π .

Stabile Systeme verhalten sich zyklisch und sind dadurch über die Konstante π zu beschreiben, alle periodischen Prozesse des Kosmos, des Lebens fallen darunter.

„Struktur heißt Zyklichkeit. Zusammenbruch einer Struktur ist dementsprechend das Herausspringen aus dem Zyklus, der Chaotische Durchgang durch einen seltsamen Attraktor.“¹⁴⁷

¹⁴⁴ Cramer 1995, S. 29.

¹⁴⁵ Cramer 1995, S. 35.

¹⁴⁶ Cramer 1995, S. 38.

¹⁴⁷ Cramer 1995, S. 40.

Die Schönheit und der Formenreichtum, die in der fraktalen Geometrie auftauchen, werden mathematisch mit dem goldenen Schnitt ϕ ¹⁴⁸ und der Feigenbaumkonstanten δ ¹⁴⁹ beschrieben und tauchen in Objekten der Natur wie Gebirgen, Zebrafell und Blumen und anderen auf.¹⁵⁰

„Gleichzeitig ist dieser chaotische Durchgang der Mechanismus, mit dem Neues entstehen kann. [...] Und der diskontinuierliche Übergang durch Chaoszonen ist auch der Mechanismus, nach dem das Schöne entsteht.“¹⁵¹

„Der Dynamische Begriff der Schönheit“ im VII. Kapitel fragt danach, ob es neben den subjektiven auch objektive Merkmale von Schönheit gibt. Cramer sagt:

„Der spezifische Reiz, der von den Natur-Formen ausgeht, dürfte darin zu suchen sein, dass auch sie – wenigstens im Regelfall – Prozessformen abbilden. Sie sind gleichsam stehengebliebene – in Wahrheit doch meist fortschreitende – Prozesse, die mit dem Prozess korrelieren, in dem der Betrachter selbst begriffen ist. Das Leben der Natur korreliert mit dem Betrachter.“¹⁵²

Bezeichnend ist auch, dass eine schöne Form nie ihr Entstehen verleugnen kann und dies bei ihrer Betrachtung diesen Prozess sichtbar macht.

Der Antagonistische Prozess des Kippens und Schwingens aus Kapitel I wird hier nochmal aufgenommen. Cramer beschreibt solche Prozesse detailliert, die Übergänge darstellen, z. B. beim Nachthimmel des Werkes „Ein Paar, den Mond betrachtend“ von Caspar David Friedrich oder bei der Form der Flanken des Fudschijama. Mustererkennung erkennt vorzugsweise prozessurale Strukturen und unser Wahrnehmungsapparat ist auf das Erkennen der Schönen Form ausgerichtet. Cramer stellt weitere Beispiele für Schöne Formen vor, Fichten, Sonnenblumen, Schnecken, die mit ihren Proportionen dem goldenen Schnitt gehorchen. Er kommt von dort zu den Fibonacci-Zahlen und ihrem Quotientenlimit ϕ , mit dem die natürlichen Prozesse modelliert werden können.¹⁵³

Wenn Cramer hier schreibt:

„Der Goldene Schnitt ist die irrationalste aller möglicher irrationaler Zahlen und hat darum gleichzeitig etwas mit Chaos zu tun.“¹⁵⁴

¹⁴⁸ Vgl. 3.2.3.

¹⁴⁹ Vgl. 3.1.2.

¹⁵⁰ Vgl. Abb 3.16 und 3.17.

¹⁵¹ Cramer 1995, S. 41.

¹⁵² Cramer 1995, S. 43.

¹⁵³ Vgl. 3.2.2.

¹⁵⁴ Cramer 1995, 53.

so darf man hier beide Aussagen in Frage stellen oder würde andere Formulierungen vorschlagen. Irrational kann man nicht in den Superlativ setzen, auch wenn Cramer hier unklar eine langsame Approximation an den Grenzwert meint. Es gibt andere Approximationen über $\sqrt{5}$, die wesentlich schneller konvergieren, so dass man hier nicht von einer langsam konvergierenden anderen Darstellung auf eine grundlegende Eigenschaft der Zahl schließen kann. Chaos mit Irrationalität in Verbindung zu bringen, ist ebenso unmathematisch. Chaos ist die Sensitivität der Anfangsbedingungen, nicht die Eigenschaft einer Zahl, die damit verbunden werden kann. Auch darf man nicht sagen:

„Zahlentheoretisch ließe sich nun zeigen, dass die Goldene Zahl zu den rationalen einen weiteren Abstand hält als alle anderen irrationalen Zahlen.“¹⁵⁵

Denn ein Abstand ist hier nicht definiert und hängt auch nicht mit der Konvergenz zusammen. Für Cramer endet seine Beschreibung der Zahlengruppen darin, dass die 1 für die Ordnung und ϕ für das Chaos steht, für Konsonanz und Dissonanz, für Kommensurabilität und Inkommensurabilität. Auch daran kann man begründet zweifeln.

Am Beispiel der „Schönen Schnecke“ führt Cramer im Kapitel VIII das Fibonacci-Wachstum mit dem logistischen Wachstum zusammen und kommt zu dem Schluss:

„Allen Formen ist gemeinsam: Sie reflektieren den Prozeß der Natur, der gleichzeitig der Prozeß der Schönheit ist.“¹⁵⁶

Am Beispiel des anscheinend zwecklosen Perlmutterglanzes im Inneren der Muschel stellt er fest:

„Der Schöne Prozess hat sich emanzipiert, und wir empfinden Freude, interesseloses Wohlgefallen.“¹⁵⁷

Am Schluss des Kapitels formuliert er und fragt:

„Schönheit, wirkliche Kunst, ist eine Flucht nach vorne, sie entsteht, wenn ein dynamisches System gerade noch vor dem Chaos ausweichen kann. Schönheit ist eine Gratwanderung zwischen Chaos und Ordnung, zwischen Zerfall und Erstarrung. [...]

Ist Schönheit dann nicht nur eine Frage der Rezeption und Konvention, sondern eine den Dingen und der Welt inhärente Eigenschaft? Hat die Welt am Rande des Chaos eine grundsätzlich gratwandlerische-harmonische Struktur?“¹⁵⁸

¹⁵⁵ Cramer 1995, S. 55.

¹⁵⁶ Cramer 1995, S. 58.

¹⁵⁷ Cramer 1995, S. 59.

¹⁵⁸ Cramer 1995, S. 59–60.

Mit diesen Fragen öffnet Cramer die Perspektive auf Kapitel IX, in dem die Gratwanderung der Künste thematisiert wird.

Cramer präsentiert nichtphysikalische Beispiele, bei denen es analog zu den Übergangsgebieten zwischen Chaos und Ordnung bei den Fraktalen besonders ästhetische Regionen gibt.

Er beschreibt, wie das berühmte Selbstportrait von Albrecht Dürer¹⁵⁹ alle Spannung verliert, wenn man eine Gesichtshälfte spiegelt. Die Schönheit liegt nicht in der perfekten Symmetrie!

„Schönheit ist eine schmale Gratwanderung zwischen dem Risiko zweier Abstürze: auf der einen Seite die Auflösung aller Ordnung in Chaos, auf der anderen die Erstarrung in Symmetrie und Ordnung. Nur auf diesem gefährlichen Grat entsteht Schönheit, wird Gestalt.“¹⁶⁰

Dazu beschreibt er drei Beispiele aus der Kunst. Die Veränderung der Kunst des el Greco durch die spanischen Einflüsse, Kandinsky, der das Gegenständliche völlig verlässt, er verweist auf den transitorischen Moment in Lessings Laokoon und anderer Literatur, zuletzt zitiert er Hölderlins Gedicht in „Lieblicher Bläue“, in dem ein Ausbruch in der Mitte die Gratwanderung beendet.

So mündet dies alles im Kapitel X in einem „neuen Laokoon“.

Cramer bezieht sich auf das Werk Laokoon von Lessing, in dem der Literat die Bildhauerei mit der Literatur vergleicht. Während die Poesie die Worte aufeinanderfolgend in der Zeit ordnet, ordnen die Bildenden Künste Gegenstände durch Farben und Formen nebeneinander im Raum. Darum könnten Texte nur Handlungen abbilden, Malereien oder Bildhauerarbeiten nur Gegenstände darstellen.

Dazu beschreibt Lessing die Figurengruppe des Laokoon so:

„Diese Seele schildert sich in dem Gesichte des Laokoons, und nicht in dem Gesichte allein, bei dem heftigsten Leiden. Der Schmerz, welcher sich in allen Muskeln und Sehnen des Körpers entdeckt, und den man ganz allein, ohne das Gesicht und andere Teile zu betrachten, an dem schmerzlich eingezogenen Unterleibe beinahe selbst zu empfinden glaubt; dieser Schmerz, sage ich, äußert sich dennoch mit keiner Wut in dem Gesichte und in der ganzen Stellung. Er erhebt kein schreckliches Geschrei, wie Virgil von seinem Laokoon singet; die Öffnung des Mundes gestattet es nicht: es ist vielmehr ein ängstliches und beklemmtes Seufzen, wie es Sadolet beschreibet. Der Schmerz des Körpers und die

¹⁵⁹ Cramer 1995, S. 62.

¹⁶⁰ Cramer 1995, S. 63.

Größe der Seele sind durch den ganzen Bau der Figur mit gleicher Stärke ausgeteilt, und gleichsam abgewogen. Laokoon leidet, aber er leidet wie des Sophokles Philoktet: sein Elend gehet uns bis an die Seele; aber wir wünschten, wie dieser große Mann das Elend ertragen zu können.“¹⁶¹

Die großartige Skulptur, so Cramer, und andere Kunstwerke, halten einen Augenblick für eine lange Dauer des Betrachtens fest. Sie sind in einer Gratwanderung erzeugt und im Zeitmodus t_i entstanden, es fallen aber Augenblick des Betrachters und des Künstlers zusammen.

Cramer möchte nun auf dem Hintergrund der neuen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse

„eine neue Ästhetische Theorie aufstellen, die man als neuen Laokoon bezeichnen könnte.“

Sein neues Zeitverständnis mit t_i und t_r gibt Raum für den künstlerischen Augenblick.

„Dies ist der Augenblick der Kunst, der Augenblick des Kollapses der zyklischen Zähl-Zeit im Seltsamen Attraktor zugunsten des kreativen Sprungs, gemessen als irreversible Zeit t_i , der ekstatische Augenblick des Heraus-Gestelltseins aus dem starren Raum-Zeit-Gefängnis. Das ist der Schnittpunkt zwischen der Ordnung der Zeit und dem Chaos der Künste.“¹⁶²

3.3.4.2 Kommentar und Rezeption

Kommentar

Wie oben bereits an zwei Stellen angemerkt, sind zumindest einige Details in Cramers Ausführungen inkorrekt. Dies sind jedoch keine gravierenden Argumente gegen seine Zeittheorie. Das Interessante ist die durch die Abb 3.22 dargestellte Theorie, dass t_i , die irreversible, und t_r , die reversible Zeit, beständig abwechseln und dass sich dadurch der Zeitbaum ergibt.

Beim Urknall beginnend werden immer wieder neue Zweige aufgetan, die sich nach einer Weile über Bifurkation wieder und wieder verzweigen. Die graphische Repräsentation durch die seltsamen Attraktoren, die die Zeit durchläuft, macht den stochastischen unvorhersagbaren Charakter der Verzweigung deutlich, der dennoch deterministisch ist. So pflanzt sich das Weltgeschehen fort und folgt den verschiedenen Optionen.

¹⁶¹ <https://www.projekt-gutenberg.org/lessing/laokoon/laok011.html> 22.06.24

¹⁶² Cramer 1995, S. 69.

Man könnte sich wünschen, Cramer hätte diesen Verlauf noch dezidierter beschrieben. Auch die Ausführungen im Buch der Zeitbaum¹⁶³ helfen hier kaum weiter. Kann man hier auch den Ablauf des individuellen Lebens sehen, der von der Geburt an in den seltsamen Attraktoren die Möglichkeiten der Entscheidungen oder Zwänge zu Veränderungen darstellt? Dann kann man jedoch nur einen einzigen dieser Pfade durchlaufen, wir sehen quasi die Menge aller Optionen vor uns, von denen jeweils nur eine Realität wird. Im Evolutionsbaum dagegen, den Cramer neben den Zeitbaum stellt, finden wir nur tatsächlich entstandene Arten, die sich auseinanderentwickeln oder voneinander fortentwickeln. Da wäre also dann die Beschreibung eine andere.

Diese Deutung ist und bleibt unscharf und bleibt hinter den Erwartungen zurück.

Rezeption

Das Buch „Der Zeitbaum“ wird in seiner Rezension für die Vermarktung mit den folgenden Worten angeboten:

„Eine der aufregendsten Entdeckungen der letzten Jahre“,

schrrieb die Presse zum Erscheinen des Zeitbaums.

„Friedrich Cramer stellt hier einen neuen, umfassenden Zeitbegriff vor, der den aktuellen Erkenntnissen in Physik, Chaostheorie, Kosmologie und Biologie Rechnung trägt. So ist ein Handbuch entstanden, das für den Wissenschaftler wie für den Laien gleichermaßen zum Lesen - und Nachschlagen dienen kann.“¹⁶⁴

Dies ist eine gewaltige Ankündigung. Ein Handbuch ist es sicherlich nicht, auch zum Nachschlagen eignet es sich nicht, denn man muss den Gedanken Schritt für Schritt folgen, um den Zusammenhang zu verstehen und vor allem die mathematischen Hintergründe kennen. Die freilich, kann man auch auf das Populärwissenschaftliche reduzieren, die Sensibilität der Ausgangsbedingungen, die den folgenden Ablauf fundamental bestimmt.¹⁶⁵

Was ist geworden aus dieser so groß angekündigten Theorie? Nachforschungen sind auf den ersten Anlauf erfolglos.

¹⁶³ Cramer 2001b, S.116 ff.

¹⁶⁴ <https://www.amazon.de/Zeitbaum-Grundlegung-allgemeinen-Zeittheorie-taschenbuch/dp/3458335498> 23.04.24

¹⁶⁵ Vgl. Achtner 1997, Hier werden die Chaostheorie und Folgerungen aus ihr sauber dargestellt.

Auf den zweiten Anlauf findet man in dem aktuell erschienenen Buch von Udo Marquardt „Zeit und Mensch“¹⁶⁶ immerhin zwei Hinweise auf den „Zeitbaum“: Dort zitiert Marquardt Cramer bezogen auf seine Beschreibung der keplerschen Zeitauffassung¹⁶⁷ einerseits, mehr inhaltlich auf die Ideen Cramers bezogen beschreibt er die Zeiterfahrung:

„Wir machen nämlich noch eine dritte Erfahrung mit ihr. Wir erleben, dass die Zeit plötzlich aus ihrer Bahn springt. Es ist die grundsätzliche Erfahrung des Neuanfangs. [...] In dem Augenblick, in dem das Neue beginnt, macht die Zeit einen Sprung. Etwas tritt in die Zeit, was vorher nicht in ihr war.“¹⁶⁸

Auf sein Verständnis der Cramerschen Theorie persönlich befragt, antwortet Marquardt in einer Email:

„Ich finde die Idee vom Zeitbaum spannend, mir ging es allerdings mit meinen Gedanken zum Thema Zeit eher um die Lebens-Zeit. Insofern behandle ich Cramer nicht. Der Zeitbaum passt allerdings gut in seine Überlegungen zu einer Resonanztheorie.“

Marquardt beschäftigt sich also über diesen Hinweis hinaus nicht mit Cramers Theorie und verweist auf sein Buch zur Resonanz „Symphonie des Lebendigen“¹⁶⁹. Ein weiterer Schritt war es, eine KI nach Cramer zu befragen, gründlicher kann man das Netz wohl kaum scannen: Die Antwort war jedes Mal unterschiedlich – auch wenn man gleich fragt – die Antwort führt höchstens auf sein Buch, aber auf keine weitere Verfolgung dieses Konzepts in anderen Kontexten. Die Gedanken des Buches werden als Gedichte bezeichnet oder mit einem Zeitbaum verglichen, den ein Arzt und Astrologe, Ernst Julius Öpik Cramer, über die Ereignisse im Leben eines Menschen entwickelt hat. Diese Zeitbaum-Methode wird jedoch als pseudowissenschaftlich angesehen.

Dies zeigt, bei allem Falschen was behauptet wird, dass augenscheinlich keine Quellen zum Zeitbaum zu finden sind, dass also seine Zeittheorie keine weiteren Verfechter gefunden hat.

Nun, den Zeitbaum, so wie gesehen zu akzeptieren, ist eine Sache, die Frage ist, was man damit anfangen kann und wo er weiterhilft. Hier gibt es augenscheinlich bis heute keine positiven Antworten.

¹⁶⁶ Marquardt 2024, S. 23 und 69.

¹⁶⁷ Marquardt 2024, S. 69.

¹⁶⁸ Marquardt 2024, S. 23.

¹⁶⁹ Cramer 1998.

4 Zusammenführung

4.1 Die Schönheit in der Schöpfungstheologie der Psalmen

Die vorgestellten und analysierten Psalmen werden hier auf ihre Schönheit untersucht. Die Schönheit drückt sich in diesen beiden Beispielen durch verschiedene Aspekte aus, da sind vor allen anderen zu nennen: die Herrlichkeit, die Weisheit und die Ordnung.

In Psalm 19 sind es die beiden ersten Abschnitte, die in den Werken Gottes Himmel, Tag und Nacht und die Sonne einerseits und in der Tora andererseits die Schönheit der Schöpfung ausdrücken. Herrlichkeit und Weisheit stehen im Mittelpunkt.

„Die Himmel verkünden die Herrlichkeit Gottes.“

„Das Gesetz des Herrn ist vollkommen.“

Im Psalm 104 sind es stärker die Maße und die Ordnung, die die Schönheit beschreiben. Alles lebt nach bestimmten Regeln, die die Natur in ein wohlgeordnetes Ganzes verwandeln.

„Die hohen Berge bieten den Steinböcken Lebensraum,
die Felsen sind eine Zuflucht für die Klippdachse.“

So finden wir hier die Schönheit in unterschiedlichem Gewand.

4.2 Die Schönheit in den Naturwissenschaften und der Mathematik

Wenn wir heute von der Schönheit der Welt sprechen, beschreiben wir neben der visuellen Schönheit der Natur all das, was wir weiter mit den Naturwissenschaften entdeckt haben. Da sind die Doppelhelix im Zellkern, die das Leben bestimmt, die Galaxienhaufen im Weltall mit je 100 Milliarden Sternen, das All selbst von unfassbarer Größe, das sich immer weiter ausdehnt. Samenkörner produzieren Pflanzen, wir sehen das Wachsen und Vergehen, die Pflanzen kommunizieren mit ihrer Umwelt, es besteht Resonanz zwischen den Lebewesen. Die Wunder der neuen Erkenntnisse bringen den Menschen zum Staunen und Überbieten die reine Wahrnehmung. Tiefere Erkenntnis vergrößert unser Wissen und damit unser Staunen fortwährend. Zugrunde liegen die Kenntnisse der Mathematik, die Gesetze und Regeln liefert, um das alles zu beschreiben. Besonders interessant ist, wie Zahlen wie ϕ und δ universelle Konstanten sind, die in verschiedensten

Zusammenhängen eine wesentliche Rolle spielen. Auch in der Mathematik ist Schönheit zu erkennen.¹⁷⁰

4.3 Die Schönheit bei Cramer

Cramers Zeitbaum ist verständlich nur mit der Kenntnis der Chaostheorie. Da finden wir das Doppelpendel mit seinen fantastischen Schwingungen, den goldenen Schnitt mit der goldenen Zahl ϕ als Werkzeug für Ästhetik. Es folgt die Mandelbrotmenge mit ihrer wunderbaren Schönheit durch Selbstähnlichkeit, danach die seltsamen Attraktoren, die Wege bereiten ins Chaos.

Diese Attraktoren werden im Zeitbaum benutzt, um die Verzweigungen auszudrücken, denen das Weltgeschehen unterworfen ist. An jeder Verästelung steht ein Ereignis, was mit irreversibler Zeit einhergeht, während dazwischen reversible Zeit in Form einer Helix verstreicht.

Die mathematischen Grundlagen dazu erzeugen eine Theorie voller Schönheit. Cramers abschließende Bemerkungen zur Kunst, zum Chaos in der Kunst, erscheinen als Abschluss diesen Aspekt noch einmal unterstreichen zu sollen: ein neuer Laokoon sagt er, könnte hier entstehen, dynamische Schönheit.

4.4 Synthese

Unsere Ausführungen zu den Schöpfungspsalmen und zu Cramers Zeittheorie entwickeln sich völlig analog:

Die Psalmen 19 und 104 basieren auf biblischem Erfahrungswissen über die Schöpfung und über die Weisheit.

Dem entspricht bei Cramer die Darlegung der Naturwissenschaften, aus der seine Zeittheorie entspringt. Das biblische Erfahrungswissen findet hier Bestätigung oder Widerlegung.

Beide Stränge münden in der Schönheit, einmal der Schönheit der Schöpfung, zum anderen in der Schönheit der Naturwissenschaft, wie oben beschrieben.

Zur Schönheit schreibt Link:

„Unter den Maßen der Schöpfung ist die Schönheit eines der empfindlichsten.“¹⁷¹

und

¹⁷⁰ Vgl. 3.2.

¹⁷¹ Link 2012, S. 204.

„In der Schönheit der Welt meldet sich, wie vergänglich auch immer, die der Schöpfung verheißene Zukunft, die mit ihrem neutestamentlichen Namen „Reich Gottes“ heißt.“¹⁷²

Die Schönheit der Naturwissenschaften spiegelt sich in ihrer Harmonie der mathematischen Formeln oder der Schönheit der Zahlen, wie bei uns ϕ und δ , in deren universellen Gültigkeit die Schönheit der Theorie kondensiert. Selbst im Chaos ist Schönheit zu erkennen, man betrachte allein die Mandelbrotmenge.

Wissenschaftler sagen zum Verhältnis von Wissenschaft und Schönheit:

Paul Dirac: „Ein physikalisches Gesetz muss mathematisch schön sein.“

Godfrey H. Hardy: „The mathematician's patterns, like the painter's or the poet's must be beautiful; the ideas like the colours or the words, must fit together in a harmonious way. Beauty is the first test: there is no permanent place in the world for ugly mathematics.“

Edgar Allan Poe „In der Tat habe ich keine Zweifel, dass das Entzücken, wenn es messbar wäre, exakte mathematische Verhältnisse aufwiese.“

Cramer setzt diese Erkenntnisse in seiner Zeittheorie um, in der Chaos und Seltsame Attraktoren dazu führen, dass sich die Natur weiterentwickelt in Abfolgen von t_r und t_i . Durch den mathematischen Hintergrund wird die Schönheit der Naturentwicklung fortgeschrieben.

Beide Formen der Schönheit münden dann ins das Geheimnis Gottes.

„Die Natur scheint von sich her transparent zu sein für das Geheimnis der Schöpfung, und diese Transparenz gibt sie im Phänomen der Schönheit sinnenfällig zu erkennen.“¹⁷³

Wieso ist die Natur schön? Dass aus einem Samenkorn ein Baum wird und jeder Baum anders ist, wieso ist das so? Besondere Zahlen stellen die Verbindung zwischen besonderen Ergebnissen dar, wieso? Dass mit kleinen Kniffen aus den Fibonacci-Zahlen der Grenzwert Φ wird, ist überraschend. Wir können zwar vieles beschreiben, aber nicht alles begreifen. Wir blicken nicht hinter die Schönheit, der Blick bleibt uns verborgen. Wir stoßen auf ein Geheimnis, weil wir Naturgesetze beschreiben, aber letztlich nicht verstehen können. Das alles ist dem Geheimnis Gottes geschuldet.

¹⁷² Link 2012, S. 204.

¹⁷³ Link 2012, S. 204.

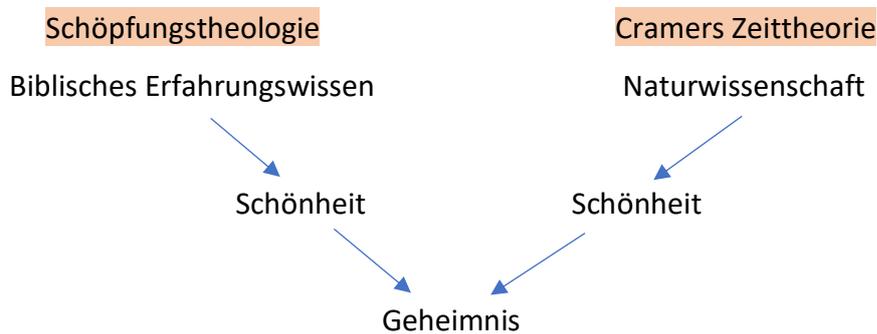
Und weiter heißt es:

„„Durch seine Wunderbarkeit und die Weisheit seiner Anlage“ so hat Gerhard von Rad diesen ästhetischen Aspekt der Welt beschrieben „transzendiert sich alles Geschaffene selbst nach Gott hin, es ist umhüllt von einem Geheimnis, umspielt von einer doxa, die auf Gott zurückweist.““¹⁷⁴

In den Naturwissenschaften wurde das Geheimnis schon bei dem goldenen Schnitt extensiv erwähnt.

Die Schönheit als ästhetische Dimension des Lebens richtet einen Spiegel auf Gott.¹⁷⁵

So fügen sich beide Säulen dieser Arbeit zusammen in der Schönheit je eigener Ausprägung und führen uns zu dem Geheimnis Gottes mit seiner doxa.



¹⁷⁴ Link 2012, S. 204–205.

¹⁷⁵ vgl. 2.3.2.

Eine Einschätzung der Zeittheorie und des Zeitbaumes Friedrich Cramers wurde schon in den Abschnitten 3.3.4.1 und 3.3.4.2 gegeben, dies soll hier nicht wiederholt werden.

Gratwanderungen, so nennt Cramer sein kleines Buch. Wir erkennen die Bifurkationen des Chaos als solche Gratwanderungen, an denen sich immer Neues entscheidet.

Die sind auch im Zeitbaum präsent, wenn sich an den Attraktoren der weitere Weg chaotisch entscheidet.

„Ist „Schönheit“ dann nicht nur eine Frage der Rezeption und Konvention, sondern eine den Dingen inhärente Eigenschaft? Hat die Welt am Rande des Chaos eine grundsätzlich gratwandlerisch-harmonische Struktur?“¹⁷⁶,

fragt Cramer fast am Ende seines Buches.

Diese Frage wird nach unseren Untersuchungen klar mit „Ja“ beantwortet, aber die Betrachtungen gehen noch darüber hinaus. Die Erkenntnisse über die Schönheit, die der Natur und dem gesamten Kosmos innewohnt und von den Betern der Psalmen gepriesen wird, lässt uns erahnen, was dahintersteht: das große Geheimnis Gottes.

¹⁷⁶ Cramer 1995, S. 60.

- ACHTNER, Wolfgang: Die Chaostheorie. Geschichte, Gestalt, Rezeption. In: Evangelische Zentralstelle für Weltanschauungsfragen. 1997/135.
- ACHTNER, Wolfgang/KUNZ, Stefan/WALTER, Thomas: Dimensionen der Zeit. Die Zeitstrukturen Gottes, der Welt und des Menschen. Darmstadt 1998.
- ARISTOTELES: Physik.
- AURELIUS AUGUSTINUS: Die Bekenntnisse des heiligen Augustinus im Projekt Gutenberg-DE, dt. Übers. Otto F. Lachmann.
- BARBOUR, Ian: Naturwissenschaft trifft Religion. Gegner, Fremde, Partner? R. Kather. Göttingen 2010.
- BECKER, Karl-Heinz/DÖRFLER, Michael: Computergrafische Experimente mit Pascal. Ordnung u. Chaos in dynam. Systemen. Braunschweig/Wiesbaden 1986.
- BEHR, Reinhart: Fraktale, Formen aus Mathematik und Natur. Stuttgart/Leipzig 1993.
- BEHR, Reinhart: Ein Weg zur fraktalen Geometrie. Stuttgart 1995.
- BENZ, Arnold: Unfassbar verschwenderisch. Astronomische Psalmen. Zürich 2023.
- BETZ, Hans (Hg.): Religion in Geschichte und Gegenwart. RGG 4]; Handwörterbuch für Theologie und Religionswissenschaft (UTB 8401). Tübingen 42008.
- BOECKER, Hans: Das Lob des Schöpfers in den Psalmen. Neukirchen-Vluyn 2008.
- BOFF, Leonardo: Befreite Schöpfung. Kosmologie - Ökologie - Spiritualität : ein zukunftsweisendes Weltbild. B. Kern. Kevelaer 2016.
- BOSSE, Katrin: Unverfügbarkeit in: Betz 2008, Bd 8, S. 811, 2008.
- C. ZUCHOWSKI, Lena: A Philosophical Analysis of Chaos Theory (Springer eBook Collection Religion and Philosophy). Cham 2017.
- CRAMER, Friedrich: Gratwanderungen. Das Chaos der Künste und die Ordnung der Zeit (Bibliothek Suhrkamp Bd. 1186). Frankfurt am Main 1995.
- CRAMER, Friedrich: Symphonie des Lebendigen. Versuch einer allgemeinen Resonanztheorie (Insel-Taschenbuch 2188). Frankfurt am Main/Leipzig 1998.
- CRAMER, Friedrich: Chaos und Ordnung. Die komplexe Struktur des Lebendigen (Insel-Taschenbuch 1496). Frankfurt am Main/Leipzig 2001.
- CRAMER, Friedrich: Der Zeitbaum (Insel-Taschenbuch 1849). Frankfurt am Main 2001.
- DEWDNEY, A.: Der Mandelbus. In: Spektrum der Wissenschaft, 52–56.
- DIELS, Kranz: Fragmente der Vorsokratiker. Anaximander 12 A9, B1.
- DREES, Willem B.: Chaos in: Betz 2008, Bd 2, S. 105, 2008.
- DURST, Michael (Hg.)/MÜNK, Hans Jürgen (Bearb.): Schöpfung, Theologie und Wissenschaft. 29 (Theologische Berichte 29). Freiburg Schweiz 2006.
- GANOCZY, Alexandre: Chaos - Zufall - Schöpfungsglaube. Die Chaostheorie als Herausforderung der Theologie. Mainz 1995.

GLOY, Karen: Zeit. Eine Morphologie (Alber Philosophie). Freiburg im Breisgau/München 2006.

GRUND-WITTENBERG, Alexandra: "Die Himmel erzählen die Herrlichkeit Gottes", Dissertation.

HAILER, Martin: Weisheit in: Betz 2008, Bd 8, S. 1364, 2008.

HEMENWAY, Priya: Der geheime Code. Die rätselhafte Formel, die Kunst, Natur und Wissenschaft bestimmt (Evergreen). Köln 2008.

JANOWSKI, Bernd: Chaos in: Betz 2008, Bd 2, S. 103+104, 2008.

KAEMPFER, Wolfgang: Zeit des Menschen. Das Doppelspiel der Zeit im Spektrum der menschlichen Erfahrung. Frankfurt am Main/Leipzig 1994.

KAEMPFER, Wolfgang/KAMPER, Dietmar: Die Zeit und die Uhren. Frankfurt am Main 1991.

KEEL, Othmar/SCHROER, Silvia: Schöpfung. Biblische Theologien im Kontext altorientalischer Religionen. Göttingen/Fribourg ²2008.

KATHER, Regine: Ordnung in: Betz 2008, Bd 6, S.632+ 633, 2008.

KRÜGER, Annette: Das Lob des Schöpfers. Studien zu Sprache, Motivatik und Theologie von Psalm 104, Zugl.: Tübingen, Univ., Diss., 2008 (Wissenschaftliche Monographien zum Alten und Neuen Testament 124). Neukirchen-Vluyn 2010.

KÜNG, Hans: Der Anfang aller Dinge. Naturwissenschaft und Religion. München/Zürich ⁹2006.

KUSSEROW, Ulrich von: Chaos, Turbulenzen und kosmische Selbstorganisationsprozesse. Berlin, Heidelberg 2018.

LANGE, Armin: Weisheitsliteratur in: Betz 2008. Bd 8, S. 1366-1369, 2008.

LAUSCH, Huberta: Fibonacci und die Folge(n). München 2010.

LESSING: Laokoon. Online unter: <https://www.projekt-gutenberg.org/lessing/laokoon/laok011.html>.

LINK, Christian: Schöpfung. Ein theologischer Entwurf im Gegenüber von Naturwissenschaft und Ökologie. Neukirchen-Vluyn 2012.

MARQUARDT, Udo: Zeit und Mensch. Facetten einer Kulturgeschichte. Basel 2024.

NEWTON, Isaak: Mathematische Prinzipien der Naturphilosophie. Scholium. Frankfurt am Main 1988.

PEITGEN, Heinz-Otto (Hg.)/BARNESLEY, Michael F. (Bearb.): The science of fractal images. New York/Heidelberg 1988.

PEITGEN, Heinz-Otto: Lehrerakademie Bremen. Materialien Band 1 bis 7, Bremen 1990 bis 2000 (unveröffentlicht).

PEITGEN, Heinz-Otto: Bausteine des Chaos. Fraktale. Stuttgart/Berlin/Heidelberg 1992.

PEITGEN, Heinz-Otto/JÜRGENS, Hartmut/SAUPE, Dietmar: Fractals for the classroom (National Council of Teachers of Mathematics 440). New York, NY ²1993.

PEITGEN, Heinz-Otto/RICHTER, Peter: Morphologie komplexer Grenzen. Bilder aus der Theorie dynamischer Systeme. Bremen 1984.

PEITGEN, Heinz-Otto/RICHTER, Peter: The beauty of fractals. Images of complex dynamical systems. Berlin/Heidelberg 1986.

PEITGEN, Heinz-Otto: Harmonie in Chaos und Kosmos. Bilder aus der Theorie dynamischer Systeme. Bremen.

PEITGEN, Heinz-Otto: Chaos. Iteration, Sensitivität, Mandelbrot-Menge ; ein Arbeitsbuch (Chaos und Fraktale). Berlin u.a. 1992.

PEITGEN, Heinz-Otto: Fraktale. Selbstähnlichkeit, Chaospiegel, Dimension ; ein Arbeitsbuch (Chaos und Fraktale). Berlin/Heidelberg/Stuttgart 1992.

PLATON: Timaios. Internetquelle.

PFLIEDERER, Georg: Schönheit in: Betz 2008, Bd 7, S.962, 2008.

RESE, Friederike: Werden in: Betz 2008, Bd 8, S.1460 +1461, 2008.

SCHNEIDER, Dieter: Das Buch der Psalmen (Wuppertaler Studienbibel / begr. von Fritz Rienecker Reihe). Wuppertal/Zürich ²1997.

SCHNEIDER, Dieter: Das Buch der Psalmen (Wuppertaler Studienbibel / begr. von Fritz Rienecker Reihe). Wuppertal/Zürich 1997.

SCHOBERTH, Wolfgang: Herrlichkeit in: Betz 2008, Bd 3, S. 1684+1685, 2008.

SCHOLL, Reinhard/PFEIFFER, Olaf: Natur als fraktale Grafik. Stochastische Fraktale und L-Systeme programmiert mit Turbo Pascal. Haar bei München ³1992.

SCHROEDER, Gerald: Schöpfung und Urknall. Die Übereinstimmung der modernen Naturwissenschaft mit der Bibel. München 1993.

SEYBOLD, Klaus: Die Psalmen (Handbuch zum Alten Testament / hrsg. von Otto Eissfeldt Reihe 1,15). Tübingen 1996.

SINGE, Georg: Gott im Chaos, Dissertation, Univ., Diss.

SOCIÉTÉ BIBLIQUE DE GENÈVE: Neues Testament, Psalmen. Neue Genfer Übersetzung ; NGÜ, NT+PS. Romanel-sur-Lausanne 2011.

STOFFELS, Wolfgang: Im Angesicht der Opfer. Christliches Reden von Vergebung. Rheinbach 2014.

ZACHHUBER, Johannes: Vergänglichkeit in: Betz 2008, Bd 8, S. 996-997, 2008.

Internetquellen im Abbildungsverzeichnis.

7 Abbildungsverzeichnis

Abb	Titel	Quelle	Seitenzahl
D	Mandelbrotmenge, Tal der Seepferdchen	https://vd18.gbv.de/viewer/image/020886705/1 Created by Wolfgang Beyer with the program <i>Ultra Fractal 3</i> . - Eigenes Werk	Deckbl.
2.01	Beziehungsgeflecht	Eigene Abbildung	9
2.02	Psalm 104	Kirchenfenster von Robert Rexhausen in Herz-Jesu Schildgen	24
3.01	Chaospendel	Eigenes Foto 31.03.2024	29
3.02	Verhulst-Diagramm	Peitgen und Richter 1986, S.25	31
3.03	Lorenz-Attraktor	Authors Jos Leys Licence CC BY-NC-SA-3 https://www.imaginary.org/gallery/the-lorenz-attractor	32
3.04	Verhulst-Diagramm	Screenshot https://www.youtube.com/watch?v=ETrYE4MdoLQ Zugriff am 18.04.2024	34
3.05 a	Romanesco	Peitgen 1992 a, Tafel 3	36
3.05 b	Sierpinski-Dreieck	Behr 1995, S.53	36
3.06	Julia-Mengen zur quadratischen Iteration	Peitgen 1992 a , S. 149	38
3.07	Mandelbrotmenge	Peitgen und Richter 1986, S.11	40
3.08	Kamerafahrt am Rand der Mandelbrotmenge in 8 Stufen	Peitgen 1988, S.202	41
3.09	Mandelbrotmenge als Atlas der Julia-Mengen	Peitgen und Richter 1986, S.12	42
3.10	Verbindung zum Verhulst-Diagramm	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Verhulst-Mandelbrot-Bifurcation.jpg	42
3.11	Mandelbrotmenge mit farbig dargestellter Umgebung	https://de.wikipedia.org/wiki/Mandelbrot-Menge#/media/Datei:Mandelbrot-Menge_farbig.png	43
3.12	The golden ratio ϕ represented as a line	https://de.wikipedia.org/wiki/Goldener_Schnitt#/media/Datei:Golden_ratio_line_percentages.svg	45
3.13	Chronologie der Entdecker	Hemenway 2008, S. 20-21	46
3.14	Pentagramm	Hemenway 2008, S.149	47
3.15	Liber abbaci	https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Liber_abbaci_magliab_f124r.jpg	48
3.16	Fibonacci-Zahlen in der Natur	Hemenway 2008, S.135	49
3.17	Die Kerne der Sonnenblume	Behr 1993, S. 23	50
3.18	Platons Ideenlehre	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Platon_Ideenlehre.svg	57
3.19	Die Platonischen Körper	https://de.wikipedia.org/wiki/Platon#/media/Datei:Hexahedron.gif	57
3.20	Keplersches Planetenmodell	Peitgen 1992 a, S. 21	61

3.21	Die Kapitel des Buches Gratwanderungen	Eigene Abbildung mit Prezi Präsentationssoftware	67
3.22	Struktur des Zeitbaums	Cramer 2001 b, S.121	69

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Masterarbeit

„Gratwanderungen“

Schöpfungstheologische Perspektiven im Dialog mit der Zeittheorie Friedrich

Cramers

selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate und gedankliche Übernahmen kenntlich gemacht habe.

Wuppertal, 22.07.2024

Cornelia Wissemann-Hartmann