

Notwendigkeit und Freiheit

oder

*Wer regiert denn endlich
diese Welt?*

1. Das Naturgesetz

Als wir anfangen das Geschehen um uns herum zu beobachten, folgerten wir, dass für jedes Phänomen, jedes Ereignis eine Ursache, ein Grund existiert, der es verursacht.

Nichts geschieht in der Welt
ohne einen Grund.

Die Art wie die Ursache mit dem Ergebnis zusammenhängt, nannten wir Gesetzmäßigkeit.

Determinismus.

Jedes Mal, wenn wir ein Phänomen studierten, entdeckten wir, dass eine Gesetzmäßigkeit zu seiner Erscheinung führte.

Wir haben versucht diese Gesetzmäßigkeit zu beschreiben, indem wir das einzige Instrument, was uns zur Verfügung steht, die Funktion unseres Gehirns, anwandten.

Wir haben eine eigene Art der Kommunikation, eine Sprache, die Mathematik, entwickelt. Sie basiert auf einer anderen eigenen Erfindung, die Logik, und hat uns enorm geholfen, unsere jeweiligen Ansichten über die Gesetzmäßigkeit in der Natur auszudrücken.

Über Jahrhunderte führen wir diese Bemühungen fort.

Wir haben die Naturwissenschaften und deren Anwendungen entwickelt.

Wir sind mit Recht stolz auf unsere Kenntnisse und unsere technologischen Errungenschaften.

Wir sind uns dessen bewusst, dass das jeweilige Gesetz, so wie wir es ausdrücken, nur ein Abbild der wahren Gesetzmäßigkeit ist, die in der Natur herrscht.

Sie ist das *Naturgesetz*, welches unabhängig von uns und unseren Beobachtungen wirkt

und sich selbstverständlich überhaupt nicht darum kümmert, ob wir, und wie wir es beschreiben.

Das Naturgesetz ist die Art wie sich die Materialien, aus denen der Kosmos hergestellt ist, verhalten oder aufeinander wirken.

Es drückt die eigentliche Beschaffenheit dieser Bestandteile: Materie, Energie, Raum, Zeit, Information, etc. aus.

2. Die Möglichkeit der Voraussage

Unsere Art das Naturgesetz zu beschreiben, z.B. eine Gleichung, die wir auf ein Stück Papier schreiben, gibt nur annähernd wieder, was das Naturgesetz vorschreibt.

Die Genauigkeit der Beschreibung dessen, was tatsächlich geschieht, ist begrenzt.

Jedoch ist diese annähernde Beschreibung außerordentlich nützlich, da sie uns die Möglichkeit der Voraussage gibt.

Mag sein, dass die Genauigkeit unserer Voraussage begrenzt ist, unseren Zweck aber erreichen wir trotzdem.

So kommen alle Anwendungen zustande:

Wir planen, sagen wir, den Bau eines Flugzeugs und sagen: diese Maschine wird mit einer Last von 60 t abheben können und eine Fluggeschwindigkeit von 700 km/h erreichen.

Bei dem Testflug nach dem Bau stellen wir gewöhnlich fest, dass wir uns nur wenig geirrt haben. Die Maschine trägt 59,7 t, und sie erreicht 705 km/h.

Unsere Fähigkeit zur Prognose variiert von Fall zu Fall.

Die Bewegung eines Planeten des Sonnensystems können wir mit großer Genauigkeit voraussagen, die Bewegung eines Blattes, das von einem Baum fällt, mit kleinerer.

Wir wissen ganz genau woran das liegt, dass die Genauigkeit unserer Prognose begrenzt ist. Das kommt von der Beschränktheit unserer Kenntnis.

Je mehr wir die Phänomene studieren, desto größer wird die Exaktheit unserer Prognose.

Wir korrigieren unseren Ausdruck für das

Gesetz, indem wir z.B. einen zusätzlichen Faktor in unsere Gleichung einführen, und messen genauer die Anfangsbedingungen, die manchmal das Resultat sehr stark beeinflussen.

Bisweilen müssen wir die ganze Formulierung oder sogar unsere Ansicht über das Phänomen ändern,

was aber nicht heißen soll, dass wir dieser Tatsache eine besondere Bedeutung¹ beimessen sollen.

3. Die absolute Exaktheit

Sowohl die Logik und die Mathematik wie jedes andere Produkt der Funktion unseres Gehirns sind zwangsweise von der Art geprägt, wie eben unser Gehirn funktioniert.

Sie tragen in sich die Charakteristika dieser Funktion.

Wir wissen noch zu wenig über die
Gesetzmäßigkeit der Funktion
unseres Gehirns.

Wenn wir aber die Eventualität der Einwirkung äußerer übernatürlicher Einflüsse² nicht in Betracht ziehen,

müssen wir akzeptieren, dass
für diese Funktion die gleichen
physikalisch-chemischen Gesetze
gelten wie für den Rest des Kosmos.

Wir sind (?) dessen bewusst, dass unsere Möglichkeiten beschränkt sind, wir beanspruchen aber eine absolute Akribie für unsere Logik und unsere Mathematik.

Eins und eins macht exakt zwei,
nicht ungefähr zwei.

Hier steckt keine Antinomie.

Mag unser Gehirn begrenzt und unvollkommen sein, diese Tatsache aber entzieht ihm nicht das Recht, sich Systeme wie die Logik und die Mathematik vorzustellen,

¹ Aus einem sonderbaren Grund gibt es Viele, die sich besonders freuen, wenn so etwas geschieht.

Sie erinnern sich daran nach Jahren oder Jahrhunderten, und sie erwähnen es immer wieder, als ob dies den Wert der Wissenschaft schmälern sollte.

² Die vorliegenden Gedanken werden ausgedrückt ohne die Annahme der Existenz übernatürlicher Kräfte, die in das Geschehen des Kosmos eingreifen.

die per Definitionem vollkommen und ihre Resultate absolut exakt sind.

4. Eine interessante Frage

Die Tatsache, dass wir fähig sind, die Genauigkeit unserer Prognose immer weiter zu verbessern, könnte uns zu der Frage führen:

- *Schon gut, wir sind unwissend und unfähig. Deswegen können wir das Naturgesetz nicht exakt beschreiben und unsere Voraussagen sind ungenau. Das Naturgesetz selbst aber, mit welcher Genauigkeit bestimmt es das, was geschehen wird?*

Diese Frage scheint überflüssig zu sein, da die Antwort eher selbstverständlich ist:

Das Naturgesetz muss genau bestimmen, das was geschieht.

Waren wir uns denn nicht einig, dass jedes Ereignis im Kosmos unter seiner Führung stattfindet?

Andere "äußere Interventionen" werden wir nicht diskutieren.

Es ist nicht die Zuständigkeit der Physik es zu tun.

Falls das Naturgesetz nur annäherungsweise das Geschehene bestimmen würde, wenn es nicht hundertprozentig anordnen würde, wenn es, sagen wir, nur zuständig über 99% wäre, wer bestimmt dann das restliche 1%?

Wer ist dieser "Kleinaktionär", der 1% der Herrschaftsgewalt über den Kosmos besitzt?

Und noch etwas:

Falls dieser kleine nicht gesetzmäßige, vom Naturgesetz unkontrollierbare (was gesetzmäßig war, haben wir ja schon bei den 99% berechnet) Prozentsatz existieren würde, wäre er immer der gleiche oder könnte er von Phänomen zu Phänomen unterschiedlich sein?

Könnte er vielleicht 10% oder 50% oder gar noch größer werden?

Dann muss es Phänomene geben, bei denen wir, egal wie tüchtig wir suchen, niemals ihre Gesetzmäßigkeit finden werden.

Vielleicht finden wir einen Teil, der einem Gesetz gehorcht, der Rest aber ist **gesetzlos!**

Er wird für immer unbekannt bleiben und zeigt sich einmal in der einen und nächstes Mal in einer anderen Form.

Da er keinem Gesetz unterliegt, ist er nicht gezwungen immer in der gleichen Form zu erscheinen.

5. Eine wichtige Entscheidung

Ganz hübsche physikalische Überlegungen sind diese, die wir hier anstellen, nicht wahr!

Wenn wir die Annahme einer beschränkten Gültigkeit des Naturgesetzes weiter spinnen, sind wir eher auf dem besten Weg, die Physik abzuschaffen.

Wenn wir unseren Glauben an die Gesetzmäßigkeit verlassen, reißen wir Tür und Tor auf, damit jeder Aberglaube, jeder Mystizismus und alle Dämonen wieder einströmen, von denen wir glaubten seit Jahrhunderten befreit zu sein.

Jetzt müssen wir jede Wissenschaft abschaffen, da sie alle auf dem Prinzip der Existenz der Gesetzmäßigkeit beruhen.

Wir müssen auch alle Anwendungen ableugnen, da sie sich auf die Naturwissenschaften stützen.

Von jetzt an, wenn wir zum Beispiel ein Flugzeug bauen wollen, werden wir Exorzismen statt Berechnungen durchführen.

Wir hängen dann noch ein Amulett um den Hals des Piloten und geben schließlich die Starterlaubnis indem wir manche Beschwörungen flüstern.

Jetzt müssen wir eine Entscheidung treffen. Hier passen keine halben Worte. Entweder gilt das Naturgesetz oder es gilt nicht.

Die einzige richtige Antwort, die wir geben müssen ist, dass das Naturgesetz absolut bestimmt, was im Kosmos geschieht.

Das bestimmt es mit absoluter Akribie.

Nicht mit Genauigkeit von 99,999999...(einige tausende Neunen) sondern 100%.

Schluss.

Der Zustand in dem sich der Kosmos im nächsten Moment befinden wird, ist absolut bestimmt.

Es kann nichts Unerwartetes vorkommen, etwas das nicht vom Naturgesetz vorgesehen ist.

Der Zustand des nächsten Moments ist genau vorbestimmt.

Er wird durch den Zustand des jetzigen Moments und dem Naturgesetz festgelegt.

Wir sind, aus Mangel an Kenntnis, nicht in der Lage exakt vorauszusagen welcher dieser Zustand sein wird, und obwohl unsere Fähigkeit zur Voraussage immer weiter verbessert wird, werden wir es vielleicht niemals können.

Dies hindert jedoch das Naturgesetz nicht daran, genau zu bestimmen, was geschehen wird.

6. Eine logische Extrapolation

Wenn es so ist, und wir einig sind, dass das Naturgesetz den Zustand des Kosmos im nächsten Moment mit der unendlichen, mit der absoluten Exaktheit der Mathematik bestimmt,

dann war der Zustand im jetzigen Moment absolut bestimmt aus dem Zustand im vorherigen Moment und dieser aus dem vorherigen und so weiter.

Dieses "*und so weiter*" aber wie weit zurück reicht es?

Nun, so weit wie Ihr wollt.

Die unbeschränkte Exaktheit der Mathematik erlaubt uns, diese Extrapolation in der Zeit so weit zu führen, wie es uns beliebt.

Warum nicht bis zum Anfang der Zeit.

Es ist vielleicht etwas schwierig über den absoluten Anfang der Zeit im Kosmos zu reden. Wir wissen ja nicht, welcher sein Zustand vor der Großen Explosion war,

die, wie wir glauben, vor etwa fünfzehn Milliarden Jahren stattfand, und die allgemein als der Anfang der Entwicklung angesehen wird, die den Kosmos in seinen jetzigen Zustand geführt hat.

Wir könnten jedoch akzeptieren, dass für den konkreten heutigen Kosmos, den wir studieren, der Moment der Großen Explosion einen charakteristischen Zeitpunkt darstellt,

in dem wir das Recht haben, den relativen Anfang der Zeit für das Universum, in dem wir leben zu stellen.

7. Eine sonderbare Folgerung

Gemäß also unserer Annahme über die absolute Exaktheit in der Macht des Naturgesetzes,

irgendein Ereignis, das in irgendeinem Punkt des Kosmos an irgendeinem Zeitpunkt stattfindet, war mit absoluter Genauigkeit entschieden, war vorbestimmt schon im Moment der Großen Explosion.

Damals wurde alles absolut bestimmt.

Alles was bis jetzt geschah und alles was im Kosmos noch geschehen wird.

Alles wurde bestimmt mit unendlicher Genauigkeit im Moment der Großen Explosion.

In diesem Moment als die Materialien des Kosmos noch nicht existierten oder noch nicht auseinander getrennt waren.

Damals als eben das Naturgesetz selbst noch nicht existierte, da es die Eigenschaften von Materialien beschreibt, die später gebildet wurden.

Damals wurde für alle Zeiten die Zukunft des Kosmos mit absoluter Akribie festgelegt.

Was jetzt in irgendeiner Ecke des Kosmos geschieht, wurde in jedem Detail vor fünfzehn Milliarden Jahren bestimmt.

Es ist die unvermeidliche Folge einer langen Kette absolut vorbestimmter Schritte, die zwangsweise von der Großen Explosion bis zu dem jeweiligen Ereignis geführt haben.

Um vielleicht die Bedeutung eines solchen Ergebnisses besser zu vergegenwärtigen, untersuchen wir als Beispiele zwei Phänomene, die auf dem unbedeutenden in kosmischer Dimension für uns aber so wichtigen Planeten Erde stattfinden.

1. Den Fall eines Regentropfens.

Welche ist die "Geschichte" eines Tropfens, der sich in einer Wolke bildet und zur Erde fällt.

Ein rein physikalisches Ereignis.

2. Die Arbeit eines Kunstmalers.

Wie ein Maler in dem Seegemälde, das er malt, ein rotes Bötchen hinzufügt.

Ein Ereignis verbunden mit dem Phänomen des Lebens und die Anwesenheit des Menschen auf der Erde.

8. Ein Regentropfen

An einem bestimmten Moment in einem bestimmten Punkt des Globus sinkt ein Tropfen Wasser von einer Wolke zum Boden nieder.

Seine Bewegung ist vom Naturgesetz kontrolliert. Er ist nicht frei zu tun, "was ihm beliebt". Er muss das tun, was das Naturgesetz vorschreibt. Und zwar mit 100% Genauigkeit, so wie wir uns geeinigt haben.

Seine Zukunft ist genau vom Naturgesetz vorbestimmt.

Seine Vergangenheit ebenso.

So wie das was noch in der nächsten Sekunde geschehen wird, genau vorbestimmt ist, so war auch das, was bis jetzt geschah, immer genau bestimmt.

Versuchen wir einmal uns die Geschichte unseres Tropfens "vorzustellen".

Die winzig kleinen Tröpfchen, die eine Wolke bilden, sind doch Wasser in flüssiger Phase, ihre kleine Masse jedoch erlaubt, dass sie schweben.

Als einige von ihnen sich vereinigten und die Gravitation bemerkbar wurde, begann der Abstieg zur Erde.

Der ganze Tropfen zeigt ein Verhalten,
das für uns gut verständlich ist.
Er bewegt sich in einer Art,
die wir kennen und erwarten.

Er wird von der Erde angezogen, und muss gegen die Reibung der Luft kämpfen.

Er kann seinen Lauf ändern, je nach den Luftströmungen, die er antrifft.

Trotz der Beschränktheit unserer Mitteln könnten wir seinen Lauf verfolgen und zu einem gewissen Grad seinen weiteren Gang voraussagen.

Seine Geschichte ist eine kurze Geschichte.

Je nach der Höhe der Wolke könnte sie wenige oder mehrere Minuten dauern.

**Das, was sich eher zu studieren lohnt, wäre die Geschichte
des Wassers, aus dem unser Tropfen besteht.**

9. Die Moleküle

Unser Tropfen besteht aus sehr vielen Wassermolekülen.

Ungefähr 10^{21} .

In 18 ml Wasser befinden sich 6×10^{23} Moleküle.

Ein großer Tropfen (aus einer Pipette) ist etwa 0,05 ml groß.

Die Regentropfen sind gewöhnlich kleiner.

Sie haben nicht alle gleichzeitig ihren Niedergang zur Erde gestartet.

Manche sind unterwegs dazu gekommen, andere, die anfangs zusammen starteten, schieden während der Fahrt ab.

Zu unserem Tropfen kommen ständig neue Wassermoleküle aus der Gasphase des Wasserdampfes der Atmosphäre hinzu, während gleichzeitig andere sich aus der Oberfläche verflüchtigen und von der flüssigen in die Gas - Phase übergehen.

Das "Schicksal" jedoch für jedes einzelne dieser Moleküle war (gemäß unserer strikten deterministischen Abmachung) vorbestimmt.

Als ein Molekül, das sich anfänglich im Inneren des Tropfens befand, an der Oberfläche gelangte, geschah dies nicht "aus eigener Initiative".

Manche anderen Moleküle haben es geschubst während der unaufhörlichen thermischen Bewegung, dieser totalen "Drängelei", die in der Natur herrscht, und die wir für gewöhnlich vergessen.

Und als ein anderes Molekül die Oberfläche verließ, geschah dies, weil eines aus dem Inneren ihm einen so starken Stoß versetzte, dass es die nötige Energie erhielt.

Das Gleiche bei der Kondensation.

Die Kollisionen in der Gasphase führen ein Molekül zum Übergang in die flüssige Phase.

Das "Gedränge" in einem Gas mag nicht so groß sein wie in einer Flüssigkeit, aber die Zusammenstöße sind wieder die Regel.

Ein Gasmolekül "fliegt" unter Normalbedingungen mit der Geschwindigkeit eines sehr schnellen Flugzeugs, diese Geschwindigkeit kann es aber nicht "genießen".

Es kommt von Karambolage
zu Karambolage.
Es erleidet etwa 10.000.000.000
Zusammenstöße in der Sekunde.

Das Schicksal der letzten Sekunden der Moleküle unseres Tropfes sind, außer der Gravitation, von Zusammenstößen bestimmt.

Kollisionen mit den Molekülen der Luft (was wir Reibung nennen), Kollisionen die zur Hinzufügung oder Abtragung von Material führten.

Und vorher, was geschah denn?

Doch genau das Gleiche.

Kollisionen haben ein Molekül des Ozeans zuerst an die Oberfläche und dann zur Verdampfung gebracht.

Kollisionen haben es anschließend, vielleicht nach Monaten, in der Atmosphäre an die Stelle geführt, wo sich der Tropfen bildete.

10. Die Atome

Wir haben bis jetzt jedes Wassermolekül als eine autonome Einheit betrachtet, die ihre "Abenteuer" ungespalten erlebt.

Das mag schon wahr sein.

Es kann tatsächlich sein, dass seitdem das Material der Erde sich abkühlte, ein Wassermolekül das sich damals bildete, nach vier ein halb Milliarden Jahren ganz geblieben ist, und bloß seinen Ort änderte, einmal in der Atmosphäre, ein anderes Mal in einem Gletscher, und ein anderes Mal in einer Zelle im Körper eines Dinosauriers.

**Es kann aber ebenso sein, dass die
Chemie dazwischen gespielt hat.**

Es kann sich gespalten haben zum Beispiel durch die Photosynthese (die jedes Jahr eine große Menge des Wassers dissoziiert) und später sich durch eine Verbrennung neu gebildet haben.

Nicht unbedingt aus den gleichen Atomen, die untereinander verbunden ein Wassermolekül bildeten, sondern aus Wasserstoffatomen, von denen jedes seine eigene "Geschichte" hat und ein Sauerstoffatom, das womöglich sich nie bis jetzt in einem Wassermolekül befand.

Dass die Chemie nichts anderes als
Zusammenstöße von Molekülen ist,
brauchen wir wohl nicht zu analysieren.

Da die Chemie sich einmischt, wäre es schon richtiger, wenn wir die Atome als die fundamentalen Bestandteile unseres Tropfens betrachten,

**damit wir die Geschichte und die Gesetzmäßigkeit,
die ihn gestaltete bis zum Anfang, bis zur
Großen Explosion zurückverfolgen können.**

11. Die Atomkerne

Nun bei den Atomen müssen wir zwischen Kernen und Elektronen unterscheiden.

Diese letzteren sind so "unzuverlässig" und so "untreu", dass man ihnen kein Vertrauen schenken darf.

Heute gehören sie diesem Kern und morgen einem anderen.

Und übermorgen nehmen sie gar Abschied und beginnen frei "herumzuvagabundieren".

**Es ist schon besser, wenn wir uns mit den
Atomkernen beschäftigen.**

Das Material aus dem die Moleküle unseres Tropfens bestehen, verbringt nur das letzte Drittel seines bisherigen Lebens auf der Erde.

Vorher war es wahrscheinlich in einem Stern.

Das Sauerstoffatom ganz bestimmt.

Das war kein Anfangsmaterial des Kosmos.

Es hat sich später durch Kernreaktionen (das heißt durch Kernzusammenstöße) im Inneren eines Sterns gebildet.

Nun ein Atom war es nicht, es hatte ja nicht seine Elektronen.

Im Inneren eines Sterns herrschen
solche Temperaturen, dass
"der Hund seinen Herrn verliert".

Der Kern des Sauerstoffs aber, seitdem er sich gebildet hat, blieb bis jetzt unverändert.

Manche Elektronen der niedrigeren Energieniveaus hat er später hinzubekommen.

Damit das, was wir über den
absoluten Determinismus
akzeptiert haben, wahr ist,

musste in diesem höllischen Durcheinander im Inneren des Sterns jede Kollision genau die vorbestimmte sein, damit der konkrete Sauerstoffkern sich bildete, der nach der Explosion des Sterns (da musste eine sehr strenge Gesetzmäßigkeit die Richtung bestimmt haben, in der jeder Kern sich bewegen musste) an die Erde gelangte, um dort mit (den genau vorbestimmten) Protonen und den nötigen (selbstverständlich genau vorbestimmten) Elektronen das Wassermolekül zu bilden, das in unseren Tropfen gelangte.

Lassen wir mal die ganze Geschichte
kurz überblicken:

In dem Moment der Großen Explosion war absolut bestimmt, welche konkreten Protonen sich bilden werden, die in den bestimmten Stern gelangen würden, wo sie nach den vorbestimmten Zusammenstößen, mit den genau vorbestimmten anderen Partikeln, den konkreten

Sauerstoffkern bilden würden, der an der Erde angelangt nach den vorbestimmten Kollisionen das konkrete Wassermolekül bilden würde, das seinerseits die vorprogrammierten Zusammenstöße durchführen würde, um an unseren Tropfen zu gelangen.

Für die Elektronen gilt genau die gleiche Überlegung,

mit dem Unterschied, dass wir bei den Elektronen wegen ihrer "angeborenen Unzuverlässigkeit" viel mehr die Genauigkeit bewundern müssen, mit der das Resultat jeder Kollision vorausberechnet wurde.

12. Die Kollisionen

Die Geschichte des Materials unseres Tropfens ist in Wirklichkeit nichts anderes, als die Geschichte einer enormen Menge aufeinander folgender Zusammenstöße.

Wenn wir ganz grob alle Kollisionen, die ein Partikel in seinem bisherigen Leben erlitten hat, berechnen wollten, könnten wir davon ausgehen, dass die Zusammenstöße eines Gasmoleküls bei normalem Druck und Temperatur in der Größenordnung von 10^{10} pro Sekunde liegen.

In der Flüssigkeit liegen sie in der gleichen Größenordnung.

Wo sie wesentlich mehr sind, ist im Inneren eines Sterns. Dort übersteigen sie die 2×10^{17} .

In dem anfänglichen Feuerball der Großen Explosion müssen sie noch mehr gewesen sein.

In dem interstellaren Raum, wo sich unser Partikel ein paar Mal befand, noch weniger.

Wenn wir also einen Mittelwert von 2×10^{15} akzeptieren, so machen wir keinen allzu großen Fehler.

Mit so vielen Kollisionen pro Sekunde können wir dann sagen, dass für die 5×10^{17} s der Geschichte des Kosmos

**jedes Teilchen bis heute
etwa 10^{33} Kollisionen erlitten hat.**

Wenn jedes Partikel, das unseren Tropfen ausmacht, so viele Zusammenstöße erlitten hat,

**wie viele Kollisionen haben dann die
Geschichte unseres Tropfens bestimmt?**

Es wäre nicht leicht, und es ist nicht der Zweck dieser Überlegungen, die wahre Zahl dieser Zusammenstöße zu finden.

Eins ist nur sicher.

Es würde nicht ausreichen, die Anzahl der Partikel unseres Tropfens mal der Anzahl der Kollisionen, die jedes erlitten hat zu multiplizieren³.

Das wäre bloß die Summe der Zusammenstöße, die alle Teilchen unseres Tropfens erlitten haben.

Das ist aber ein viel zu kleiner Teil
der Kollisionen, die das Schicksal
unseres Tropfens bestimmen.

Damit das Resultat einer Kollision genau das vorbestimmte sei, muss die Bewegung jedes der beteiligten Teilchen absolut vorbestimmt sei.

Diese Bewegung aber ist durch die letzte Kollision jedes der Teilchen mit einem anderen (das sehr wahrscheinlich sich nicht in unserem Tropfen befindet) bestimmt, das ebenfalls seine Bewegung durch seine früheren Zusammenstöße gestaltet hat und so weiter.

So ist die Zahl der Zusammenstöße,
die die Geschichte unseres Tropfens
gestaltete, sehr viel größer.

Wenn, so wie wir es akzeptiert haben, eine ganz klar deterministische Folge vom Anfang des Kosmos bis zu dem Moment existiert, an dem wir den Tropfen betrachten, muss der Ausgang aller dieser Kollisionen mit absoluter, mit mathematischer Genauigkeit bestimmt sein.

Wenn nur die kleinste Unsicherheit am Ausgang der Kollisionen existierte, wäre das Resultat ein anderes.

Es wäre nicht mehr gesetzmäßig!

Jetzt, wenn wir ein so einfaches Phänomen wie den Fall eines Regentropfens detaillierter studiert haben, beginnt vielleicht das Resultat, in dem unsere Entscheidung über die absolute Genauigkeit in die Gültigkeit des Naturgesetzes geführt hat, als unglaublich zu erscheinen.

**Haben wir uns etwa beeilt, diese
Entscheidung im Kapitel 5 zu treffen?**

³ Das heißt das Produkt 10^{21} mal 10^{33} mal 10 (weil jedes Molekül aus 18 Anfangspartikeln besteht, die anfänglich getrennt waren und sich später vereinigten) zu berechnen, das schon eine ungeheure Zahl in der Größenordnung von 10^{55} ist.

Es wäre vielleicht zweckmäßiger, bevor wir eine so schwerwiegende Entscheidung über den Determinismus in der Natur treffen, uns genauer mit der Gesetzmäßigkeit der Zusammenstöße, die den Hauptgrund aller Phänomene bilden, zu befassen.

**Bevor wir es aber tun, werfen wir einen
Blick in unser zweites Beispiel.**

13. Das rote Bötchen

Unser Maler hat sein Gemälde fast fertig.

Ein schönes Meeresufer geflutet im Morgenlicht.

Ein Fischer sammelt seine Netze.

Der Maler steht mit dem Pinsel in der Hand und betrachtet sein Werk kritisch.

Mit der anderen Hand streichelt er über seinen Bart.

Er macht zwei Schritte zurück.

Er steht mit zusammengekniffenen Augen.

Plötzlich erhellt sich sein Gesicht.

Er kehrt zurück, streckt den Pinsel zu der Palette, bleibt wieder ein Moment unentschlossen stehen und beginnt dann ein kaum erkennbares rotes Bötchen im Hintergrund zu malen.

Das Phänomen, was wir jetzt studieren, ist wesentlich komplexer.

Es ist nicht nur die Tatsache, dass nun unser System Maler – Gemälde – Staffelei – Farben – etc. aus mehr chemischen Elementen als der Tropfen und (wegen größerer Masse) aus mehr (etwa zweihundertmillionenfach) Anfangsbestandteilen des Kosmos besteht.

Wäre nur dies der Fall, dann bräuchten wir nur noch einige Nullen an die Zahl der Kollisionen anzuhängen und unsere Bewunderung (über die Möglichkeit der Vorbestimmung aller dieser Kollisionen vor fünfzehn Milliarden Jahren) müsste "bloß" einige millionenfach größer werden.

Die Sache aber ist viel komplexer.

Hier sind wir mit dem unglaublich komplizierten

Phänomen des Lebens konfrontiert.

Unser Maler wirkt auf die Materie ein.
Er interveniert in das Geschehen
des Kosmos.

Er platziert einige Moleküle eines bestimmten Farbpigmentes auf eine bestimmte Stelle der Oberfläche der Leinwand.

Dieses Ereignis, die Tatsache, dass das Materiell System Maler auf das Materiell System Farbe – Pinsel – Leinwand einwirkt und eine neue Anordnung der Moleküle im Raum herbeiführt, sollte uns nicht sonderlich beeindrucken.

**Die Wechselwirkung des Erdbodens mit dem Regentropfen,
wenn schließlich der Tropfen auf die Erde trifft, wird ebenfalls
eine Neuordnung der Moleküle im Raum bewirken.**

14. Das Leben

Das Problem ist ein anderes.

Es gibt einen prinzipiellen Unterschied zwischen dem Materiell System Maler und dem Materiell System Erdboden.

Der Maler hat die Farbe an die Stelle hingestellt, die er gemäß seinem künstlerischen Gefühl und gemäß seiner Meinung über die Art, wie das Bootchen aussehen soll, entschieden hat.

Diese Wechselwirkung ist grundsätzlich verschieden von der Wechselwirkung Erdboden – Tropfen.

Jeder, der das Bild später betrachtet, wird an dieser Stelle ein Bötchen erkennen.

Der Maler unterscheidet sich sehr vom Erdboden.

Er ist ein organisiertes System,

- geboren aus anderen organisierten Systemen, seinen Eltern,
- er hat die Fähigkeit des Stoffwechsels und des Wachstums und
- er ist in der Lage sich zu multiplizieren, die Geburt neuer ihm ähnlicher Systeme zu verursachen.

In die deterministische Kette, die den Anfang des Kosmos mit dem Auftragen der Farbe verbindet, ist die ganze Kette der Erscheinung und der Entwicklung des Lebens auf der Erde eingeflochten.

Wenn wir unsere Berechnungen über die Anzahl der Partikel und deren Zusammenstöße weiter führen wollen, dann müssen wir unbedingt auch die Eltern des Malers dazurechnen.

Und die Großeltern und alle Vorfahren bis zurück zu den Australopitheken und noch früher zu den Ammoniten und noch weiter zu den ersten einzelligen Organismen.

Alle Wirkungen (Wechselwirkungen, Zusammenstöße), die zur Bildung und zu dem Verhalten aller dieser Vorfahren geführt haben, waren absolut notwendige Schritte in der gesetzmäßigen Reihe, die von der Großen Explosion bis zu dem Gemälde des Bötchens.

Falls der Vater des Malers sich nicht in letzter Minute entschieden hätte, an dieser Party, wo er seine zukünftige Frau traf, doch teilzunehmen, hätten wir weder den Maler noch das Bötchen.

Und natürlich können wir nicht die Freundin der Mutter des Malers unberücksichtigt lassen, die damals die Party organisierte.

Und diese Freundin wäre gar nicht auf die Welt gekommen, wenn ihre Mutter nicht am Schaufenster stehen geblieben wäre, um dieses Hütchen zu bewundern, wobei ihr späterer Ehemann sie bemerkt hatte.

Und könnten wir etwa die bedeutende Rolle, welche die konkrete Hutmacherin in der ganzen Geschichte gespielt hat, außer Acht lassen?

Der ganze Verlauf unserer Geschichte wäre nämlich ein anderer, wenn sie sich, nachdem ihr Bräutigam sie verlassen hatte, nicht entschieden hätte in die Stadt zu ziehen, um dort nach mehreren erfolglosen beruflichen Anläufen letztlich das Handwerk der Hutmacherin zu erlernen. ... und so weiter.

Jetzt wird die Komplexität verständlicher, die wir im Fall des Tropfens beschrieben haben, als wir merkten, dass die Bewegung jedes Teilchens nicht nur von den Teilchen bestimmt wurde, mit denen es kollidierte, sondern von all denjenigen mit denen jedes davon früher kollidiert hatte, und dass die Bewegung jedes davon durch seine früheren Kollisionen bestimmt war ... und so weiter.

Es scheint wir sind in einem Gedankenknäuel verstrickt.

15. Alles hängt miteinander zusammen

Wenn wir so weiter machen, werden wir in unserer Geschichte alle Menschen hineinverwickeln.

Die Lebenden und die Toten.

Und warum nur die Menschen und nicht alle lebenden Systeme, Tiere und Pflanzen?

Ist etwa nicht im Körper unseres Malers durch die Semmel, die er am Vormittag gegessen hat, Materie eingefleischt worden aus den Weizenkörnern, die auf dem Acker wuchsen, wo der Tropfen unseres früheren Beispiels gefallen war?

Und warum nur die Lebendigen?

Sind in dem Wasser des Kaffees seines Frühstücks nicht ein paar Moleküle aus dem besagten Tropfen hineingelangt?

Und in der Luft, die er einatmet, befinden sich keine Sauerstoffatome, die früher in Wassermolekülen des Regentropfens eingebunden waren?

Und war etwa nicht das Morgenlicht, das er sah, als er voriges Jahr die Insel besuchte, der Grund, der in ihm das Bedürfnis erzeugte, dieses Bild zu malen?

Nach unserer Entscheidung über die absolute Genauigkeit in der Wirkung der Gesetzmäßigkeit, war all das absolut vorgeplant im Moment der Großen Explosion.

Genau so musste alles geschehen, damit wir bis zu dem Zeitpunkt ankommen, an dem unser Maler die Entscheidung trifft, ein rotes Bootchen zu malen.

Alles: die Party, das Hütchen, die Fahrt zu der Insel.

Und natürlich alles was vorher geschah und in irgendeiner Beziehung dazu steht:

Die Produktion des Minerals aus dem das Metall entstand, von dem das Schiff für die Reise zu der Insel gebaut wurde.

Die Erfindung des Verbrennungsmotors, der das Schiff antrieb.

Die Entdeckung der Prinzipien der Thermodynamik, die den Bau des Motors erlaubte.

Die Arbeiten des Archimedes.

Die Gedanken des Pythagoras.

Die Erfindung des Feuers ... und so weiter.

Alles war genau im Moment der
Großen Explosion vorbestimmt.
Dass die Erde sich bilden sollte.
Dass darauf Leben entstehen sollte.
Dass die Evolution außer Löwenzahn,
Seeigeln und Pelikanen auch noch
Menschen hervorbringen sollte.

Dass einer von ihnen den Trick herausfinden sollte, das Feuer zu nutzen.

Nicht irgendeiner. Ein ganz bestimmter.

Sein Name, die Farbe seiner Augen, die Schramme, die er sich auf seinem linken Arm zugezogen hat, als er den Ast schleppte, alles war genau vorbestimmt.

Ebenso wie die Bedingungen im Zeitpunkt der großen Erfindung.

Der leise Wind, der das Feuer an den vom Blitz getroffenen Baum wieder entfachte.

Der trockene Ast, der in der Vertiefung des Felsens vom Regen nicht nass wurde ... und so weiter.

Dass ein anderer⁴ später ein Werk "**über die Bewegungskraft des Feuers**" schreiben sollte.

Dass ein anderer ein Schiff bauen sollte.

Dass der Maler mit diesem bestimmten Schiff auf die konkrete Insel reisen sollte, und deswegen nachher den Einfall bekommen sollte, das Bild zu malen.

Dass auf diesem Bild alle Moleküle der Pigmente an den genau bestimmten Plätzen diese konkrete Anordnung auf der Leinwand bilden sollten, und schließlich dass der Maler die Entscheidung treffen sollte, das rote Bootchen mit genau dieser Nuance der Farbe (nicht etwa ein bisschen dunkler oder heller) an genau dieser Stelle (nicht etwas nach links oder nach rechts) zu malen.

**Es scheint wir sind in einem
bösen Gedankenknäuel verstrickt.**

⁴ Sadi Nicolas Léonard Carnot:

*Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur
les machines propres à développer cette puissance,*

Paris, 1824.

16. Der freie Wille

In der Reihe unserer Überlegungen sind wir an dem Punkt angelangt, die geistige Aktivität des Menschen zu betrachten.

Hier haben wir ein neues Element, das wir vielleicht besonders beachten müssen.

Nicht etwa, weil es eine besondere Bedeutung für den Kosmos hat, sondern weil es von einer großen Wichtigkeit für uns ist.

Über die Funktion unseres Gehirns wissen wir noch zu wenig.

Wir wissen noch nicht, welcher der Mechanismus einer Gedankenbildung ist, wie ein Einfall entsteht, wie eine Entscheidung getroffen wird.

Da wir jedoch die Einmischung außernatürlicher Kräfte nicht in Betracht ziehen wollen, müssen wir annehmen, dass es sich um einige biologische Prozesse in den Gehirnzellen handelt, die letztlich auf einfache physikalisch chemische Phänomene zurückzuführen sind.

Phänomene welche den gleichen Gesetzen wie der Rest des Kosmos gehorchen.

Im Fall unseres Malers haben wir eine ganze Reihe von Ereignissen, deren Mechanismus wir nicht kennen.

- Er betrachtet kritisch das Bild.
- Er bringt die linke Hand auf den Bart.
- Er macht zwei Schritte zurück.
- Er Versucht heraus zu finden, was noch im Bild fehlt.
- Er hat den Einfall noch ein Bötchen auf das Bild zu malen.
- Er zweifelt welche Farbe er nehmen soll.
- Er entscheidet sich für Rot.

Wir sind noch nicht in der Lage den Mechanismus des kritischen Überlegens, des Zweifelns, der Entscheidung zu beschreiben.

Wir können noch nicht im Detail sagen, welche Zellen im Gehirn unseres Malers unter welchen inneren Molekularprozessen und unter welchen Wechselwirkungen miteinander zu der Entscheidung geführt haben, das Boot rot zu malen.

Sicherlich war diese Entscheidung nicht unabhängig von Elementen, die sein Hirn beeinflussten:

- Seine Erfahrung aus Bildern der Natur oder anderen Malern.

- Die Farben, die er schon auf dem Bild verwendet hat und sein Gefühl über das richtige Gleichgewicht der Farben in der Malerei.
- Das Licht, die Temperatur und die relative Feuchtigkeit im Atelier.
- Sein seelischer Zustand.
- Die gute Funktion seiner Leber in diesem Moment.

Eine komplexe Reihe gesetzmäßiger Folgen, die ihn führte.

Eine Reihe von Zwängen, die er höchstwahrscheinlich gar nicht wahrnehmen konnte, in dem Zeitpunkt als er seine Entscheidung traf.

War aber die Entscheidung hundertprozentig schon vorweggenommen, bloß unser Maler wusste es nicht?
 War die Entscheidung vom Naturgesetz schon am Zeitpunkt der Großen Explosion getroffen worden?

Falls unsere Annahme über die absolute Genauigkeit in der Bestimmung des Naturgesetzes zutrifft, dann ist das genau der Fall.

Nur, dass der Maler es nicht weiß.

Er glaubt, frei gedacht zu haben, dass er ein Bötchen auf das schon fertige Bild hinzu malen soll, und dass er mit Recht einige Zeit verwendete, um zu entscheiden, ob das Boot rot oder gelb sein sollte.

Er weiß nicht, dass genauso wie für jedes Ereignis im Kosmos die Entscheidung darüber, ob das Bötchen gelb oder rot sei, schon lange gefallen ist.

Sie wurde getroffen am Moment der Großen Explosion.

Damals wurde in jedem Detail die Reihe der aufeinander folgenden Ereignisse (genauer, die lange Kette der Kollisionen) festgelegt, die zu dem geführt hat, was er als Entscheidung seines freien Willens über die Farbe des Bötchens erachtet.

Genauso wie damals bestimmt wurde, dass derjenige, der diese Zeilen schrieb, das Beispiel des Malers benutzen sollte, um das Problem des freien Willens anzuschneiden.

Der Arme! Er glaubte, eine freie Wahl getroffen zu haben, als er sich entschied, als Beispiel für den freien Willen die künstlerische Schöpfung zu verwenden.

**Es scheint wir sind in einem
sehr bösen Gedankenknäuel verstrickt.**

17. Die Revision

Das geschieht jemandem, wenn er unvorsichtig und großsprecherisch deklariert:

*Alles was stattfindet, wird absolut
genau vom Naturgesetz bestimmt.*

Wir sind zu Resultaten gekommen, die man sehr schwierig akzeptieren kann.

Diese absolute Prädestination für alles was im Kosmos geschieht, fängt an echt lästig zu werden.

Ist es denn möglich, dass der Kosmos in solch einer Art vorbestimmt sei?

Die Geschichte jedes Atoms und jedes Moleküls, die Entstehung und die Entwicklung des Lebens, der Flug jeder Biene und der Gedanke jedes Menschen, können alle absolut vordeterminiert sein?

Man könnte sagen: warum nicht?

Es gibt überhaupt keine Freiheit.

Weder für die Bienen noch für uns.

So ist es, und wir müssen es akzeptieren.

Ob es uns gefällt oder nicht.

Wir akzeptieren doch andere Dinge auch, die uns nicht gefallen, wie den Tod zum Beispiel.

Dann akzeptieren wir dies auch.

Wir täuschen uns selbst, wenn wir glauben frei zu sein, und leben in der Illusion über irgendetwas frei entscheiden zu können.

Das alles weil wir blöd, kurzsichtig und egozentrisch sind.

Wir wissen noch nicht genug, und haben nicht den Mut von dem Wenigen, das wir wissen, die zwingenden logischen Folgen zu ziehen.

Uns gefällt der Gedanke nicht, wir seien nicht nur total unbedeutend für den Kosmos sondern auch absolut vorprogrammiert, und deswegen verwerfen wir ihn.

In Wirklichkeit aber genau das ist der Fall.

Was geschieht, war vom Schicksal bestimmt, und alles was wir tun, in dem Glauben selbst zu entscheiden, mussten wir es so tun, damit das Vorbestimmte zur Erfüllung kommt.

Für diese Meinung über die absolute Prädestination aller Ereignisse gibt es weit verbreitete Ansichten, die die Unabwendbarkeit des Vorbestimmten beschreiben.

In der ersten Dekade des 21. Jahrhunderts flammte die Kontroverse erneut auf, und die "feindlichen Lager" haben ihre Anhänger wieder "an die Waffen" gerufen.

Was war passiert?

Die Neurophysiologen haben herausgefunden, dass schon vor etwa 150 ms bevor wir in der Lage sind das Treffen einer Entscheidung zu melden, in den Nervenzellen das elektrische Signal, das mit der Aktion zusammenhängt, erschienen ist.

Anstatt über ihren Befund nachzudenken, das heißt sich die Frage zu stellen, welcher der Mechanismus sei, der das Treffen einer Entscheidung mit ihrer Meldung verbindet, haben sie sofort den Schluss gezogen, dass die Entscheidung nicht von uns getroffen wird.

***"Wir tun nicht, was wir wollen,
sondern wir wollen, was wir tun".***

Diese provokative Formulierung hat das Feuer erneut geschürt.

In der Hitze der Debatte haben sie jedoch vergessen, uns zu sagen:

Wenn die Entscheidung nicht von uns getroffen wird, von wem wird sie denn sonst getroffen?

Sind es übernatürliche Kräfte oder ist es das Naturgesetz?

Wenn es das Naturgesetz ist, dann ist die Entscheidung schon im Moment der Großen Explosion getroffen.

Alles ist vorausbestimmt.

"Το πεπρωμένον φυγείν αδύνατον".
Dem Schicksal entgehen unmöglich.

Nun würde aber eben der treueste Anhänger dieser Meinung nicht bis zu dem Punkt kommen, nicht aufzustehen, um ein Glass Wasser zu trinken, mit der Behauptung, dass wenn es bestimmt wäre, an Durst zu sterben, unnötig wäre irgendetwas gegen das Schicksal zu unternehmen.

**Dazu kommen zu deklarieren:
ich vollbringe keine Tat mehr,
ich mache keinen Gedanken,
ich treffe keine Entscheidung.**

18. Das Treffen von Entscheidungen

In unserem ganzen Leben treffen wir Entscheidungen, üben Tätigkeiten aus, die den tieferen Glauben voraussetzen, wir wären frei zu entscheiden, etwas zu tun.

Und dieser Glaube ist so tief verwurzelt, dass es nicht sein kann, man hätte es uns in der Schule eingetrichtert.

Es ist nicht eine "Erfindung"
der alten Griechen,

die ihren Herakles selbst entscheiden⁵ ließen, ob er dem Weg der Tugend oder der Unanständigkeit folgen sollte.

Der Glaube, dass wir durch unsere Handlung den Lauf der Dinge ändern könnten, muss sehr alt sein.

Den muss auch die Gruppe unseres Freundes, der den brennenden Ast in die Hölle getragen hat, schon gehabt haben als sie am Vortag zu der Mammutjagd aufbrach.

Eine gefährliche und schwierige Arbeit, die zu deren Vollendung Planung, Mühe und Ausdauer benötigte, und das Gefühl der Freiheit für eine Tat voraussetzte.

Wir könnten wahrscheinlich schon an dieser Stelle zugeben, dass wir die Entscheidung über die absolute Genauigkeit in der Wirkung des Naturgesetzes revidieren müssen und uns mit den Folgen einer solchen Änderung befassen.

Wir haben uns beeilt im Kapitel 5 etwas, was nicht bewiesen war, zu akzeptieren.

Es war in Wirklichkeit eine Art Glauben, eine Hypothese die wir anstellten.

⁵ Im Gegenteil zu dem armen Adam, dem es verboten war, die Früchte zu kosten, die ihm die Möglichkeit geben würden, zwischen Gut und Böse zu entscheiden.

Jetzt kommt sie aber in Konfrontation mit dem, was wir logisch annehmen können.

Wir sind soweit gekommen, den Kosmos nicht mehr verstehen zu können.

Da jedoch immer noch jemand auf der absoluten Genauigkeit des Gesetzes bestehen könnte, schauen wir mal, was uns definitiv überzeugen wird,

**die schwerwiegende Entscheidung zu treffen,
die absolute Genauigkeit des Naturgesetzes
zu bezweifeln.**

19. Die unscharfe Photographie und das Rauschen

Falls irgendeine, auch die kleinste, Ungenauigkeit des Naturgesetzes, eine Unklarheit in der Bestimmung dessen, was es beschreibt, existieren würde, falls dies was es bestimmt, nicht so sicher wäre, falls das Bild, das es für den Kosmos gibt, etwas unscharf wäre, dann könnte diese Unschärfe des Bildes entdeckt werden, wenn wir eine starke Vergrößerung machten.

Wenn das Bild von Anfang an
absolut scharf wäre,

wenn die Grenze zwischen Schwarz und Weiß mit der Genauigkeit der Mathematik absolut bestimmt wäre, dann bliebe der Unterschied zwischen Schwarz und Weiß absolut klar, egal wie stark wir vergrößern würden.

Wäre das Bild von seiner
Natur her etwas unscharf,

dann würde es bei kleiner Vergrößerung, wenn wir es von der Ferne betrachten, uns den Eindruck erwecken, es sei ganz klar, bei großer Vergrößerung aber, wenn wir mit einem immer stärkeren Mikroskop an das Bild heranrücken, würde die immanente Unklarheit, die Unsicherheit über die exakte Grenze zwischen Schwarz und Weiß sich herausstellen.

**Es gäbe keine mathematische Linie, die
die eine Farbe von der anderen trennt.**

**Beide Farben würden in Nuancen
des Grauen ineinander fließen.**

Ganz ähnliche Überlegungen könnten wir anstellen, wenn wir als Beispiel, statt der Vergrößerung eines Bildes, die elektronische Verstärkung verwenden würden.

Hier könnten wir genauso erkennen, ob möglicherweise eine Unklarheit im Naturgesetz vorkommt.

Wenn wir immer weiter verstärken, würden wir erkennen, ob die Grenze zwischen einem immer schwächer werdenden Signal und seinem absoluten Wegbleiben scharf sei.

Also, was ist der Fall in der Praxis?

In beiden Fällen sind
die Grenzen ungenau.

In der Mikroskopie wird das Bild
unscharf, und bei der Verstärkung
erscheint das elektronische
Rauschen, das schließlich die
schwachen Signale "schluckt".

In beiden Fällen wissen wir, welche die Quelle für diese Unschärfe ist.

**Es ist die thermische Bewegung,
die wir gewöhnlich vergessen,
obwohl wir genau wissen, dass sie existiert.**

Wenn wir die Temperatur unserer Apparaturen erniedrigen, dann wird sowohl im Mikroskop wie in der Verstärkung das Bild klarer.

Schuld für die Verschwommenheit ist die thermische Bewegung.

**Eine Bewegung die mit den Kollisionen zusammenhängt,
welche die Regel im "Leben" von Atomen und Molekülen
sind und den Grund für die meisten Phänomene bilden.**

20. *Kollision Mutter Aller*⁶

Alle Überlegungen, die wir bis jetzt anstellten, beinhalten in ihrer Basis solche einfachen Zusammenstöße von Partikeln, Atomen oder Molekülen.

Wenn wir eine starke Vergrößerung oder Verstärkung machen würden, würden wir feststellen, dass unsere Frage, ob das Naturgesetz mit absoluter Genauigkeit das Schicksal des Kosmos bestimmt, sich

⁶ Nach dem "*Krieg Vater aller*" Heraklits.

auf die einfache Frage reduziert, ob der Ausgang einer elementaren Kollision mit absoluter Genauigkeit vorbestimmt sein kann.

**Das ist alles. So einfach ist die Sachlage.
Das was während der Kollision zweier
Elementarteilchen geschieht,
geschieht auch im ganzen Kosmos.**

Falls der Ausgang der Elementarkollision genau vorbestimmt sein kann, dann ist auch der ganze Kosmos schon seit seinem Anbeginn im jedem Detail vorbestimmt.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde die kinetische Theorie der Wärme aufgestellt, die bis heute anerkannt wird, weil ihre Resultate mit unseren Beobachtungen übereinstimmen.

Im Grund dieser Theorie stehen die Kollisionen der Moleküle der Gase (ebenso der Flüssigkeiten und der Feststoffe) untereinander und mit den Wänden des Gefäßes das sie umgibt.

Diese Überlegungen stützten sich auf der Annahme, dass die Moleküle etwas wie kleine "harte" Bällchen sind, die während der Kollision genau den gleichen Gesetzen der Mechanik folgen, wie die Billardkugeln wenn sie aneinander oder an die Seiten des Tisches treffen.

Die Frage, ob nach dem Zusammenstoß die Bahn jedes Moleküls exakt bestimmt sein könnte, war gar nicht gestellt.

Sie interessierte ja auch nicht.

Die Theorie hat das Verhalten des Gases richtig beschrieben.

Das Schicksal jedes einzelnen Moleküls interessierte uns nicht.

**Stillschweigend
(so wie stillschweigend
solche Annahmen
getroffen werden)
könnte man annehmen,
dass es keinen Grund gab,
die absolute Gültigkeit
der Gesetze der Mechanik
in Frage zu stellen.**

21. Die Unsicherheit

Bevor wir versuchen die Frage zu beantworten, ob der Ausgang einer Kollision absolut vorbestimmt sein kann, sollten wir überlegen, ob der Zustand jedes der zusammenstoßenden Partikel schon vor dem Aufprall genau definiert sein kann.

Vom Anfang des 20. Jahrhunderts an befand sich die Physik im Wirbel revolutionärer Entwicklungen, die unsere Ansicht über den Kosmos umwälzten.

Anfänglich stellten wir fest, dass das Licht gleichzeitig Welle und Partikel sein kann.

Dann kam die Relativitätstheorie, und in den 20er Jahren begannen wir zu merken, dass es eine immanente Ungenauigkeit bezüglich der Stelle im Raum und des Impulses eines Elektrons gibt.

Es war das Prinzip der Unbestimmtheit

demgemäß sowohl der Ort, wie die Bewegung eines Elektrons etwas unsicher sind⁷.

Wir mussten eine neue Mechanik, die Quantenmechanik entwickeln.

Es handelte sich um eine echte Erschütterung unserer Denkweise.

Eine Erschütterung, die wir möglicherweise noch nicht ganz überstanden haben.

Was war denn hier passiert?

Eigentlich nichts Besonderes.

Es ereignet sich das, was wir über die unscharfe Photographie sagten.

Solange wir die Welt aus der Ferne betrachteten, glaubten wir das Bild sei ganz klar.

Als wir die Vergrößerung erhöhten und ganz nah auf atomarer Ebene kamen, stellte sich heraus,

⁷ Heisenbergsche Unschärferelation:

Das Produkt der Ungewissheit bezüglich des Impulses Δp mal die Ungewissheit bezüglich des Ortes Δx ist immer größer als $\frac{h}{4\pi}$ wobei h die plancksche Konstante ist.

$$\Delta p \cdot \Delta x \geq \frac{h}{4\pi} \quad \text{oder} \quad \Delta p \cdot \Delta x \geq 0,5 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

**dass das Bild von seiner Natur her etwas "trübe",
etwas unscharf, etwas unsicher war.**

Für die Schwierigkeit, die wir vielleicht bis heute noch haben, die physikalische Wahrheit dieses Prinzips zu verstehen, war vermutlich

- die Art schuld, mit der es anfänglich formuliert wurde unter Verwendung des Begriffs "Zufall",
- die Tatsache, dass die Berechnungen der Quantenmechanik Wahrscheinlichkeitsrechnungen waren, und
- die Überlegungen die benutzt wurden, um das Prinzip verständlicher zu machen.

Eine dieser Überlegungen war folgende:

Wir werden nie erfahren können, welcher genau der Impuls und welcher der Ort eines Elektrons ist, weil wir in unserer Bemühung es herauszubekommen, auf das Elektron einwirken werden und dadurch seinen Zustand ändern.

Deswegen ist es sinnlos nach dem Zustand des Elektrons zu fragen. Wir müssen ihn als zufällig akzeptieren.

Ist dies aber tatsächlich das Problem?

Ob wir es erfahren oder nicht?

Begehen wir nicht durch diese Überlegung schon wieder einmal den uralten Fehler, uns in das Zentrum des Universums zu stellen?

**Müsste nicht das Elektron sich in einem bestimmten Zustand befinden, egal ob wir uns um es kümmern oder nicht?
Wird dies nicht vom Objektivitätsprinzip verlangt?**

22. Der Zufall

Im vorliegenden Text wurde bis jetzt systematisch vermieden, den Ausdruck "Zufall" zu benutzen.

Der Grund ist, dass wir gewöhnlich durch dieses Wort nur unsere Unwissenheit ausdrücken:

*"Als ich gestern Abend nach Hause kam,
begann zufällig eine Mondfinsternis".*

Die Mondfinsternis würde unbedingt stattfinden.

Die Astronomen hatten es längst gewusst.

Nur ich war in totaler Ignoranz.

Übrigens der Schatten der Erde würde genau diese Bewegung vollführen, egal ob es auf der Erde Menschen (sowohl die wissenden

Astronomen wie meine unwissende Hoheit) gegeben hätte oder nicht.

Die Falle der anthropozentrischen Denkweise lauert auf jedem Schritt unserer Gedanken.

Gleichzeitig könnten wir den Begriff *zufällig* (diesmal ohne Anführungszeichen) für Ereignisse verwenden, die der Kausalität nicht unterliegen, die keiner Gesetzmäßigkeit gehorchen, deren Erscheinung ohne Grund erfolgt, Diejenigen also, deren Existenz wir durch unsere Entscheidung im Kapitel 5 geleugnet haben.

Wir könnten uns hier einigen, ob wir diese Phänomene *zufällig* (ohne Anführungszeichen) oder *gesetzlos*, weil sie keinem Gesetz gehorchen, oder *frei*, weil sie von der Notwendigkeit befreit sind, oder sonst wie bezeichnen.

Behalten wir doch den Begriff *frei*, der auf unsere Gedankenfreiheit verweist.

Nun also, die Bewegung
des Elektrons was ist sie?
"Zufällig"
(weil wir sie nicht kennen können)
oder frei
(weil sie dem Naturgesetz nicht gehorcht)?

Weder das Eine noch das Andere.

Hier ereignet sich etwas, was wir zum ersten Mal antreffen und daher ist unsere Ratlosigkeit verständlich.

Wir haben festgestellt, dass die Beschaffenheit, die eigentliche Natur des Elektrons, eine gewisse Unklarheit bezüglich seines kinetischen Zustands beinhaltet.

Das heißt, das Naturgesetz selbst (da es ja gerade die Natur, das tiefere Wesen des Elektrons beschreibt) ist unklar!

Es lässt etwas Freiheit für die Bewegung des Elektrons zu.

Und dies gilt nicht nur für die Elektronen.

Auch mit schwereren Teilchen, mit Atomen und mit Molekülen geschieht das gleiche.

**Es stellte sich heraus,
dass die Quantenmechanik
für den ganzen Kosmos gilt.**

23. Die Wellennatur der Materie

Auf die gleichen Resultate (Gleichungen, Berechnungen) kommen wir allerdings, wenn wir die Wellenmechanik anwenden, die anstatt den Begriff des "Zufalls" zu benutzen, dem Elektron eine Wellennatur zuschreibt.

**Die Materie ist genauso wie das Licht
gleichzeitig Korpuskel und Welle.**

Wenn wir einen Gegenstand betrachten, sagen wir ein Glas, haben wir den unerschütterlichen Eindruck, dass es absolut definierte Grenzen hat.

Irgendwo endet das Glas, und von dort fängt die Luft an.

Die Grenze sei ganz klar.

Wenn wir mit einer sehr starken Vergrößerung ganz nah heranrücken, erwarten wir vielleicht vorzufinden, dass die Oberfläche nicht so glatt ist, wie sie uns erscheint, dass manche Unebenheiten vorhanden sind, die wir vorher nicht erkannt hatten.

Auf keinen Fall aber können wir damit rechnen, dass die Grenze, die das Glas von der Luft trennt unscharf, verschwommen sein könnte.

**Das ist jedoch unser Fehler. Dass die Grenze,
wo ein materieller Körper endet, absolut scharf sei,
das haben wir nicht festgestellt,
das haben wir angenommen,
wir haben es uns ausgedacht.**

Nun stellt sich heraus, dass diese Annahme falsch war.

In Wirklichkeit ist die Sache anders.

Die Elektronen, die Atome und
die Moleküle sind keine kleinen,
"harten", "glatten" Bällchen.
Sie werden von einer "*Wellenwolke*"
umhüllt, die ihnen genau diese
Ungenauigkeit verleiht, welche
die Unschärferelation attestiert.

Die Grenzen sind unscharf, ihr kinetischer Zustand kann nicht absolut bestimmt sein.

Wenn es also so ist, und es ist (leider oder Gott sei Dank?) so, und die prinzipiellen Bausteine der Natur von sich aus unscharf sind,

dann ist es offensichtlich, dass das Resultat jeder Kollision nicht absolut genau vorbestimmt sein kann.

In der Basis aller Phänomene,
die mit einer Kollision zusammenhängen
(das heißt aller Phänomene der Physik
und aller Phänomene der Chemie),
liegt diese Ungenauigkeit,

die das Zurückführen von dem jetzigen Zustand des Kosmos auf seinen Anfang (so wie wir es in Kapitel 6 getan haben) unmöglich macht.

Mit jeder Kollision wächst der Grad der Unsicherheit über ihren Ausgang, weil zu der Unsicherheit des einen Partikels die Unsicherheit dessen mit dem es kollidiert hinzukommt.

Kollisionen auf atomarer und molekularer Ebene finden ständig statt.

Je mehr die Zeit verstreicht, desto mehr Kollisionen finden statt, desto größer wird die Freiheit⁸ des Systems.

24. Die Grenze des Einflusses

Als Beispiel für die (uns unbekannt) strenge Gesetzmäßigkeit, die die Phänomene lenkt und ein imposantes Resultat mit einer fernen, kaum erkennbaren Ursache verbindet, wird oft die Hypothese verwendet, dass ein Schmetterling seine Flügel in Peking schlagen kann und als Folge davon ein Taifun die Karibik verwüstet.

Der Gedanke der hinter diesem Beispiel steckt ist, dass die Wirkung aus dem Flügelschlag des Schmetterlings zwar immer schwächer

⁸ Wird vielleicht deswegen auch seine Entropie größer?

Ist eventuell die Entropie nichts anderes als der Ausdruck der Unsicherheit?

Ist möglicherweise der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik gar kein Axiom, sondern die einfache Folge der Unsicherheit, die in jeder Kollision der Moleküle steckt?

Falls die Bewegung der Gasmoleküle absolut bestimmt wäre, gälte dann noch der Zweite Hauptsatz?

Aus einer Menge sich aneinander stoßenden Billardkugeln, sollten wir nicht in der Lage sein, ihre gesamte kinetische Energie wieder zurückzubekommen?

wird, je weiter (in dem Raum und in der Zeit) wir uns von der Quelle entfernen, jedoch nie ganz zu null wird.

Sie wird erst null in unendlichem Abstand und in unendlicher Zeit.

Das heißt in Wirklichkeit nie.

Deswegen, wenn irgendwo ein sehr empfindliches Gleichgewicht, so wie die Gleichgewichte sind, die über das Wetter entscheiden, vorhanden ist, kann dieser minimale ferne Effekt der Anlass sein, der den Umschlag in Richtung der Bildung des Taifuns entscheidet.

Dieses Beispiel ist nicht richtig.
Sicherlich hat jedes Phänomen
seine Auswirkung auf den Kosmos.

Wenn aber die Ursache nur schwach und der Weg, der sie mit der vermeintlichen Wirkung verbindet, lang ist, das heißt eine lange Reihe von Zusammenstößen dazwischen geschaltet werden muss, dann verschwindet die kausale Relation.

Sie wird ausgelöscht unter der Unsicherheit, die jede Kollision hinzuaddiert.

Jetzt wo wir wissen, dass die Ungenauigkeit vorhanden ist, können wir verstehen, dass es nicht nötig ist, dass die Wirkung von dem Flügelschlag des Schmetterlings den Wert Null einnimmt.

Es reicht, wenn sie, indem sie immer kleiner wird, unter das Niveau der Unsicherheit kommt.

Dann ist die konkrete Richtung der Wirkung im Raum nicht mehr erkennbar, so dass sie nicht mehr als "Signal" wirken kann.

Sie ist in dem "Sumpf des Rauschens" der Unsicherheit der thermischen Bewegung unwiderruflich verloren.

Unser Versuch, den wir unternommen haben, den heutigen Zustand des Kosmos auf seinen Anfang zurückzuführen, der uns zu solch sonderbaren Resultaten führte, dass wir an die absolute Genauigkeit des Naturgesetzes zu zweifeln begannen, war zum Scheitern verurteilt.

Der heutige Zustand des Kosmos war nicht von seinem Anfang an absolut vorbestimmt, so wie wir im Kapitel 6 angenommen haben.

Er war nur in groben Linien vorbestimmt.

Das Naturgesetz gewährt die Freiheit, dass die Elementarteilchen abweichende Wege folgen.

**Absolut vorbestimmt ist gar nichts.
Falls der Kosmos sich von Anfang an wieder
formen würde, hätten wir höchstwahrscheinlich
weder diesen konkreten Planeten,
noch diesen konkreten Regentropfen,
der an diesem bestimmten Zeitpunkt an diese
bestimmte Stelle der Erde fallen würde,
noch unseren Maler mit seiner
konkreten Inspiration.**

25. Die Rückkehr des "*Kleinaktionärs*"

Siehe da, wir brauchen unsere Entscheidung von Kapitel 5 nicht zu revidieren.

Wir brauchen nicht die Existenz von Phänomenen anzunehmen, die nicht gesetzmäßig sind.

Wir lagen nicht falsch, als wir die absolute Gültigkeit des Naturgesetzes akzeptierten.

<p>Absolute Gültigkeit hat es, absolute Genauigkeit in der Bestimmung des Resultats hat es nicht.</p>

**Das Naturgesetz selbst beinhaltet die Ungenauigkeit,
gewährt die Freiheit, ohne die wir den Kosmos
nicht verstehen könnten.**

Das Naturgesetz besitzt 100% der "Verfügungsgewalt" auf den Kosmos.

Bloß es bestimmt nicht mit dem gleichen Prozentsatz der Genauigkeit, das was geschehen wird.

Den "*Kleinaktionär*", den wir im Kapitel 4 erwähnten, der zulässt, dass es nicht absolut exakt vorbestimmt sei, was geschehen wird, **den gibt es schon.**

Bloß er ist kein anderer als das Naturgesetz selbst.

<p>Der Zustand des Kosmos am nächsten Moment wird nur vom Naturgesetz bestimmt.</p>

Es kann nichts vorkommen, was nicht vom Naturgesetz vorgesehen war.

Es gibt kein Teil in der Natur, das nicht vom Gesetz kontrolliert wird.

Ob wir es voraussehen, ist eine andere Geschichte.

Übrigens wir sind so blöd, dass wir nicht über unsere Nase blicken können.

Unsere Geldgier bedroht nicht nur uns selbst, sondern den ganzen Planeten zu vernichten, und wir tun gar nichts, um die offensichtliche Katastrophe zu verhindern, die mit immer größerer Geschwindigkeit auf uns zurast. Nur dass das Gesetz etwas nachgiebig ist, es lässt einen kleinen Prozentsatz der Freiheit zu.

Das was vorkommen wird, ist nicht vom Naturgesetz absolut vorbestimmt. Es ist bestimmt mit großer Genauigkeit, jedoch nicht mit 100%er Genauigkeit.

In den Details ist es nur ungefähr vorbestimmt.

Es kann so oder so weiterkommen.

Es kann die eine oder die andere Richtung folgen.

Für diese Entscheidung, ob das Phänomen sich in der einen oder in der anderen Richtung weiter entwickelt, ist keine Ursache nötig.

Beide Richtungen sind "legitim und gleichberechtigt in den Augen des Gesetzes".

26. Der Prozentsatz der Freiheit

Es wäre sehr interessant, wenn wir diesen Prozentsatz der Freiheit kennen würden.

Hätten wir es gewusst, dann wären wir in der Lage zu berechnen, bis zu welchem Punkt die Genauigkeit des Naturgesetzes reicht, das heißt bis zu welchem Punkt wir hoffen können, die Genauigkeit unserer Prognose zu verbessern.

Dieser Prozentsatz der Freiheit ist jedoch nicht immer der gleiche, er schwankt vom Phänomen zu Phänomen.

Wenn wir ein Phänomen haben, bei dem kleine Störungen der Freiheit sich abdämpfen, dann wird der Grad der Freiheit, den wir vorzufinden erwarten, klein sein.

Als Beispiel könnten wir die Bewegung einer großen Masse in einem Raum mit hohem Vakuum (damit wir keine Reibung haben, das heißt Kollisionen, die die Freiheit erhöhen) heranziehen.

In der Bewegung eines Planeten um die Sonne würde der Zusammenstoß mit einem Partikel, das frei im Raum wandert, keinen großen Einfluss haben.

**Da können wir mit großer Genauigkeit
in unserer Prognose rechnen.**

Wenn wir ein Phänomen mit sehr hoher Verstärkung haben, wo die Wirkung mancher freien Bewegungen im atomaren Niveau sich übermäßig verstärken, dann wird die Freiheit viel größer sein.

In einer elektrischen Entladung in Form eines Blitzes zum Beispiel, bei der die anfängliche Bewegung eines einzelnen Ions zur Entstehung eines ganzen "elektrischen Flusses" führt oder in einer chemischen Explosion, wo ein anfängliches freies Radikal den Umsatz einer vielfachen Masse herbeiführen kann,

**sollten wir weder reproduzierbares Verhalten erwarten,
noch hoffen, dass wir je die Möglichkeit der genauen
Prognose erlangen werden.**

27. Die Gedankenfreiheit

Und wie steht es mit der Entscheidung unseres Malers über die Farbe des Bötchens?

Da ist der Grad der Freiheit sehr groß.

**Wir haben es mit einem Phänomen sehr
großer Verstärkung zu tun.**

Die Entstehung und die Entwicklung des Lebens ist ein Phänomen, wo die Freiheit, die in jeder Kollision steckt sich zu gigantischem Ausmaß verstärkte, dank der Speicherung und der sehr großen Ver- vielfachung die ihr die DNA erlaubte⁹.

⁹ Eine sehr schöne Beschreibung dieses Vorgangs wird in dem Buch von **Jacques Monod: *Le hasard et la nécessité***, Paris, 1970. gegeben.

Freie Änderungen kommen "auskristallisiert" als Mutationen im genetischen Kode, und nachher vervielfältigen sie sich so viele Male, wie sich die DNA im Organismus selbst und in seinen Abkömmlingen unterteilt.

Das heißt mehrere Zehnerpotenzen.

Eine zweite Ebene der Verstärkung haben wir in der Entstehung des Systems "Maler" selbst.

Dort wurde, nach der Anleitung eines einzigen DNA-Moleküls, eine um viele Zehnerpotenzen größere Materien Menge zusammengefügt, organisiert.

Eine freie Entscheidung auf der Ebene einer einzelnen Zelle, ob zum Beispiel das Ei von dem oder jenem Spermatozoon befruchtet werden sollte, entschied über die Zukunft des Malers.

Eine dritte Ebene der Verstärkung
haben wir schließlich noch im
Zentralnervensystem unseres Malers.

Wir wissen noch nicht, wie es funktioniert, es ist aber sehr wahrscheinlich, dass, wenn wir es erfahren, Mechanismen mit sehr großer Verstärkung entdecken werden.

Wir wissen schon, dass für die Übertragung einer Nachricht von einer Neurozelle zu der anderen nur wenige Moleküle eines Neurotransmitters in der Synapse¹⁰, den engen Raum zwischen den Neuronen, sich zu ergießen brauchen.

Im Fall des Nervensystems eines Insektes hat sich gezeigt, dass nur ein einziges Molekül des richtigen Pheromons an seine Antenne zu gelangen braucht, um das ganze Insekt in "Alarm" zu versetzen.

Massenverhältnis zwischen Molekül und Insekt:

etwa so wie zwischen einem Menschen und der ganzen Erde.

Diese große Verstärkung gibt uns
möglicherweise die Erklärung,
wieso plötzlich dies erscheinen kann,
was wir als Einfall bezeichnen.

Es könnte so sein, dass unaufhörlich freie Molekularwirkungen verstärkt in den kritischen Bereich unseres Hirns ankommen.

Da werden sie filtriert, die meisten werden, ohne dass wir es überhaupt wahrnehmen, verworfen, manche aber werden ausgesucht,

¹⁰ Wir haben etwa 10^{14} oder 10^{15} Synapsen, die unsere 10^{12} oder 10^{13} Nervenzellen miteinander verbinden.

überarbeitet und können als *Arbeitshypothese* für die Lösung eines Problems, das uns beschäftigt, verwendet werden.

Im Schlaf, wo die Kontrolle des kritischen Teils weniger streng ist, finden sie die Gelegenheit sich als Traum zu projizieren.

Diesen Zustand erniedrigter Kontrolle kann man ebenfalls durch chemischen Einfluss (z.B. Alkohol) herbeiführen.

Dann kommen Gedanken und Verhaltensweisen auf, die einen höheren Grad der Spontaneität und der "Freiheit" zeigen.

Dieser Vorgang der kritischen Kontrolle ist vielleicht unterschiedlich streng von Person zu Person.

Wir könnten annehmen, dass für die Künstler zum Beispiel die Kontrolle lockerer ausfällt.

Dieser Prozess der rationalen Filterung muss ein wichtiges Teil der ganzen Funktion unseres Gehirns ausmachen.

Es könnte auch nicht anders sein.

Könntet ihr euch vorstellen, was für ein Chaos im Gehirn herrschen würde, wenn unsere 10^{12} Neuronen beginnen würden, ihre Signale unkontrolliert rechts und links zu schicken?

Es wäre jedoch nicht richtig diese Gedanken in diesem Punkt durch Hypothesen weiter zu führen, da wir in diesem Gebiet noch über keine gesicherten wissenschaftlichen Kenntnissen verfügen.

Das brauchen wir übrigens auch nicht, denn wir sind ja schon an unserem Ziel angelangt.

28. Schlussfolgerung

Die Antwort auf die prinzipielle Frage, die uns beschäftigte, ist schon gegeben.

- In der Natur gibt es neben der strengen Gesetzmäßigkeit auch die Freiheit, die vom Wesen der materiellen Körper herrührt.
- Die Unschärfe, die es auf atomarer Ebene wegen der Wellennatur der Materie gibt, kommt über die Kollisionen, die nie absolut vorbestimmt sein können, als Freiheit in allen Phänomenen.
- Im Kosmos herrscht ohne jegliche Beschränkung das Naturgesetz. Seine Gültigkeit ist unangefochten, bloß das es nachgiebig ist. Es bestimmt mit endlicher Genauigkeit was geschehen wird.

- In unser Streben die Zukunft vorherzusehen, türmen sich zwei Hindernisse auf.
- Das Erste, das näher liegende, ist das Resultat unserer Unwissenheit. Dies wird ständig weiter geschoben, indem sich unsere Kenntnis weiter entwickelt.
- Das Zweite, das ferner liegende, liegt im Wesen des Kosmos. Es hat nichts mit unseren Unzulänglichkeiten zu tun. Das steht unbeweglich für immer da und bildet die absolute Grenze für unsere Kenntnis.
- Das Naturgesetz beinhaltet als Basisbestandteil des Kosmos, neben der Notwendigkeit des Gehorsams, gleichberechtigt auch die Freiheit.
- Die Freiheit ist kein Hirngespinnst und keine Selbsttäuschung, sie ist ein Bestandteil des Kosmos.
- Das Leben selbst ist ein Produkt dieser Freiheit.
- In Fällen großer Verstärkung, zum Beispiel im Phänomen des Lebens oder in der Funktion des Zentralnervensystems, erscheint die Freiheit so auffallend, dass sie offensichtlich wird.
- Eine Spezies kann sich entwickeln, ein Individuum kann Entscheidungen treffen, die den Gang der Welt (ob im Kleinen oder im Großen) ändern können. Dies wird vom Naturgesetz selbst garantiert.
- Dass eine Spezies oder ein Individuum immer guten Gebrauch der Freiheit (das heißt im Sinne der Erhaltung und Weiterentwicklung des Lebens auf der Erde) macht, das wird von niemandem garantiert.

Mit besten Dank für die Korrektur
des deutschen Textes an

- Friederike Kröger
- Gisella Schnöller
- Renate Muermann
- Rudi Schnellhammer

[P. Bekiaroglou](#)