

# Der Beweis der Willensfreiheit

## Abstract

1. Zunächst wird der Unterschied zwischen Wirklichkeit und Beschreibung bestimmt. Davon ausgehend kann gezeigt werden, dass die physikalische Kausalität – im Folgenden als "Kausalität von unten" bezeichnet – *unvollständig* ist.
2. Dies ist eine notwendige Bedingung für die Annahme von Kausalität in komplexeren Ebenen der Wirklichkeit, die durch nicht-physikalische Gesetze geregelt werden. Diese Art von Kausalität – im Folgenden "Kausalität von oben" genannt – wird durch ein Beispiel erläutert und dann allgemein begründet.
3. Die Begründung gilt auch für das menschliche neuronale Netz. Daraus folgt, dass die geistige Ebene die *kausale Ebene* des Netzes ist.
4. Im Unterschied zu den Gesetzen der Physik sind die Gesetze der geistigen Ebene veränderbar. Da die geistigen Prozesse ursächlich sind, müssen auch diese Veränderungen der geistigen Tätigkeit zugeschrieben werden.
5. Für eine Willensentscheidung gilt daher Folgendes:
  - a) Sie ist kein physikalischer, sondern ein geistiger Prozess.
  - b) Der Entscheidungsprozess kann die Gesetze ändern, die vor seinem Beginn galten. Wenn aber erst durch diesen Prozess selbst bestimmt wird, was geschehen wird, kann die Entscheidung vorher nicht festgelegt sein.Sie ist also frei.

## 1. Der Unterschied zwischen Wirklichkeit und Beschreibung

In unserem Universum scheint ganz allgemein Folgendes zu gelten:

***Alles, was existiert, besteht aus elementaren Objekten, die miteinander wechselwirken. Wie sich diese Objekte verhalten, wird vollständig durch physikalische Gesetze geregelt. Somit folgt die gesamte zukünftige Entwicklung aus sogenannten "Anfangsbedingungen" – der Gesamtheit der Attribute aller Objekte zu irgendeinem Zeitpunkt – und physikalischen Gesetzen.***

In diesem Bild, das von der Naturwissenschaft so überzeugend präsentiert wird, ist anscheinend für nichts anderes Platz als für Physik. Gleichgültig, wie komplex die Aggregate auch sein mögen, zu denen sich die elementaren physikalischen Objekte zusammenfügen, gleichgültig, welche phantastischen Kreationen die Evolution auch hervorbringt – *letztlich* bleibt alles Physik. Es ist einfach kein Platz für irgendetwas Anderes.

Dieser Sachverhalt lässt sich so konkretisieren:

In der soeben vorgestellten, *reduktionistisch* genannten Sichtweise der Wirklichkeit bleibt die Kausalität immer "unten", d.h. in der elementaren Schicht der Wirklichkeit. Alle anderen, komplexeren Schichten haben ihre Selbständigkeit verloren. Beschreibungen, die sich auf diese Schichten beziehen – etwa neuronale oder psychologische Beschreibungen menschlicher Handlungen, sind bloß vereinfachte, näherungsweise gültige Zusammenfassungen von Prozessen, die *eigentlich* physikalischer Natur sind.

Die Konsequenzen dieser Hypothesen sind ziemlich seltsam, um nicht zu sagen bizarr. Wenn wir etwa annehmen, wir hätten einen Gedanken B deshalb geäußert, ***weil er aus einem anderen***

***Gedanken A folgt***, dann wäre das eine Selbsttäuschung; Es würde bedeuten, eine Kausalität auf der Ebene geistiger Prozesse zu postulieren, also eine Kausalität von "oben". Die Vorstellung, dass *das Denken selbst* zu korrekten Ergebnissen führt, setzt offensichtlich seine kausale Wirkung voraus. Wie sollte es sonst möglich sein, gedanklich einen Irrtum zu berichtigen? Falls mein Denken nicht *selbst* kausal wäre – würde sich dann etwa *die Physik* korrigieren?

Man muss sich entscheiden: die Kausalität liegt ***entweder*** im Denken ***oder*** in der Physik – beides zugleich ist nicht möglich: B wäre dann "kausal überbestimmt".

Aus reduktionistischer Sicht gäbe es nur eine einzige Möglichkeit, dass B tatsächlich der Logik entsprechen könnte: Sie bestünde darin, dass die Evolution die physikalischen Prozesse in unserem Gehirn den Erfordernissen der Wirklichkeit soweit angepasst hätte, dass wir uns in einem für unser Überleben ausreichenden Maß logisch verhalten und denken. Aber ich wiederhole: die Überzeugung, dass wir uns *deshalb* so verhalten oder denken, *weil* es logisch ist, wäre eine Täuschung, eine List der Evolution, unser angepasstes Verhalten durch ein angenehmes Gefühl zu verstärken. Und, nebenbei gesagt, wir würden auch niemals feststellen können, ob so etwas wie "Logik" überhaupt existiert, da ja etwas *einzusehen* ebenfalls ein geistiger Prozess wäre, den es *als solchen* gar nicht gibt. Einsichten wären keine Einsichten, Gedanken keine Gedanken, der Geist wäre verschwunden, *wir selbst* hätten uns im Nebel der Selbsttäuschungen verflüchtigt...

Es ist also ein völlig absurdes Bild, das der Reduktionismus entwirft, und ich glaube, dass er nur deshalb so verbreitet ist, weil kein Reduktionist je die Konsequenzen seines Standpunkts vollständig berücksichtigt hat. (Wenn es doch einen gäbe, wäre er allerdings längst verstummt und daher unauffindbar.)

Ich will noch kurz auf die beiden populärsten Versuche eingehen, das Problem zu "entschärfen".

Der erste Einwand ist, dass wegen der quantenmechanischen Unschärfe eine "objektive Unbestimmtheit" in der Natur selbst existiert, sodass nicht behauptet werden kann, dass "die Zukunft aus Anfangsbedingungen und Gesetzen folgt". Es lässt sich aber behaupten, dass "die Zukunft ausschließlich von Anfangsbedingungen und Gesetzen abhängt" – nur dass diese Gesetze eben nicht mehr deterministisch sind. Die nachstehenden Schlussfolgerungen bleiben dann gültig.

Am häufigsten wird gegen den Reduktionismus eingewendet, dass eine vollständige Reduktion in den meisten Fällen nicht gelungen ist und wohl auch niemals gelingen wird. Ich halte diesen Einwand für unzureichend: Ob es eine Reduktion *gibt*, kann nicht dadurch entschieden werden, ob *wir* dazu imstande sind, sie durchzuführen – das oben skizzierte Bild der Wirklichkeit, das die Grundlage des unglaublichen Erfolgs der Naturwissenschaft ist, wird durch die Einschränkungen, denen *unsere* Mittel und Fähigkeiten unterworfen sind, nicht in Frage gestellt, und das gilt auch für die Folgerungen aus diesem Bild.

Um diesen seltsamen Folgerungen zu entgehen, ist es daher notwendig, das Bild selbst in Frage zu stellen. Also fragen wir uns: *Ist die Behauptung A wahr?*

***A: Alles, was geschieht, folgt aus physikalischen Gesetzen und Anfangsbedingungen.***

Beginnen wir mit einem Gedankenexperiment:

Wir betrachten folgendes Szenario: eine große Anzahl beliebiger materieller Objekte im leeren Raum, die sich relativ zueinander auf zufällige Weise bewegen, aber so, dass sie gravitativ aneinander gebunden bleiben.

Nehmen wir an, wir wären imstande, die Anfangsbedingungen – also die Gesamtheit der Attribute aller Objekte des Systems – *vollständig genau* zu erfassen und auf eine Beschreibung zu übertragen. Wir kümmern uns also nicht darum, dass wir nicht unendlich genau messen können oder dass wir nicht einmal dazu imstande sind, auch nur den Wert eines einzigen Attributs unendlich genau aufzuschreiben bzw. zu speichern. Außerdem nehmen wir an, dass das Gravitationsgesetz, das wir

anwenden, *richtig* ist und dass wir alle erforderlichen Berechnungen mit unendlicher Genauigkeit durchführen können.

Jetzt vergleichen wir die Lage im *wirklich existierenden System* mit der Lage im *Beschreibungssystem*.

Unter den oben genannten Voraussetzungen wird sich im *existierenden System* ohne Zweifel genau das ereignen, was wir erwarten: jeder Körper wird sich exakt *so* verhalten, wie die Gravitation es ihm vorschreibt. Die Behauptung A scheint sich hier also zu bestätigen.

Und im *Beschreibungssystem*? Nun, hier ereignet sich zunächst *überhaupt nichts*. Obwohl wir in unsere korrekten Gleichungen die unendlich genauen Werte aller Attribute eingesetzt haben, so dass sie die Objekte und ihre zeitliche Entwicklung eigentlich perfekt repräsentieren, verhalten sich die Gleichungen doch nicht so wie die Objekte selbst: Während sich die *wirklich existierenden Objekte* von dem Zeitpunkt an, den wir zur Messung ihrer Attribute gewählt haben, *von selbst* weiter bewegen und auf diese Weise die gravitativ determinierte Dynamik des Systems vollziehen, tun das die Gleichungen offensichtlich nicht – sie bleiben einfach unverändert so stehen, wie wir sie notiert haben.

Das ist eigentlich vollkommen selbstverständlich. Ich war trotzdem ein wenig ausführlicher als nötig, weil wir damit auf einen außerordentlich wichtigen Sachverhalt gestoßen sind, der aber – vermutlich gerade *wegen* seiner trivial erscheinenden Selbstverständlichkeit – sowohl der philosophischen Reflexion wie auch der wissenschaftlichen Forschung bisher nahezu vollständig entgangen ist. Er lautet:

### **Satz:**

**Zwischen einem wirklich existierenden System und seiner Repräsentation besteht ein fundamentaler Unterschied: Das wirklich existierende System ist aktiv, die Repräsentation hingegen ist nicht aktiv.**

Kehren wir zu unserem Gedankenexperiment zurück. Wir haben festgestellt: Im *existierenden System* wird sich jeder Körper exakt *so* verhalten, wie die Gravitation es ihm vorschreibt. Wird dadurch tatsächlich die Behauptung A bestätigt?

Die Antwort ist: *Nein, das wird sie nicht!* Wir haben ja dem wirklich existierenden System etwas hinzugefügt, was in A nicht enthalten ist: *Aktivität*.

Dass die Wirklichkeit *aktiv* ist, bedeutet, dass sich an jedem Punkt zu jeder Zeit genau das vollzieht, was zu geschehen hat. Es bedeutet, dass die Wirklichkeit nichts *berechnen* muss, dass sie kein Gesetz und keinen Algorithmus benötigt, weil sie einfach alle Einzelfälle gleichzeitig abarbeitet.

Offenbar ist aber *Aktivität* genau dasjenige, was nicht von der Wirklichkeit auf die Repräsentation übertragen werden kann. Es lässt sich zwar behaupten, dass die *Art der Aktivität* des Systems, ihre spezifische Struktur, in unseren Gleichungen des Gravitationsfeldes enthalten sein muss, aber die *Aktivität selbst* fehlt.

Halten wir fest: Aufgrund ihrer *Aktivität* schreitet die Wirklichkeit *von selbst* von der Gegenwart in die Zukunft voran. Das Beschreibungssystem weigert sich aber, uns diesen Gefallen zu erweisen. Um Information über die Zukunft des Systems zu erlangen, benötigen wir daher in der Beschreibung ein *mathematisches Verfahren*, das die fehlende Aktivität *ersetzt*.

Haben wir ein solches Verfahren? Zunächst ist klar, dass sich für eine "große Anzahl" von Körpern, die sich zufällig bewegen, unsere Gleichungen nicht lösen lassen. Tatsächlich haben wir nur eine einzige Möglichkeit, etwas über die weitere Entwicklung des Systems zu erfahren: Da wir das Gravitationsfeld kennen, können wir für jeden Körper berechnen, wohin er sich nach einem bestimmten Zeitintervall  $\Delta t$  in *diesem Feld* bewegt haben würde – und hier ist der Konjunktiv erforderlich, weil er sich selbstverständlich *nicht* in *diesem* Feld bewegt: es bewegt sich ja nicht nur

der eben betrachtete Körper, sondern auch alle anderen, und das bedeutet, dass auch das Feld sich permanent verändert. Um aber überhaupt irgendetwas berechnen zu können, müssen wir für kleine Zeitintervalle das Feld als *statisch* annehmen. Wir führen dann dieselbe Art der Berechnung für alle Körper durch. Anschließend machen wir dasselbe für das nächste Zeitintervall  $\Delta t$  usw.

Entscheidend ist, dass wir von Anfang an auf *Näherungen* angewiesen sind, und dass wir außerdem nicht wissen, in welchem Maß unsere Berechnungen von der Wirklichkeit abweichen. Spätestens nach dem nächsten Verzweigungspunkt – das ist ein Punkt in der Entwicklung eines Systems, an dem ein beliebig kleiner Unterschied in den Ausgangsbedingungen zu vollkommen unterschiedlichen Systemzuständen führen kann – wird unsere Voraussage zur reinen Glückssache.

Damit haben wir gezeigt, dass die Behauptung A falsch ist. Da es kein Verfahren gibt, mit dem man von der Gegenwart in die Zukunft gelangt, kann sie nicht aufrechterhalten werden.

### **Satz:**

**Es gibt Systeme, deren künftige Entwicklung nicht aus physikalischen Gesetzen und Anfangsbedingungen folgt.**

Aber wird uns nicht *durch die Wirklichkeit selbst* andauernd vor Augen geführt, dass die Zukunft aus der Gegenwart folgt? Keineswegs. Was wir sehen, ist einfach nur, dass die Zukunft *auf die Gegenwart* folgt. Es ist bloß dieses suggestive, von der Physik vermittelte Bild der Wirklichkeit, das uns glauben lässt, alles "folgt aus" Anfangsbedingungen und Gesetzen. Der Ausdruck "folgt aus" ist jedoch eine logische Verknüpfung, die sich nur auf eine Beschreibung beziehen kann. Sie auf die Wirklichkeit anzuwenden bedeutet, das "folgt auf", das wir beobachten, durch das "folgt aus" zu ersetzen, das wir postulieren; diesen Ersetzungsakt müssen wir aber begründen, und damit sehen wir uns gezwungen, nun unser "folgt aus" durch eine Reihe logischer Schritte zu ersetzen. Somit landen wir zwangsläufig wieder bei einem mathematischen Verfahren, und zuletzt wieder bei der Tatsache, dass kein solches Verfahren existiert – selbst dann nicht, wenn wir uns vorstellen, wir wären von allen Beschränkungen des Messens und Rechnens befreit.

Die Zukunft folgt also nicht immer aus der Gegenwart. Was ergibt sich daraus?

Die wichtigste Folge ist, dass dadurch ein *logischer Freiraum* entstanden ist: Wenn Anfangsbedingungen und physikalische Gesetze hinreichen würden, um daraus die Zukunft abzuleiten, dann wäre in der Menge der Bedingungen für die Ableitung der Zukunft kein Platz mehr; Da sie aber *nicht* hinreichen, ist in dieser Menge nun Raum für weitere Bedingungen.

### **Satz:**

**Die Kausalität von unten ist unvollständig. Es ist Raum für Kausalität von oben.**

## **2. Nicht-physikalische Kausalität**

Unser nächster Schritt wird sein, zu klären, um welche "weiteren Bedingungen" es sich handeln könnte, von denen die künftige Entwicklung von Systemen abhängt – zusätzlich zu Anfangsbedingungen und physikalischen Gesetzen. Sind es andere Arten von Daten? Oder andere Arten von Gesetzen? Um das zu ermitteln wechseln wir den Schauplatz.

Wir betrachten ein einfaches Gefäß aus Glas. Wenn wir es anschlagen, wird es in Schwingung versetzt und erzeugt einen Ton. Wovon hängt dieser Ton ab? Was bestimmt seine Höhe und seinen Charakter? Die Antwort ist: *Die Form des Gefäßes*. Aus ihr ergibt sich ein mathematisches Gesetz, das uns die Voraussage des Schwingungsmusters des Glases ermöglicht. Hier müssen wir also weder auf die physikalischen Objekte – die Glasmoleküle – noch auf die physikalische Wechselwirkung – den Elektromagnetismus – eingehen, um den Ton vorauszusagen. Die einzige physikalische Information, die benötigt wird, ist die Geschwindigkeit der Schallausbreitung im Glas.

Das Gesetz, das uns nun die Voraussage der Zukunft des Systems erlaubt, ist somit *kein physikalisches Gesetz*. Es gehört zu einer anderen Art von Gesetzen, die ich **Gesetze der Form** oder **Strukturgesetze** nennen werde.

Vergleichen wir unsere beiden Szenarien, das der gravitierenden Körper und das des schwingenden Gefäßes:

Im Gravitationsszenario sind die Anfangsbedingungen als **lokale Parameter** gegeben, als Attribute der einzelnen Körper. Ihre Werte werden in das **physikalische Gesetz** – das Gravitationsgesetz – eingesetzt. Obwohl alles, was sich ereignet, vollständig diesem Gesetz entspricht, ist es dennoch unmöglich, die weitere Entwicklung vorauszusagen. Die Zukunft des Systems **folgt nicht** aus seiner Gegenwart.

Im Glasszenario sind es nicht die Attribute der Glasmoleküle, die in das Gesetz eingehen, sondern die Abmessungen des Glases, also **globale Parameter**. Das Gesetz ist kein physikalisches Gesetz, sondern ein **Strukturgesetz**. Aus den globalen Parametern und dem Gesetz lässt sich die weitere Entwicklung ableiten. Die Zukunft des Systems **folgt** aus seiner Gegenwart.

Der Ton, den wir hören, ist weitgehend unabhängig von der Art, wie wir ihn erzeugen. Allerdings gilt das nicht für den ersten Moment: zunächst gibt es einen Einschwingvorgang, der davon abhängt, wie wir das Gefäß anschlagen. Erst danach schwingt es immer im selben Zustand. Dieser Zustand, auf den das Glas sich schließlich einstellt – das Schwingungsmuster, auf das hin es sich entwickelt und das es danach beibehält –, wird als **Attraktor** bezeichnet.

Zuvor hatten wir uns gefragt, welche Arten von Daten und Gesetzen es neben physikalischen Anfangsbedingungen und Gesetzen noch geben könnte. Das einfache Beispiel des schwingenden Gefäßes hat uns eine Antwort geliefert:

1. neue Daten in der Form *globaler Parameter*
2. neue Gesetze in der Gestalt von *Strukturgesetzen*, die auf den globalen Parametern beruhen.

Da sich mittels dieser neuen Daten und Gesetze die Zukunft des Systems voraussagen lässt, sind sie tatsächlich Elemente der "Menge der Bedingungen für die Ableitung der Zukunft", mit der wir uns oben beschäftigt haben.

Am wichtigsten für unsere Überlegungen ist aber zweifellos Folgendes:

Die lokalen Parameter – etwa die Orte und Geschwindigkeiten der Glasmoleküle – hängen zunächst davon ab, wo, womit und wie stark wir das Gefäß anschlagen. Anfangs können also große Unterschiede bestehen. Ungeachtet dieser Unterschiede strebt aber der Zustand des Gefäßes immer auf dasselbe Schwingungsmuster zu – eben den Attraktor.

*Beim Glasgefäß gibt es nur ein einziges mögliches Schwingungsmuster, das sich immer ausbildet, unabhängig davon, wie das Gefäß angeschlagen wird. Die künftigen Bewegungen der Bestandteile des Gefäßes – der Glasmoleküle – sind daher durch dieses Muster festgelegt.*

**Die Kausalität wirkt vom Ganzen auf das Einzelne, vom Gefäß auf seine Bestandteile, und nicht umgekehrt.**

### **Satz:**

**Eine Form der "Kausalität von oben" tritt dann auf, wenn in einem System *Attraktoren* existieren, d.h. Zustände, auf die hin das System sich zwingend entwickelt, falls es sich zu irgendeinem Zeitpunkt "nahe genug" am Attraktor-Zustand befindet.**

(Voraussetzung dafür, dass es sich dabei tatsächlich um "Kausalität von oben" handelt, ist allerdings, dass im betreffenden System die physikalische Kausalität – die "Kausalität von unten" – *unvollständig* ist, genauso, wie wir das im Gravitationsszenario nachgewiesen haben. Da das

Glasgefäß aber nur zur Demonstration dienen sollte, worum es geht, brauchen wir uns nicht darum zu kümmern, ob diese Bedingung hier erfüllt ist.)

Damit haben wir nun alle notwendigen Vorbereitungen getroffen, um unser letztes und entscheidendes Szenario in den Blick zu nehmen:

### 3. Das menschliche neuronale Netz

Gegenstand unserer Untersuchung ist die folgende Frage:

***Welcher Art von Kausalität gehorcht das neuronale Netz?***

Im Netz finden wir drei Ebenen ansteigender Komplexität vor:

1. die physikalische Ebene
2. die neuronale Ebene
3. die geistige Ebene

Bezogen auf diese Einteilung lautet unsere Frage also:

***Von welcher Art von Prozessen hängt es ab, was im Netz geschieht? Von physikalischen, von neuronalen oder von geistigen Prozessen? Welche Ebene ist die kausale Ebene? – oder, anders gefragt: Welche Ebene ist dominant?***

Zunächst zur *physikalischen Ebene*. Nehmen wir an, wir hätten vollständiges Wissen über die Werte der Attribute aller physikalischen Objekte des Netzes und könnten somit das Gleichungssystem aufstellen, das den Zustand des Netzes und seine weitere Entwicklung repräsentiert. (Natürlich ist diese Vorstellung völlig absurd, aber in der Form eines Gedankenexperiments ist sie zulässig – *im Prinzip* muss dieses Gleichungssystem ja existieren.)

Jetzt sind wir aber wieder mit dem Problem konfrontiert, das schon beim Gravitationsszenario die Berechnung der Entwicklung des Systems verhindert hat: Eine ungeheure Zahl von Prozessen läuft zeitgleich ab, und jeder von ihnen ist mit etlichen anderen direkt vernetzt. Um aber irgendeinen Prozess berechnen zu können, müssen wir zumindest für ein kleines Zeitintervall annehmen, dass seine unmittelbare Umgebung konstant ist – wir müssen ihn also kurzfristig isolieren. Dann können wir für alle anderen Prozesse dasselbe durchführen, und danach wiederholen wir die ganze Prozedur für das nächste Zeitintervall usw.

Wir sind also, wie beim Gravitationsszenario, auf Näherungen angewiesen, die schon nach kurzer Zeit erheblich von der Wirklichkeit abweichen können. Es ist nicht möglich, die Entwicklung des Netzes vorauszusagen. Die Behauptung "Was im Netz geschieht, folgt aus Anfangsbedingungen und physikalischen Gesetzen" ist falsch.

Und auch hier gilt wieder: Die Wirklichkeit tut, wozu wir nicht in der Lage sind: aufgrund ihrer *Aktivität* arbeitet sie zeitgleich die ungeheure Zahl von Prozessen ab, sodass wir den Eindruck gewinnen, alles "folge aus" Anfangsbedingungen und physikalischen Gesetzen.

#### **Satz:**

**Im neuronalen Netz ist die physikalische Kausalität unvollständig. Es ist Raum für Kausalität von oben.**

Betrachten wir nun die *neuronale Ebene*. Sie besteht aus vielen Milliarden Neuronen. Jedes Neuron ist mit hunderten oder sogar tausenden anderer Neuronen direkt verbunden, und über wenige

Zwischenschritte sind *alle* Neuronen aneinander gekoppelt. Die neuronale Aktivität wird durch ein Gesetz geregelt, das aus dem neuronalen Input-Output-Mechanismus folgt.<sup>1</sup>

Dieses Gesetz kann als *Wechselwirkungsgesetz der Neuronen* aufgefasst werden. (Es dient auch als Grundlage für Computersimulationen.)

Auch auf dieser Ebene erscheint es uns im ersten Moment wieder völlig selbstverständlich, dass aus den Anfangsbedingungen der Neuronen und ihrem Wechselwirkungsgesetz folgt, was sich im Netz ereignen wird. Und abermals müssen wir erkennen, dass wir wieder derselben Täuschung erlegen sind, indem wir Wirklichkeit und Beschreibung nicht voneinander unterschieden oder miteinander verwechselt haben:

Da ja das neuronale Wechselwirkungsgesetz eine Zusammenfassung physikalischer Sachverhalte ist, bleibt auch das Argument gültig, mit dem wir gerade eben die Behauptung widerlegt haben, dass alles aus Anfangsbedingungen und physikalischen Gesetzen folgt. Für die neuronale Ebene gilt somit: Der hohe Vernetzungsgrad der Neuronen – die permanente Rückkopplung, die sich daraus ergibt – schließt die Existenz eines mathematischen Verfahrens zur Berechnung der weiteren Entwicklung aus.

**Satz:**

**Auch die Beschreibung durch neuronale Anfangsbedingungen und das neuronale Wechselwirkungsgesetz lässt Raum für Kausalität von oben.**

Damit kommen wir zuletzt zur komplexesten Ebene, der *Ebene des Geistes*. Wir gehen von folgenden Annahmen aus:

1. Jede Art geistiger Aktivität (Gedanken, Assoziationsketten, Bilderfolgen etc.) ist eine Abfolge neuronaler Aktivierungsmuster.
2. Abfolgen neuronaler Aktivierungsmuster können Repräsentationen von Sachverhalten sein.<sup>2</sup>

Betrachten wir die neuronalen Muster. Wie werden sie zu Repräsentationen?

Stellen wir uns ein neuronales Netz vor, in dem es noch keine Repräsentationen gibt. Ein erstmals wahrgenommenes Objekt wird in diesem Netz – ausgehend von der primären Sehrinde – ein bestimmtes Muster verursachen. Die neuronalen Verbindungen, die dabei aktiv sind, werden durch ebendiese Aktivität verstärkt. Dasselbe ist bei jeder Wiederholung der Fall. Auf diese Weise entsteht allmählich eine stabile Verbindung zwischen dem Objekt und einem spezifischen Muster (bzw. einem Ensemble spezifischer Muster).

Außerdem gilt Folgendes: Zwar werden die neuronalen Muster zunächst durch äußere Reize verursacht, aber nach einer hinreichenden Anzahl von Wiederholungen werden sie vom neuronalen Netz auch unabhängig von diesen Reizen hergestellt. Das bedeutet:

**Neuronale Muster, die mit Objekten auf die eben beschriebene Weise in Verbindung stehen, sind Attraktoren des Netzes.** (Siehe dazu auch die [Bemerkung](#) am Schluss dieser Arbeit.)

Zuvor haben wir festgestellt:

---

1 Mit der Bezeichnung "Input-Output-Mechanismus" ist Folgendes gemeint: Die Dendriten jedes Neurons werden über Synapsen durch andere Neuronen stimuliert oder inhibiert. Die auf diese Weise verursachte elektrische Erregung wird zum Zellkörper weitergeleitet und dort aufsummiert. Wenn eine bestimmte Grenze überschritten ist, wird sie an das Axon abgegeben und auf dessen Verzweigungen verteilt, sodass sie schließlich über synaptische Verbindungen weitere Neuronen beeinflusst.

2 "Sachverhalt" muss hier im weitest-möglichen Sinn aufgefasst werden.

***Unter der Voraussetzung, dass die Kausalität von unten unvollständig ist, folgt aus der Existenz von Attraktoren, dass das betreffende System, falls es im Attraktor-Zustand selbst oder diesem Zustand "nahe genug" ist,<sup>3</sup> durch Kausalität von oben bestimmt wird.***

Allerdings besteht gemäß unserer ersten Voraussetzung ein geistiger Prozess nicht nur aus neuronalen Mustern, sondern auch aus den Übergängen zwischen diesen Mustern. Für die Übergänge gilt aber dasselbe wie für die Muster selbst: Zunächst werden sie durch die Abfolge bestimmt, in der die verursachenden Objekte erscheinen. Wenn sich diese Reihenfolge wiederholt, dann wird die entsprechende neuronale Aktivität verstärkt, und das hat zur Folge, dass die Muster auch dann, wenn sie vom Netz selbst erzeugt werden, abermals in derselben Reihenfolge auftreten. Ebenso werden auch die räumlichen Beziehungen der Objekte auf die Muster übertragen.

Das bedeutet: In den Prozessen, die vom Netz selbst erzeugt werden, treten die neuronalen Muster, die mit Objekten fest verbunden sind, in denselben räumlichen und zeitlichen Zusammenhängen auf wie die Objekte selbst. *Somit können die Muster als Repräsentationen der Objekte aufgefasst werden, und die Prozesse als Repräsentationen der Sachverhalte, in denen die Objekte auftreten.*

In menschlichen neuronalen Netzen sind es also nicht die physikalischen oder neuronalen Bedingungen und Gesetze, durch die festgelegt wird, was im Netz geschieht, sondern es ist *die Struktur des Netzes* – die Tatsache, welche Attraktoren es darin gibt und wie ihre Abfolge geregelt ist –, von der die im Netz ablaufenden Prozesse abhängen.

***Die Kausalität wirkt also vom Ganzen auf das Einzelne, vom Netz auf seine Bestandteile, und nicht umgekehrt.***

Damit haben wir unser erstes Ziel erreicht:

#### **Satz:**

**Das neuronale Netz wird durch Kausalität von oben geregelt. Die geistige Ebene ist die dominante Ebene. In ihr liegen die Ursachen für die im Netz ablaufenden Prozesse.**

Unsere bisherigen Äußerungen waren also tatsächlich Schlussfolgerungen und nicht bloß physikalische Prozesse! Oder – um an die bei der Kritik des Reduktionismus verwendeten Formulierungen anzuschließen: Einsichten sind Einsichten, Gedanken sind Gedanken, der Geist ist in seine Rechte gesetzt, *wir selbst* sind wir selbst...

So weit, so gut, aber damit sind wir noch nicht dort angelangt, wo wir eigentlich hin wollen. Dass wir die Kausalität nach oben verlegt haben, bedeutet noch nicht, dass wir *frei* sind. Wir haben nur die physikalische bzw. die neuronale Kausalität durch die geistige Kausalität ersetzt. Damit haben wir erreicht, dass unser Geist nicht durch physikalische oder neuronale Gesetze beherrscht wird, sondern *durch sein eigenes Gesetz: das Strukturgesetz, dem die Abfolge der neuronalen Muster gehorcht, die etwas repräsentieren.*

Aber bleiben wir damit letztlich nicht doch im Schema von Anfangsbedingungen und Gesetzen gefangen, dem wir entrinnen wollten? Glücklicherweise ist das nicht der Fall. Um das zu zeigen, müssen wir auf den Unterschied zwischen physikalischen und geistigen Gesetzen eingehen.

## **4. Der Unterschied zwischen physikalischen und geistigen Gesetzen**

Menschliche neuronale Netze unterscheiden sich stark voneinander, und zwar auch dann, wenn noch keine Strukturierung durch äußere Reize stattgefunden hat. Daraus folgt unmittelbar, dass auch die Muster, die etwas repräsentieren, bei allen Menschen verschieden sind, selbst dann, wenn der repräsentierte Sachverhalt identisch ist.

---

<sup>3</sup> Ohne den Begriff des Phasenraumes lässt sich dieses "nahe genug" nicht wirklich definieren. Das neuronale Netz ist jedenfalls *immer* "nahe genug" an einem Attraktor-Zustand.

Die Reihenfolge der Muster wird, wie oben festgestellt, zunächst durch die Reihenfolge bestimmt, in der die Objekte bzw. Sachverhalte auftreten, die die Muster verursachen. Sobald das Netz aber dazu in der Lage ist, diese Muster selbst herzustellen, hängen die Übergangsregeln der Muster – das, was wir als *geistiges Gesetz* bezeichnet haben – in zunehmendem Maß von ihrer Verwendung in inneren Prozessen ab. Diese Abhängigkeit von äußeren und inneren Bedingungen hat zur Folge, dass sich die Übergangsregeln von Mensch zu Mensch unterscheiden.

Somit haben wir schon den ersten Unterschied bestimmt:

*Während physikalische Gesetze **allgemeingültig** sind, sind geistige Gesetze **individuell gültig** – sie gelten jeweils nur für einen einzigen Menschen.*

Verbindungen zwischen Neuronen werden verstärkt, wenn sie aktiv sind,<sup>4</sup> und abgebaut, wenn sie inaktiv sind. Das bedeutet zugleich, dass jede geistige Aktivität die Struktur des Netzes beeinflusst. Wenn aber die Struktur sich ändern kann, dann können sich offenbar auch die Regeln ändern, die die Abfolge der neuronalen Muster bestimmen.

Also ist dies der zweite Unterschied:

*Physikalische Gesetze sind **unveränderlich**, geistige Gesetze sind **veränderbar**.*

### **Satz:**

**Physikalische Gesetze sind allgemeingültig und unveränderlich. Geistige Gesetze sind individuell und veränderbar.**

## **5. Die Begründung der Freiheit**

Die offensichtlichste Folgerung der Verstärkung aktiver neuronaler Verbindungen ist allerdings, dass das, was wir *immer* denken, fühlen und tun, sich selbst verstärkt. Es ist aber im Grunde selbstverständlich, dass auch das Gegenteil eintreten kann:

Wir haben nachgewiesen, dass die Kausalität in der geistigen Ebene liegt. *Wille* und *Absicht* müssen als Elemente der geistigen Kausalität aufgefasst werden. Stellen wir uns nun konkret vor, wir stünden vor einer wichtigen Entscheidung. Wenn wir in den Entscheidungsprozess eintreten, dann werden wir anfangs durch die bis dahin gültigen Vorgaben – durch unser eigenes geistiges Gesetz – auf bestimmte, bekannte Wege geführt.

Aber wir sind jederzeit dazu imstande, diese Wege zu verlassen, indem wir z.B. einfach das Gegenteil dessen erwägen, was wir bis dahin angenommen haben, oder indem wir einen bisher noch nie erprobten Pfad einschlagen; Dazu sind wir eben deshalb imstande, weil die Ursachen für das, was im Netz geschieht – auch für die Veränderungen der Netzstruktur – in der geistigen Ebene liegen.

Mit anderen Worten:

Das Gesetz, das in unserem Netz die Abfolge der neuronalen Muster bestimmt, die etwas repräsentieren, also unser eigenes geistiges Gesetz, kann durch uns selbst verändert werden: wir selbst können durch unser Denken und Handeln die Gesetze unseres Denkens und Handelns ändern, und zwar *gezielt*.

Das bedeutet zugleich:

Obwohl geistige Prozesse eigenen Regeln unterworfen sind, ist es nicht möglich, daraus eine Willensentscheidung abzuleiten: sie kann in diesen Regeln nicht enthalten sein, weil die Regeln

---

<sup>4</sup> Diese Erkenntnis geht auf Donald Hebb zurück, der 1949 in *The Organization of Behavior* feststellte: When an axon of cell A is near enough to excite B and repeatedly or persistently takes part in firing it, some growth process or metabolic change takes place in one or both cells such that A's efficiency, as one of the cells firing B, is increased.

durch den geistigen Prozess, der der Entscheidung vorausgeht, geändert werden können. Während dieser Prozess stattfindet, können sich die Gesetze, denen er gehorcht, ändern – oder genauer: *er selbst* kann die Gesetze ändern, die vor seinem Beginn galten.

### Satz:

**Willensentscheidungen sind Ursachen von Handlungen. Da erst durch den Entscheidungsprozess selbst bestimmt wird, was geschehen wird, ist die Entscheidung vorher nicht festgelegt.**

**Sie ist also frei.**

Auf die Frage, warum eine (entscheidungsfähige) Person so und nicht anders gehandelt hat, ist demnach nur eine einzige Antwort zulässig:

*Weil sie es so wollte.*

### Bemerkung:

Das heißt selbstverständlich nicht, dass Willensentscheidungen nicht hinsichtlich ihrer neuronalen, chemischen, physikalischen, genetischen, sozialen, psychologischen usw. Ursachen analysiert werden können. Es bedeutet aber, dass diese Analysen unvollständig bleiben und niemals zu einem sicheren Ergebnis führen, weil geistige Phänomene nicht auf andere Schichten der Wirklichkeit reduziert werden können. Der Wille bleibt die letzte Instanz.

### **Postskriptum**

Bei der Durchsicht des Textes schien es mir, als wäre ich meinem Ziel, das Thema so kurz und einfach wie möglich darzustellen, ein wenig zu radikal gefolgt. Deshalb will ich abschließend versuchen, die wichtigsten Punkte meiner Argumentation nochmals zu erläutern:

Nehmen wir an, wir hätten ein System zu beschreiben, das aus einer großen Zahl physikalischer Prozesse besteht, die miteinander verkoppelt sind. Die Gleichungen der Prozesse sind also ebenfalls miteinander vernetzt. Für eine exakte Beschreibung benötigen wir dann *in jedem Augenblick* die Werte aller Parameter aller Prozesse, um sie in die Gleichungen der jeweils anderen Prozesse einzusetzen – mit anderen Worten: es ist (außer in sehr einfachen Fällen) unmöglich, *mit physikalischen Mitteln* über das System, das aus allen diesen Prozessen besteht, genaue Voraussagen zu machen, und zwar aus *prinzipiellen* Gründen, und nicht nur wegen der Einschränkungen des Messens und Rechnens.

Und damit wären wir am Ende unserer Möglichkeiten angelangt – *es sei denn*, die betrachteten Prozesse könnten als Elemente einer "Struktur höherer Ordnung" aufgefasst werden, in der weitere Gesetze gelten. Diese "Gesetze höherer Ordnung" sind dann aber *keine physikalischen Gesetze* mehr, und damit haben wir den Bereich der Physik verlassen.

Falls diese neuen Gesetze eine Voraussage über die Entwicklung des Gesamtsystems ermöglichen, dann gilt somit Folgendes:

1. Die Entwicklung des Gesamtsystems **folgt nicht aus physikalischen Gesetzen.**
2. Die Entwicklung des Gesamtsystems **folgt aus Gesetzen höherer Ordnung.**

Natürlich geschieht auch weiterhin alles *in Übereinstimmung* mit den physikalischen Gesetzen – aber diese Gesetze vollziehen sich nun innerhalb einer *übergeordneten Struktur*. (Wie beim schwingenden [Glasgefäß](#).) Die Kausalität ist also nicht mehr *unten* – im elementaren, physikalischen Bereich: sie ist *nach oben* gewandert, in einen Bereich höherer Ordnung, in dem *neue, nicht-physikalische Gesetzmäßigkeiten* gelten.

Genau diese Verhältnisse finden wir im neuronalen Netz vor, und zwar mehrfach:

In einem Neuron laufen zahlreiche physikalische Prozesse zeitgleich ab. Die physikalische Betrachtungsweise ermöglicht uns zwar ein Verständnis dessen, was im Neuron vor sich geht, aber die Verkopplung der Prozesse verhindert eine exakte Berechnung der weiteren Entwicklung. Diese Prozesse sind jedoch durch die *Form und Struktur des Neurons* in ein System höherer Ordnung eingebettet, sodass sie einem "Strukturgesetz" gehorchen, das wir zuvor "neuronales Input-Output-Gesetz" genannt haben.

Nun gilt aber wiederum, dass uns auch *dieses* Gesetz keine genaue Voraussage über die künftige Entwicklung von vielen aneinander gekoppelten Neuronen ermöglicht. Die Neuronen sind jedoch selbst wiederum Elemente eines Systems höherer Ordnung – eben des neuronalen Netzes mit seinen aufgeprägten Mustern (Attraktoren).

Damit sind also auch die Neuronen einem neuen Gesetz unterworfen: einem Strukturgesetz abermals höherer Ordnung: dem Gesetz der Abfolge neuronaler Muster, und das heißt: **dem Gesetz des Geistes**. Somit ist der Geist die *kausale* Ebene. Er bestimmt die im Netz ablaufenden Prozesse – auch diejenigen, die dieses Gesetz selbst verändern.

Zuletzt nochmals der Hinweis auf den Unterschied zwischen *Beschreibung* und *Wirklichkeit*:

Um in der **Beschreibung** eines Systems von der Gegenwart in die Zukunft zu gelangen, benötigen wir irgendwelche Verfahren. Das können mathematische Verfahren sein, Algorithmen oder Gleichungen, aber auch Methoden, Sachverhalte so zusammenzufassen, dass sich daraus Schlüsse ziehen lassen. In manchen Fällen gelingt uns das so gut, dass wir behaupten können, B *folgt* aus A.

In der **Wirklichkeit** ist das alles nicht notwendig. Wenn an jedem Ort zu jeder Zeit geschieht, was zu geschehen hat, dann entsteht die Zukunft *von selbst*, dann entwickeln sich alle komplexen Objekte und Strukturen samt ihren Gesetzmäßigkeiten *von selbst*.

Aber daraus, dass in der Wirklichkeit der Vollzug elementarer Prozesse für die Entstehung der Zukunft hinreicht, kann nicht geschlossen werden, dass die Zukunft aus elementaren Prozessen **folgt**, denn das würde voraussetzen, das, was in der Wirklichkeit **von selbst** geschieht, in eine **Reihe logischer Schritte** zu übersetzen, und das ist unmöglich.

#### Bemerkung:

In dieser Begründung der Willensfreiheit ist es *nicht* notwendig, dass im Weltgeschehen eine "Verzweigung" existiert. Der entscheidende Punkt ist hier, dass die Zukunft nicht in der Gegenwart enthalten ist – dass sie also nicht aus der Gegenwart *folgt*, sondern bloß aus ihr *entsteht*, und dass die Gründe für das, was sich dann tatsächlich ereignen wird, geistiger Art sind.

#### Bemerkung:

Um Objekte zu erkennen, müssen künstliche neuronale Netze an großen Datensätzen trainiert werden. In zahlreichen Wiederholungen werden die Verbindungsstärken ihrer Neurone so lange variiert, bis eine hinreichend hohe Erkennungsrate erreicht ist.

Wir sind dagegen von folgender Hypothese ausgegangen: Ein wahrgenommenes Objekt, das ein neuronales Aktivierungsmuster verursacht, wird *durch dieses Muster selbst* repräsentiert. Hier wird die Beziehung zwischen Objekt und Repräsentation also nicht erst durch Variation der Verbindungsstärken der Neurone hergestellt, sondern sie besteht von Anfang an und wird nur durch *Verstärkung* der aktiven Verbindungen stabilisiert und präzisiert, wodurch das neuronale Muster zum *Attraktor* wird.

Am deutlichsten wird diese Hypothese durch die sogenannte "Prägung" bestätigt. (Wie z.B. bei den Graugänsen von Konrad Lorenz). Hier gibt es weder "große Datensätze" noch "zahlreiche Wiederholungen" – der Vorgang ereignet sich fast augenblicklich. Außerdem tritt danach ein *sofortiges*

*Wiedererkennen* auf, trotz der unvermeidlichen Variabilität des Sinneseindrucks, der erkannt werden soll. Durch das Attraktor-Konzept wird diese – ansonsten kaum erklärbare – Leistung zur Selbstverständlichkeit: solange der sinnliche Input im Einzugsbereich des Attraktors liegt, gilt offenbar: *Wahrnehmen* = *Wiedererkennen*, weil der neuerlich aktivierte Attraktor ja bereits das Objekt darstellt, sodass weitere Berechnungen überflüssig sind.

Zur Hypothese, dass Objekte durch Attraktoren repräsentiert werden, ist außerdem Folgendes zu ergänzen:

Das Muster, das sich als Folge eines wahrgenommenen Objekts in der primären Sehrinde ausbildet, wird nicht als Ganzes direkt ins neuronale Netz übertragen. Vielmehr wird es in etliche Komponenten zerlegt – in diesem Sinn also *parametrisiert* – die erst am Ende des Verarbeitungsprozesses zu dem neuronalen Gesamtmuster zusammengefügt werden, das wir als Attraktor auffassen.

Diese Parametrisierung ist ein wichtiger Aspekt der Attraktor-Hypothese: Der Attraktor ist durch eine Untermenge des Phasenraums definiert. Der *Attraktor-Zustand* des Systems entspricht einer Trajektorie, die diese Untermenge für eine gewisse Zeitspanne nicht verlässt. Für seine Wiederherstellung ist aber schon eine (kleine) Teilmenge der entsprechenden Parameterwerte ausreichend, die überdies nicht einmal besonders genau sein müssen. Zur Wiedererkennung genügt also ein Bruchteil des ursprünglichen, vollständigen Sinneseindrucks. Dadurch wird das Erkennen von Objekten extrem erleichtert und zugleich die Fähigkeit zur Verallgemeinerung von Objekten und Sachverhalten gesteigert.

Hier ein Beispiel, das beide Aspekte unserer Hypothese demonstriert: Wiedererkennen nach nur einer Begegnung und Fähigkeit zur Verallgemeinerung:

Wenn ein Kind zum ersten Mal das Bild einer Giraffe sieht, dann erkennt es später nicht nur die Giraffe auf diesem Bild, sondern auch alle auf anderen Bildern dargestellten Giraffen. Es ist also im Besitz des Allgemeinen, unter dem alle Exemplare subsumiert sind.

#### Bemerkung:

Zuletzt noch ein Kommentar zum Szenario der gravitierenden Körper aus dem ersten Abschnitt:

Sogar ein Laplacescher Dämon mit unendlichen Ressourcen an Raum, Zeit und Information würde an der Berechnung scheitern: Um die Zukunft des Systems *exakt* zu ermitteln, muss der Dämon die Berechnung für unendlich kleine aufeinander folgende Zeitintervalle durchführen. Falls die Intervallgrenzen genauso dicht liegen wie die *reellen* Zahlen, wird er sogar in unendlich langer Zeit nicht fertig, falls sie aber weniger dicht liegen (wie z.B. die *rationalen* Zahlen), wird es geschehen, dass ihm eine Instabilität entgeht, die *zwischen* zwei Zeitpunkten seiner Berechnungen liegt.

Tatsächlich haben wir aber auch mit dieser Argumentation noch immer nicht das ganze Ausmaß des Problems erfasst: Wir haben ja angenommen, dass wir aufgrund der vollständigen Kenntnis der Anfangsbedingungen auch das Gravitationsfeld kennen. Diese Annahme ist jedoch falsch, und zwar aus folgendem Grund:

Bezeichnen wir den Zeitpunkt, zu dem wir genaue Kenntnis der Anfangsbedingungen besitzen und an dem unsere Berechnung beginnen soll, mit  $t_0$ . Wenn wir für irgendeinen der Körper, sagen wir: den Körper A, berechnen wollen, wohin er sich im ersten Zeitintervall bewegt, dann müssen wir sämtliche Wirkungen kennen, denen A zur Zeit  $t_0$  vonseiten der anderen Körper ausgesetzt ist.

Betrachten wir z.B. den Körper B: wir kennen den Ort, an dem er sich zur Zeit  $t_0$  befindet. Die von B stammende Wirkung, der A zur Zeit  $t_0$  ausgesetzt ist, geht jedoch *nicht* von *diesem* Ort aus, sondern von einem Ort, an dem sich B *vorher* befand – und zwar genau *so lange* vorher, wie die Gravitation benötigte, um *von dort aus* den Körper A zur Zeit  $t_0$  zu erreichen. Um die Wirkung von B auf A zur Zeit  $t_0$  zu ermitteln, müssen wir daher B auf seiner Bahn *in die Vergangenheit versetzen*, und genau dasselbe gilt auch für alle anderen Körper: sie alle müssen in die Vergangenheit versetzt werden – umso weiter, je weiter sie von A entfernt sind.

Bevor wir überhaupt damit **beginnen** können, die Bahn von A zu ermitteln, müssen wir also zunächst die Bahnen aller anderen Körper bestimmen. Dafür ist es aber erforderlich, auch die Wirkung zu kennen, die A zur Zeit  $t_0$  auf die anderen Körper ausübt, und deshalb müssen wir auch A selbst auf seiner Bahn in die Vergangenheit versetzen, d.h. auf der Bahn, die uns nicht bekannt ist, weil wir sie ja soeben erst berechnen wollten!

Dasselbe gilt für *jeden* Körper: um ihn in die Vergangenheit zu versetzen, müssen wir die Bahnen *aller anderen* Körper kennen. Da uns aber *keine einzige* dieser Bahnen bekannt ist, ist es unmöglich, die genauen Positionen zu bestimmen, wo sich die Körper vorher befanden, und damit ist es auch unmöglich, die Wirkungen zu ermitteln, denen sie zum Zeitpunkt  $t_0$  ausgesetzt sind.

Mit anderen Worten: Wir – und mit "wir" meine ich uns alle **und** den Laplaceschen Dämon – sind nicht nur außerstande, eine **exakte** Berechnung der Zukunft **auszuführen**, wir sind nicht einmal in der Lage, damit auch nur **zu beginnen**.

Das Szenario ist nicht berechenbar. *Die Wirklichkeit* ist nicht berechenbar. *Wir selbst* sind nicht berechenbar.

Die formale Version unserer ontologischen Argumentation zur Willensfreiheit lautet also wie folgt:

Das Verhalten aller elementaren Objekte wird von physikalischen Gesetzen bestimmt. Versucht man aber, die Zukunft (oder, falls objektiver Zufall einbezogen werden soll: *irgendeine* Version der Zukunft) auf physikalische Weise abzuleiten, dann scheitert das an der Tatsache, dass dafür überabzählbar viele logische Operationen erforderlich wären.

In manchen Fällen kann jedoch die überabzählbare Menge logischer Operationen durch eine endliche Menge von Aussagen über eine höhere, *nicht-physikalische* Schicht der Wirklichkeit ersetzt werden. Die Fakten, auf die sich diese Aussagen beziehen, können dann als Ursachen (oder *Gründe*) für den künftigen Zustand aufgefasst werden.

Heinz Heinzmann

Wien, 2021

Mit den Argumenten, auf denen der Beweis der Willensfreiheit beruht, kann auch bewiesen werden, [warum wir Willensfreiheit und Bewusstsein haben und KI-Systeme nicht](#).

Außerdem gibt es auch eine [längere Version](#), in der die Folgen für die KI analysiert werden.