

Analogien zwischen physikalischen Gesetzen und den Prinzipien des Lebens

Roger Zurbriggen (2013-2015)

Vorwort

Ziel dieses Aufsatzes ist es, anhand einiger grundlegender physikalischer Grundgesetze, Prinzipien der Natur aufzuzeigen. Wenn man die physikalischen Formeln in eine Alltagssprache übersetzt, so ergeben sich Aussagen, die erstaunlicherweise auch ausserhalb der Physik Analogien finden lassen.

Es gibt aber drei grundsätzliche Arten wie man mit solchen Analogien zwischen Physik und Metaphysik umgehen kann.

(1) Man verweigert sich solchen Analogien mit dem Argument, dass es nicht sinnvoll wäre über etwas zu sprechen, dass sich nicht messen lässt. Dieser Art knüpft an den logischen Empirismus, der allem ausserhalb der Physik jeglichen Sinngehalt abspricht.

(2) Man gibt sich solchen Analogien zwischen Physik und Metaphysik dermassen hin, dass sie harmonisch miteinander verschmelzen. Aus der Physik ergibt sich eine Kosmologie, die in eine Spiritualität führt. Die Energie-Materie-Konzepte solcher Kosmologien führen direkt in die Nähe esoterischer Betrachtungen, wo zwischen den Begriffen von Energie und Geist nicht mehr klar unterschieden wird.

(3) Man gibt sich solchen Analogien zwischen Physik und Metaphysik hin, ohne sie miteinander harmonisch verschmelzen zu lassen. Man betrachtet sie als komplementär. Logischer Verstand und lebenspraktizierende Vernunft bleiben unvermengt nebeneinander. Ihre Analogien führen zwar in ein Staunen, aber sie sind nicht deckungsgleich und führen deswegen auch in disharmonische Spannungen, die beide Pole bestärken können, den wissenschaftlichen Verstand wie die sinnstiftende Lebenspraxis.

Der Autor betrachtet die Analogien zwischen Physik und Metaphysik nach der dritten Art.

Als Naturwissenschaftler gehe ich von den Naturbeobachtungen und daraus abgeleiteten physikalischen Naturgesetzen aus und kann die Evolutionstheorie als physikalische Kosmologie vertreten, die mir wissenschaftlich-intellektuell genügt. Gleichzeitig kann ich dieselbe Natur im Rahmen einer sinnstiftenden Anschauung vertreten, die in verantwortungsvolles Handeln führt.

Wenn man Analogien anstellt, so ist es wichtig, dass man diese nicht überstrapaziert, indem man sie zu gleich werden lässt. Eine Analogie ist vielmehr als eine Metapher zu sehen. Deswegen werde ich versuchen die Analogien irgendwo einfach stehen zu lassen ohne sie durch einen zu detaillierten Vergleich zu zerstören. Ich werde versuchen durch die Analogien einen Raum aufzutun, wo es dem Leser überlassen ist, weiter zu denken.

Bereich der Physik	Beispiel	Formel	Symbole
1) Mechanik	<i>Impuls</i>	$p = m \times v$	<i>p</i> : Impuls; <i>m</i> : Masse <i>v</i> : Geschwindigkeit
2) Hydromechanik	<i>Hydrostatische Paradoxon</i>	$p(h) = \rho \times g \times h$	<i>p(h)</i> : hydrostatische Druck; ρ : Dichte <i>g</i> : Erdbeschleunigung; <i>h</i> : Höhe
3) Optik	<i>Lichtbrechung</i>	$c = n \times c_m$	<i>c</i> : Lichtgeschwindigkeit im Vakuum <i>n</i> : Brechungsindex; <i>c_m</i> : Lichtgeschw. im Medium
4) Relativitätstheorie (spez.)	<i>Zeitdilatation</i>	$t(v) = t \times \sqrt{1 - v^2/c^2}$	<i>t(v)</i> : Zeit der bewegten Uhr; <i>v</i> : Geschwindigkeit <i>t</i> : Zeit der unbewegten Uhr; <i>c</i> : Lichtgeschwindigkeit
5) Relativitätstheorie (allg.)	<i>Raumkrümmung</i>	$l(g) = l \times (1 - G \times m/c^2 \times r)$	<i>l(g)</i> : beschleunigte Strecke; <i>l</i> : Strecke; <i>r</i> : Abstand <i>G</i> : Gravitationskonst.; <i>m</i> : Masse; <i>c</i> : Lichtgeschw.
6) Newtons Gravitationslehre	<i>Gravitationskraft</i>	$F \approx m_1 \times m_2/r^2$	<i>F</i> : Gravitationskraft; <i>m</i> : Masse <i>r</i> : Abstand
7) Elektrizitätslehre	<i>Magnetkraft</i>	$M \approx L_1 \times L_2/r^2$	<i>M</i> : Magnetkraft; <i>L</i> : Ladung <i>r</i> : Abstand
8) Wärmelehre	<i>Wärme</i>	$Q = \Delta T \times m \times k$	<i>Q</i> : Wärme; ΔT : Temperaturänderung; <i>m</i> : Masse <i>k</i> : Spez. Wärmekapazität
9) Chemie	<i>Bindungslehre</i>	$h = p \times \lambda$	<i>h</i> : Planck'sches Wirkungsquantum <i>p</i> : Impuls des Photons; λ : Wellenlänge
10) Atomlehre	<i>Kernbindungsenergie</i>	$E = \Delta m \times c^2$	<i>E</i> : Kernbindungsenergie; Δm : Massedefekt <i>c</i> : Lichtgeschwindigkeit im Vakuum
11) Elementarteilchenphysik	<i>Unschärferelation</i>	$h \approx \Delta x \times \Delta p$	<i>h</i> : Planck'sches Wirkungsquantum Δx : Ort des Teilchens; Δp : Querimpuls d. Teilchens
12) Astrophysik	<i>Kosmische Expansion</i>	$v = H \times d$	<i>v</i> : Fluchtgeschwindigkeit <i>H</i> : Hubble-Konstante; <i>d</i> : Distanz

Bereiche der Physik (Lehre der Physis)

1. Mechanik

Bewegung (Energie) von Körpern

2. Hydromechanik

Fließen (Energie) von Flüssigkeiten

3. Optik

Licht (Energie) und seine Effekte

4. Spezielle Relativitätstheorie (Zeitdilatation)

Bewegte Uhren, Massstäbe und Körper sind langsamer, kürzer und schwerer.

5. Allgemeine Relativitätstheorie (Raumkrümmung)

Beschleunigte Uhren, Massstäbe und Körper sind langsamer, kürzer und schwerer.

6. Newtons Gravitationslehre

Anziehung (Energie) zwischen Körpern

7. Elektrizität

Kräfte (Energie) zwischen geladenen Teilchen

8. Wärmelehre

Wärme (Energie) fließt zwischen Körpern unterschiedlicher Temperatur

9. Chemie

Bindungen (Energie) zwischen Atomen

10. Atomlehre

Bindungen (Energie) im Atom

11. Elementarteilchen

Bewegung (Energie) der kleinsten Teilchen (Quanten)

12. Astrophysik

Entstehung der Sterne (Sonnenenergie)

Vorbemerkung

Jedes der 12 Kapitel folgt demselben Raster: Zuerst wird eine **Bemerkung** zum entsprechenden physikalischen Gebiet gemacht, die auf eine einfache **Formel** hinweist, die dieses physikalische Thema in besonderer Weise repräsentiert. Diese Formel wird in Worten **beschrieben** und ihre **Bedeutung** wird erklärt. Zuletzt folgt die **Analogie**.

1. Mechanik

Die Mechanik ist die Lehre von der Bewegung (Energie) von Körpern. Körper haben eine Masse und Bewegung misst sich als Geschwindigkeit. Multipliziert man diese beiden Grössen, ergibt sich der Impuls. Ich wähle deswegen die physikalische Formel für den Impuls, weil sie das Prinzip der Mechanik sehr schön darstellt.

Formel: $p = m \times v$

Beschreibung: Der Impuls (p) ist gleich der Masse (m) mal die Geschwindigkeit (v).

Bedeutung: Der Schlag (Impuls) ist umso heftiger, je grösser und schneller der Hammer.

Analogie: Man kann durch zweierlei Eindruck machen, durch Mächtigkeit oder Schnelligkeit.

2. Hydromechanik

Die Hydromechanik wendet die Mechanik auf Flüssigkeiten an (die Aeromechanik tut's auf Gase).

Formel: $p(h) = \rho \times g \times h$

Beschreibung: Der hydrostatische Druck (p(h)) ist gleich der Dichte (ρ), mal die Erdanziehung (g), mal die Höhe des Flüssigkeitskörpers (h).

Bedeutung: Diese Formel beschreibt das sogenannte hydrostatische Paradoxon, weil es paradox erscheint, dass der Druck am Boden eines Gefässes unabhängig von dessen Form ist. Denn ob ich im Ozean oder im Sprungbecken tauche, ab 4 Metern tun die Ohren weh.

Analogie: Vieles im Leben ist weniger von der Ausbreitung abhängig als viel mehr von der Tiefe. Denn in manchem ist Tiefgründigkeit gefragt und keine Oberflächlichkeit.

3. Optik

Die Optik ist die Lehre vom Licht (Energie) und seinen Effekten (Lichtbrechung).

Formel: $c = n \times c_m$

Beschreibung: Die Lichtgeschwindigkeit (c) beträgt im Vakuum des Weltalls rund 300'000 km pro Sekunde. In durchsichtigen Materialien wie Glas, Wasser oder Luft ist die Lichtgeschwindigkeit (c_m) um den Faktor n kleiner. Man nennt n den Brechungsindex.

Bedeutung: Die Vakuumlichtgeschwindigkeit ist für alle Farben gleich. Ja sie gilt für alle Arten von elektromagnetischen Strahlen, seien es Mikrowellen, Wärmestrahlen, Ultraviolett- oder Röntgenstrahlen. Hingegen ist die Lichtgeschwindigkeit in Materialien für unterschiedliche Farben verschieden. Deswegen trennt sich in einem Prisma das Sonnenlicht in seine Spektralfarben, die Regenbogenfarben auf, weil die verschiedenen Spektralfarben unterschiedlich stark gebrochen werden.

Analogie: Für einen Regenbogen braucht es alle, die Schnellen und die Langsamen.

4. SRT, die Spezielle Relativitätstheorie (Zeitdilatation)

Die spezielle Relativitätstheorie sagt, dass bewegte Uhren, Massstäbe und Körper langsamer, kürzer und schwerer sind. Bewegte Uhren zeigen eine messbare Zeitdehnung, genannt Zeitdilatation.

Formel: $t(v) = t \times \sqrt{1 - v^2/c^2}$

Beschreibung: Die Zeit einer bewegten Uhr ($t(v)$) verläuft langsamer als die Zeit einer ruhender Uhr (t). Wäre die Geschwindigkeit (v) gleich der Lichtgeschwindigkeit (c), so würde der Wurzelwert Null werden und die Zeit der bewegten Uhr würde still stehen.

Bedeutung: Lichtteilchen, sogenannte Photonen, die mit Lichtgeschwindigkeit seit Jahrmillionen durch's Weltall schiessen, für sie steht die Zeit still. Für sie ist der Moment, wann sie vor Jahrmillionen von einem weit entfernten Stern abgestrahlt wurden, der gleiche, wie der Moment, wann sie auf unsere Netzhaut treffen.

Analogie: Photonen sind zeitlos – ewig, jedoch dem Betrachter erscheinen sie Millionen von Jahren unterwegs zu sein – unendlich lange. Ewigkeit und Unendlichkeit haben also nicht dieselbe Bedeutung. Im Lichtstrahl der Photonen herrscht Ewigkeit. Der Beobachter, der in der Dunkelheit wartet erlebt die Unendlichkeit. Das entspricht auch einer religiöser Wahrheit: Ewigkeit und Unendlichkeit verhalten sich wie Licht und Dunkelheit. Im Licht Gottes herrscht Ewigkeit, in der gottfernen Dunkelheit wartet die Unendlichkeit des Todes.

5. ART, die Allgemeine Relativitätstheorie (Raumkrümmung)

Die allgemeine Relativitätstheorie sagt, dass beschleunigte Uhren, Massstäbe und Körper langsamer, kürzer und schwerer sind. Beschleunigte Massstäbe zeigen eine messbare Verkürzung.

Formel: $l(g) = l \times \left(1 - \frac{G \times m}{c^2 \times r}\right)$

Beschreibung: Befindet sich ein Massstab ($l(g)$) in einem Gravitationsfeld eines grossen Körpers (z. B. im Anziehungsbereich eines grossen Sterns), so ist er kürzer, und zwar je kleiner der Abstand (r) zum anziehenden Körper und je grösser die Masse (m) dieses Körpers ist. Bei G handelt es sich um die Gravitationskonstante und bei c um die konstante Lichtgeschwindigkeit.

Misst man den Durchmesser einer Umlaufbahn um diesen Stern mit einem Massstab, so wird sich im Verlauf der Messung dieser Massstab gegen den Stern hin verkürzen und man kann den verkürzten Massstab umso mehr entlang dieses Durchmessers hineinlegen. Der Durchmesser wirkt dadurch länger im Vergleich zu einem Durchmesser einer gleich grossen Umlaufbahn ohne diesen Stern im Zentrum, also ohne Gravitationsfeld. Man sagt deswegen auch, dass der Raum durch die Gravitation des Sterns gekrümmt sei, denn ein gekrümmter Durchmesser wird länger.

Bedeutung: 1915 brachte Einstein die neuen relativistischen Begriffe von Raum und Zeit (SRT) mit der Gravitationstheorie von Newton in Einklang. Die ART zeigt, dass Gravitationsfelder einen Einfluss auf Raum und Zeit haben.

Analogie: Dass Abstände im Anziehungsbereich grosser Körper kürzer werden hat seine Analogie in der Aura von charismatischen Persönlichkeiten (und in der Gegenwart Gottes). Distanzen lösen sich auf.

6. Newtons Gravitationslehre

Die Newton'sche Gravitationslehre beschreibt die Anziehung (Energie) zwischen Körpern.

Formel: $F \approx m_1 \times m_2 / r^2$ (volle Gleichung: $F = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$)

Beschreibung: Das Newton'sche Gravitationsgesetz ist eine gute Näherung zur Beschreibung der alltäglich erfahrbaren Erdanziehungskraft. Es besagt, dass die Anziehung zwischen zwei Körpern umso grösser ist, je grösser ihre Massen (m_1 und m_2) sind und je kleiner der Abstand (r) dazwischen ist. Bei G handelt es sich um die Gravitationskonstante.

Bedeutung: Newton beobachtete, dass die Anziehungskraft zwischen zwei Körpern mit dem Quadrat ihres Abstandes abnimmt. Man kann sich die Anziehungskraft eines Planeten auf seiner Oberfläche verteilt vorstellen. Befindet sich nun ein Objekt (zweiter Körper) nicht auf dieser Oberfläche, sondern nochmals einen Radius weiter entfernt, dann spürt dieses Objekt eine Anziehungskraft, die auf einer Kugel verteilt ist, die einen doppelt so grossen Radius hat. Betrachtet man die Formel für die Kugeloberfläche ($O = 4\pi r^2$), so erkennt man, dass diese Kugeloberfläche mit dem Quadrat des Radius wächst und sich somit die Anziehungskraft auf dieser grösseren Oberfläche um das Quadrat des Radius verdünnen muss.

Analogie: Zwei Körper stehen unmittelbar durch ihre gegenseitige Anziehung in Beziehung. Etwas Analoges gilt für Lebewesen. So bewirkt jedes Lebewesen eine natürliche Anziehung auf andere Lebewesen. Lebewesen wollen sich begegnen. Je näher sich zwei Lebewesen kommen, desto intensiver werden ihre Erwartungen und ihre Konzentration auf den Moment des Zusammentreffens.

7. Elektrizität

Die Elektrizitätslehre beschäftigt sich mit Kräften (Energie) zwischen Ladungen.

Formel: $M \approx L_1 \times L_2 / r^2$ (volle Gleichung: $M = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{L_1 \times L_2}{r^2}$)

Beschreibung: Das Coulomb'sche Gesetz beschreibt die elektrostatische Anziehung oder Abstossung (M) zwischen zwei Ladungen (L_1 und L_2). Sie ist grösser, je grösser die Ladungen und je kleiner der Abstand (r) dazwischen ist. Bei ϵ_0 handelt es sich um die elektrische Feldkonstante.

Bedeutung: Abgesehen von den unterschiedlichen Konstanten (G beim Gravitationsgesetz versus $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ beim Coulomb'schen Gesetz) sind die beiden Formeln in ihrem prinzipiellen Aufbau sehr ähnlich. Auch hier nimmt die Magnetkraft mit dem Quadrat des Abstandes ab. Hingegen kommt bei der Magnetkraft dazu, dass sie bei gleichen Ladungen auch abstossend werden kann, was beim Gravitationsgesetz nicht der Fall ist.

Analogie: Gleiches stösst sich ab und Ungleiches zieht sich an. Das gilt für alles was sich gegenseitig ergänzen soll. Wenn man Partnerschaften bildet, seien es freundschaftliche Beziehungen oder geschäftliche Teams, sind es oftmals sich ergänzende Persönlichkeiten, die zusammen passen und gemeinsam erfolgreich sind.

8. Wärmelehre

Die Wärmelehre (auch Thermodynamik genannt) befasst sich mit der Umwandlung von Wärme- und anderen Energieformen.

Formel: $Q = \Delta T \times m \times k$

Beschreibung: Die Wärmemenge (Q) entspricht der Temperaturänderung (ΔT) multipliziert mit der Masse und der spezifischen Wärmekapazität (k) eines Materials.

Bedeutung: Die erwähnte Temperaturänderung (ΔT) kann gemäss dem zweiten Hauptsatz der Wärmelehre immer nur von einem wärmeren zu einem kälteren Material fließen. Z. B. die heisse Herdplatte, die das Wasser im Topf zu kochen bringt. Es ist nicht möglich, dass das kalte Wasser noch kälter würde und sich dafür die Herdplatte noch stärker erwärmt. D. h., dass Wärme sich immer ausgleichend verteilen möchte.

Analogie: Das Prinzip der sich verteilenden Wärme ist ein Prinzip des Ausgleichs. Dabei macht die Wärme keinen Unterschied zwischen den Materialien. Sie fliesst immer vom wärmeren zum kälteren. Diese physikalische Tatsache findet ihre Analogie in einer sozialen Gemeinschaft, die Rücksicht auf ihre Schwächsten nimmt.

9. Chemie

Die Chemie ist die Lehre von den Bindungen (Energie) zwischen Atomen.

Formel: $h = p \times \lambda$

Beschreibung: Wenn der Impuls (p) eines Elektrons (**Teilchen**) zunimmt, so nimmt die de-Broglie-Wellenlänge (λ) dieses Elektronenstrahls ab, denn das Produkt dieser beiden Grössen entspricht einer Konstante (h), dem Planck'schen Wirkungsquantum. Diese Naturkonstante verknüpft die Teilchen- und Welleneigenschaften von Elementarteilchen, seien dies Elektronen, Photonen (Lichtteilchen) oder andere. (Übrigens, $c = \lambda/f$ gilt nur für Photonen, nicht für Elektronen, die beschleunigt werden können.)

Bedeutung: Bei der Bildung eines Moleküls aus zwei Atomen bilden sich gemeinsame Elektronenwolken aus. Den Elektronen steht dort mehr Raum zur Verfügung. Deswegen vergrössert sich ihre de-Broglie-Wellenlänge und ihre Impulsenergie verringert sich gemäss obiger Formel. Möchte man diese Molekülbindung wieder auflösen, so muss man dieselbe Impulsenergie (Bindungsenergie) wieder aufwenden, damit sich die de-Broglie-Wellenlänge der Elektronen verkürzt und sich ihre Atome trennen können.

Analogie: Diese Formel tut wie kaum eine andere, das komplementäre Wesen von Elementarteilchen (z.B. eines Elektrons) in Kürze beschreiben. Sie bringt die Komplementarität von Materie (Teilchen) und Energie (Welle) in ihrer kürzesten Form auf den Punkt. Diese Formel steht auch als prägnantes Beispiel für das Komplementaritätsprinzip von Niels Bohrs. Dieses Komplementaritätsprinzip lässt sich, wie von Bohr selbst ausgeführt, auf viele Bereiche ausserhalb der Physik anwenden. Persönlich sehe ich darin eine Nähe zur hebräischen Denkart. Der Jude hat ebenso komplementäre (sich ausschliessende aber ergänzende) Zugänge zur Realität. Diese Realität sieht er in Form von Beziehungen, wovon er immer selber Teil bleibt. Das erlaubt ihm die Realität sowohl objektiv zu analysieren, als auch als Subjekt selber daran teil zu haben. Dadurch kann er die engführenden Dualismen, die durch den analysierenden Verstand geschaffen werden auch stehen lassen und die Realität von Beziehungen persönlich erleben. Dabei hilft ihm ein Wahrheitsverständnis, das mit Widersprüchen

umzugehen weiss, weil er sich bewusst ist, dass verschiedene Wirklichkeiten derselben Realität trotz ihrer Widersprüchlichkeit wahr sein können. Analog auf die Physik übertragen könnte man sagen, dass jede Messmethode eine andere analytische Wirklichkeit derselben Realität darstellt, die zwar widersprüchlich (sich ausschliessend) aber trotzdem alle wahr sind.

10. Atomlehre

Bei der Atomlehre geht es um die Bindungen (Energie) innerhalb des Atoms, speziell um die Teilchen und Kräfte im Atomkern.

Formel: $E = \Delta m \times c^2$

Beschreibung: Diese populäre Formel von Albert Einstein $E=mc^2$ besagt in ihrer allgemeinen Form, dass eine Energie (E) in eine bestimmte Masse (m) umgewandelt werden kann und umgekehrt. Im Alltag haben wir es aber mit umgänglich kleinen Energiemengen zu tun. Es braucht z. B. nur ca. 418 kJ um einen Krug Tee zu kochen (100 °C). Das Verhältnis zwischen sich entsprechender (äquivalenter) Masse und Energie beschreibt die Formel als so klein ($1/c^2$), dass wir die Gewichtsänderung des heissen Teewassers im Alltag nicht bemerken. Hingegen sind in einem Atomkern die Kernkräfte so stark, dass der Massenverlust (Δm) im Prozentbereich liegt. D.h., dass ein Atomkern fast 1 % leichter wiegt als die Summe der einzeln voneinander getrennten Kernteilchen (Nukleonen). Mittels der einstein'schen Formel lassen sich die Bindungsenergie von Atomkernen berechnen. Aus 1 kg (ca. 0.5 dl) spaltbarem Uran lässt sich etwa 200 Millionen mal mehr Energie gewinnen als man für einen Krug voll Tee braucht. Damit lassen sich alle Badewannen (250 l) in der Schweiz mit 40° heissem Warmwasser füllen¹.

Bedeutung: Die anziehenden Kernkräfte müssen deshalb so immens stark sein, damit sie die abstossenden Magnetkräfte zwischen den geladenen Protonen überwinden können. Ansonsten wäre mit Ausnahme des Wasserstoffkerns, der nur aus einem Proton besteht, kein anderer Atomkern stabil.

Bei der Kernspaltung (kontrolliert im Kernkraftwerk oder explosiv bei einer Bombe) werden Atomkerne mit Neutronen beschossen. Was dann geschieht kann man sich folgendermassen vorstellen²: Die Kerne beginnen zu „schwingen“ und es können sich kurzzeitig grössere Abstände zwischen der Kernteilchen ergeben – Abstände, die dann zu gross sind für die Kernkräfte, die anders als die abstossenden Magnetkräfte, nur auf äusserst kurze Distanzen wirken. Dort nehmen die abstossenden Magnetkräfte zwischen den Protonen überhand und der Kern spaltet sich. Dabei werden die Spaltprodukte so schnell in ihre Umgebung geschleudert, dass sie diese stark erwärmen können.

Vergleicht man die Kernbindungsenergien aller Elemente des Periodensystems miteinander, so fällt auf, dass die Nickel- und Eisenkerne die grössten Bindungsenergien haben und deswegen am stabilsten ist. Deshalb können sowohl leichtere als auch schwerere Atome als Eisen, zur Erzeugung von Kernenergie genutzt werden. Leichtere Atome verschmelzen zu grösseren (in Richtung zum stabilsten Eisen) durch Kernfusion, wie es in der Sonne geschieht. Schwerere Atome spalten sich zu kleineren (in Richtung zum stabilsten Eisen) durch Kernfission, wie es in der Erde geschieht. Übrigens, ungefähr die Hälfte der Erdwärme hat ihren Ursprung in der natürlichen Kernspaltung.³

Analogie: Kraft kann sich in Stoff wandeln – Stoff in Kraft.

¹ 200 MeV pro U-235-Kern; 235 g/mol = 4.26 mol/kg * 6.022 * 10²³ mol⁻¹ = 2.56 * 10²⁴ kg⁻¹; 200 MeV * 2.56 * 10²⁴ kg⁻¹ = 5.125 * 10³² eV; 5.125 * 10³² eV * 1.6 * 10⁻¹⁹ J/eV = 8.2 * 10¹³ J, was ca. 200 Millionen mal mehr ist als 418 kJ (um 1l H₂O um 100° zu erwärmen).

² Entspricht einer Vorstellung wie ich sie an der Berufsschule Emmen vorgestellt habe.

³ Die Kernbindungsenergie kommt durch die anziehende Kraft der starken Wechselwirkung zwischen den Nukleonen zustande. Sie wird durch die gegenseitige Coulomb-Abstossung der elektrisch positiv geladenen Protonen im Kern geschwächt. Die Bindung ist nach der einsteinschen Beziehung $E=mc^2$ mit einem kleinen Massenverlust verbunden, dem Massendefekt. (Wikipedia).

11. Elementarteilchen

Bewegung (Energie) der kleinsten Teilchen (Quanten)

Formel: $\Delta x \times \Delta p \approx h$

Beschreibung: Spaltdurchmesser (Δx , Unschärfe in Ortsbestimmung) multipliziert mit dem Querimpuls (Δp , Unschärfe in Geschwindigkeit) ist konstant.

Bedeutung: Es kann nicht gleichzeitig der exakte Aufenthaltsort und die genaue Geschwindigkeit eines Elementarteilchens bestimmt werden. Entweder lässt sich der Aufenthaltsort genau bestimmen und dann wird die Geschwindigkeit nur ungenau messbar, oder umgekehrt, man kann exakt die Geschwindigkeit des Teilchens bestimmen, dann verschmiert sich aber der Aufenthaltsort. Fazit: Die Natur, die durch die Brille der Physik betrachtet wird, ist im Letzten unbestimmt.

Analogie: Auch das Leben folgt keiner grossen exakten Gesetzmässigkeit, sondern es gestaltet sich fortlaufend als ein Spiel aus Begegnungen und Beziehungen heraus, die für sich genommen oftmals unscheinbar klein sind.

12. Astrophysik

Entstehung der Sterne und des Weltalls

Formel: $v = H \times d$

Beschreibung: Die Fluchtgeschwindigkeit (v) nimmt mit der Distanz (d) zu. H ist eine Konstante. Lemaître bestimmte H (Hubble-Konstante; S. 122 in Sexl et al. 1980) als 575 (km/s)/Mpc, d.h. pro Mpc (=3.26 Mio. Lichtjahre) erhöht sich die Fluchtgeschwindigkeit um 575 km/s.

Bedeutung: Der Raum, in dem wir uns befinden, dehnt sich. Wir sehen das daran, dass sich weiter entfernte Orte schneller von uns entfernen als näher gelegene Orte. Denkt man sich diese Raumausdehnung im Rückwärtsgang, so verdichtet sich der Raum hin auf einen Punkt, den Ursprung von Raum und Zeit, den sogenannten „Urknall“. Viele Kosmologen wollen diesen Anfang nicht akzeptieren und proklamieren ihn zu einem Zwischenereignis mit einer Vorgeschichte, die aber alleine ihrer Fantasie entspringt und jeglicher physikalischer Grundlage entbehrt. Denn im Urknall kommt uns die Physik definitiv abhanden. Eines ist klar, für den Kosmos gibt es einen Ursprung, zumindest entsprechend der allgemeingültigen und bestens etablierten Urknall-Theorie.

Analogie: So wie uns die Physik auf einen ersten Punkt hinweist, so weist uns unser Glaube auf ein erstes Wort hin. Es gibt aber einen qualitativen Unterschied zwischen diesem Punkt und dem Wort. Den Sinn und Ursprung des Punktes kann die Physik einfach nur stehen lassen, weil sie sich selber darin auflöst, respektive darin ihren eigenen Anfang nimmt. Das Wort aber, es ist gesprochen und hat damit seinen Sprecher als Quelle. Der Glaube kann hinter dieses Wort zurück gehen und findet einen Ursprung des Seins und des Sinnes. Die Physik kann aber nicht hinter „ihren“ Punkt zurückgehen, weil sie sich selbst aus diesem Punkt heraus konstituiert.

Literatur: Sexl R., Raab I. & Streeruwitz E. (1980): Eine Einführung in die Physik. Band 3: Materie in Raum und Zeit. Verlag Diesterweg-Salle und Verlag Sauerländer.