

## Energie – ein schillernder Begriff im Überblick

Norbert Harthun

Manuskript (Langfassung) zum Vortrag: „Energie - was ist das ?“  
bei „Binnotec“ in Berlin am 4.4.05

Es werden zunächst Anwendungsfälle behandelt, ohne genauere Definition des abstrakten Begriffes „Energie“. Anschließend kommen die zwei Grundbegriffe „Potentielle“ und „Kinetische Energie“ zur Sprache und „Energie“ wird als Arbeitsfähigkeit definiert. Die verschiedenen Energie-Arten werden an Beispielen erläutert und schließlich der Feldbegriff als gemeinsame Basis herausgestellt. Am Schluss wird kurz der Unterschied zwischen Energie und Information dargestellt und im Zusammenhang mit „Lebensenergie“ der Übergang zur Transzendenz angedeutet.

1	Einleitung .....	1
2	Energie - Begriff in Wirtschaft und Politik .....	2
3	Energie ist Weltraum- und Planetensache .....	4
4	Lebensalltag und Physik meinen mit „Raum“ etwas ganz Verschiedenes .....	9
5	Gravitation oder Raumkrümmung: Strukturen des physikalischen Raums .....	10
6	Äquivalenz von Energie und Masse .....	12
7	Quantenstruktur der Energie .....	13
8	Fragen und Hypothesen zur „Ur-Energie“ .....	14
9	Lebens-Energie.....	15
10	Zusammenfassung .....	16
11	Literaturquellen .....	16

### 1 Einleitung

Kraft und Arbeit sind ursprünglich Begriffe aus der Erfahrung des Menschen im täglichen Leben. So ist Kraft mit der Vorstellung von Muskelanspannung verbunden und Arbeit z. B. mit dem Heben eines Gewichts. Inzwischen gibt es unzählige technische Systeme, die dem Menschen viel körperlichen Energie-Einsatz abnehmen. Sie sind von ihm im Laufe der Zeit entwickelt worden und machen ihm das Leben bequemer (bzw. mit den Nebeneffekten oft gefährlicher) als vorher. Für tiefer gehende Energie-Diskussionen ist es daher schon sinnvoll, sich mit den Begriffen gut auszukennen. Was ist zum eigentlichen Wesen der Energie zu sagen ? Dazu seien hier Betrachtungs- und Vorgehensweisen berühmter Wissenschaftler als Leitfaden für eigenes Weiterdenken vorgestellt.

**F. Zwicky: „Es ist für uns ganz unwesentlich zu wissen, was Energie ist“ (!?)**

„Es ist interessant festzustellen, dass, obwohl jeder Physiker und Chemiker für das Auftreten von Energie in ihren Verkleidungen entscheidende Kriterien besitzt, die meisten Lehrbücher den Begriff Energie entweder gar nicht oder nur schlecht definieren. Da steht zum Beispiel in dem schönen modernen Buch „The Feynman Lectures on Physics“ (Addison-Wesley Publishing Company Inc. Redding, Massachusetts) meiner drei Kollegen, der Professoren R. P. Feynman, R. B. Leighton und M. Sands, auf Seite 4-2: ‚Es ist wichtig einzusehen, dass die heutige Physik nicht weiß *was* Energie ist‘. Das geht meiner Meinung nach zu weit. Streng genommen ist es für uns ganz unwesentlich zu wissen, *was* Energie ist. Es ist dies auch philosophisch eine vollkommen sinnlose Frage. Was wir aber wissen müssen, ist einmal, ob wir Energie auf andere Erscheinungen zurückführen oder mit anderen Erscheinungen in Beziehung setzen können, und zweitens, wie wir Energie erkennen können. Beide Fragen kann der Physiker positiv beantworten. Für unsere Diskussion...definieren wir Energie in der Tat dahingehend, dass sie ein Attribut der Materie oder des Strahlungsraumes ist, die immer ganz oder Teilweise in *kinetische Energie* eines *materiellen Körpers umgewandelt werden kann*. Das heißt, falls ein Körper, der zuerst relativ zu mir als Beobachter ruht, plötzlich in Bewegung gesetzt wird, so sage ich, dass er relativ zu mir kinetische Energie gewonnen hat, und diese Energie ist ihm entweder von einem gewissen phänomenologischen Inhalt eines anderen Körpers oder aber des Strahlungsraumes vermittelt worden [1; S. 119, 120]...Energie, welcher Art sie auch sei, ist ein Etwas, das prinzipiell imstande ist, ruhende Materie in einen Bewegungszustand zu versetzen oder aber, umgekehrt, bewegte Materie zum Stillstand zu bringen [1; S. 142]“. Mit „Materie“ ist hier Stoffliches bzw. ein Körper gemeint. Zwicky berichtet sozusagen aus der „Gegenwart“; denn in Sachen Energie hat sich seit seiner Zeit (1966) grundlagenmäßig wirklich nicht viel getan.

## 2 Energie - Begriff in Wirtschaft und Politik

In diesem Abschnitt geht es zunächst um Anwendungen und noch nicht um wissenschaftliche Grundlagen. Da die technischen Anwendungen im Alltag unüberschaubar sind, findet man auch eine sehr große Zahl von Energie-Bezeichnungen, die einem mehr oder weniger vertraut sind.

So gibt es eine Grobeinteilung in die „Formen: Wärme, Kraft und Licht“. Schon hier erkennt man, dass die Unterschiede zwischen Kraft und Energie verwischt wurden; zumindest hat man „Kraft“ recht wenig hinterfragt [2; S. 7]. Dies wird durch den als Erklärung gelieferten Satz noch unterstrichen: „Die Nutzenergie ‚Wärme‘ wird dabei größtenteils zur Beheizung von Räumen eingesetzt, die Nutzenergie ‚Kraft‘ (mechanische Energie) zum überwiegenden Teil zum Betrieb von Kraftfahrzeugen, also im Verkehrsbereich“. Der Bereich der elektrischen Energie (Betrieb von Maschinen, elektronischer Geräte wie Radio, Fernsehgerät und Rechner) wird vereinfachend mit „Licht“ bezeichnet.

Neben dem Wort „Nutzenergie“ für die drei oben diskutierten Begriffe „Wärme, Kraft, Licht“ findet man die Bezeichnung „Endenergie“, d. h. „Energie in der Form, wie sie dem Endverbraucher zugeführt wird, z.B. Strom, Fernwärme, Erdgas Heizöl, Kraftstoffe, feste Brennstoffe usw.“ Dann gibt es noch „Primärenergie: Energie in der ursprünglichen, technisch noch nicht aufbereiteten Form, z.B. Kohle, Rohöl, Uran und die Solarstrahlung“ [2]. Sie werden auch gerne „Primärenergieträger“ genannt. Mit „Sekundärenergieträger“ werden Strom und Fernwärme bezeichnet (Bild 1).

Erdgas als „(Nutz-)Energie“ zu bezeichnen ist schon sehr großzügig...Dass aber diese Stoffe neben ihren sonstigen Eigenschaften auch Energie tragen können, ist eine Erfahrungstatsache

und korrekt ausgedrückt. „Energie tragen“ bedeutet hier, die Stoffe haben sie gespeichert, sie können unter bestimmten Umständen (chemische) Energie liefern; z.B. Kohle wird angezündet und verbrennt. Mit den Augen der Physik gesehen handelt es sich bei ihnen um potentielle Energie.

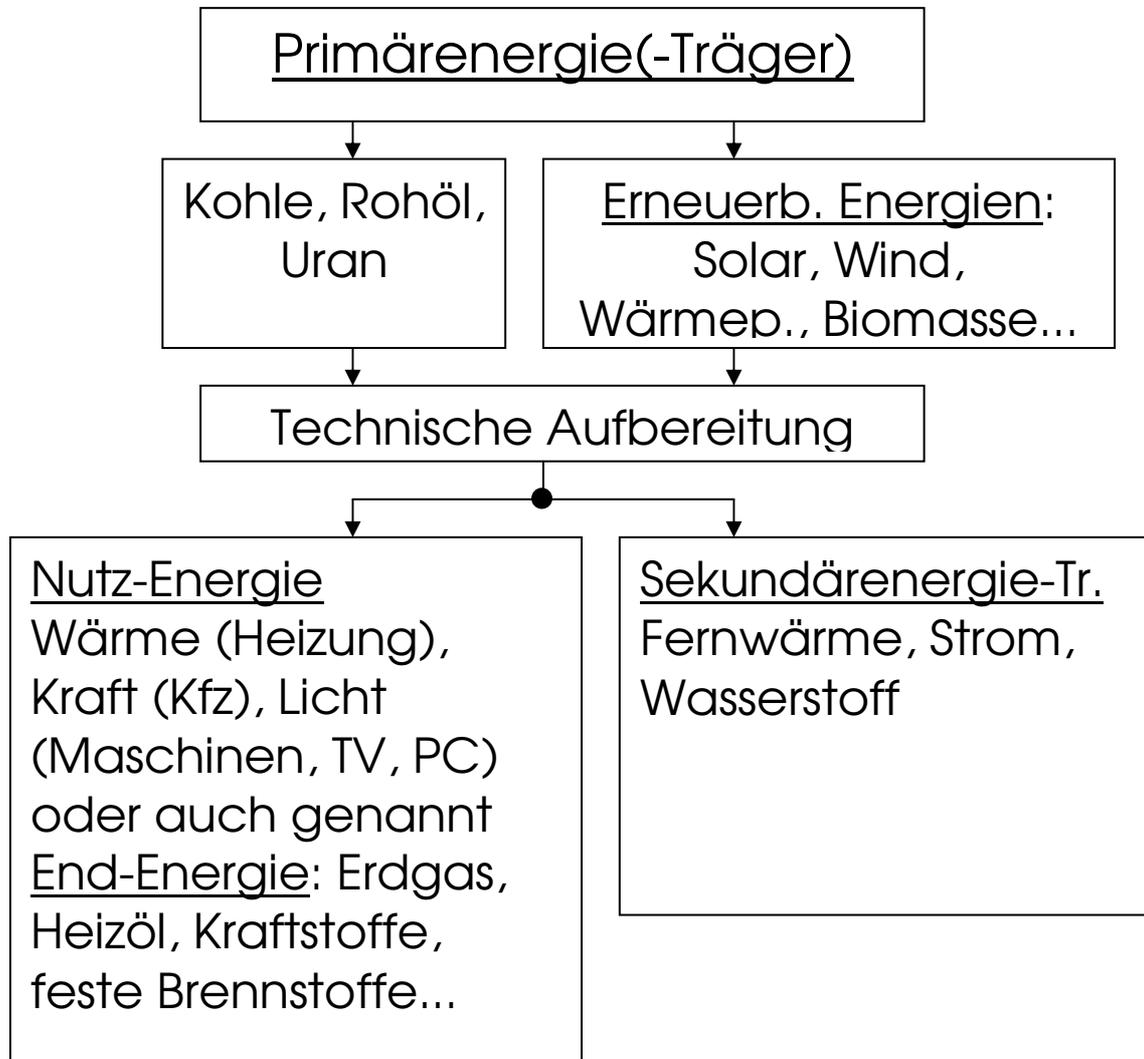


Tabelle1 Energie-Arten (anwendungsorientiert)

### **Stoffe sind Energieträger**

Etwas ganz anderes gilt für den „Sekundärenergieträger Strom“. Hier ist der Stromleiter (meist Kupfer) zwar ein Stoff, der die freien Elektronen zur Energieübertragung zur Verfügung stellt. Aber die betreffende Energie ist keineswegs im Kupfer enthalten (wie in der Kohle); sie wird lediglich mit Hilfe der Kupferleitung transportiert. Die Energie für den Verbraucher kommt aus dem Generator am Anfang des Kupferkabels, wo sie mit Hilfe von veränderlichen Magnetfeldern in den Leiter gekoppelt wird.

Beim „Primärenergieträger Solarstrahlung“ kann man im eigentlichen Sinne nicht von einem „Stoff“ sprechen, der Energie trägt, sondern es handelt sich um Wellen, die Energie

übertragen und damit um eine höchst dynamische Angelegenheit. Auch wenn andererseits das Licht als Strom von Teilchen (Photonen) aufgefasst werden kann, so ist es makroskopisch kein Körper, kein Stoff wie Kohle usw.

Bei den verschiedenen Energieformen hat man es offensichtlich mit Stoffen (Körpern), Strahlung (Wellen/Photonen) und Feldern zu tun, wobei „Strahlung“ als eine Sonderform zu den Feldern gehört.

Der Vollständigkeit wegen seien noch Windenergie, Wasserkraftwerke, Gezeiten-, Wellen-, Strömungsenergie, Müll- und Holzverbrennung, Deponie- und Faulgas sowie Erdwärme (Geothermie) und Meereswärme erwähnt. Sie alle werden zusammen mit der Solarenergie „erneuerbare Energien“ genannt.

### **3 Energie ist Weltraum- und Planetensache**

Wenn man die vielfältigen Energiearten in großem, nämlich kosmischen Zusammenhang sieht, so lässt sich für sie durchaus ein Ordnungsschema aufstellen (Bild 1) [3]. Es gibt im Grunde genommen nur drei große Quellen bzw. Standorte energetischer Wirkungen: Sonne, Mond und Erde. Der Mond verursacht die Gezeiten; Die Sonne liefert Strahlung, bewirkt den Wasserkreislauf, die Luftbewegung und die Photosynthese, die alle lebenserhaltenden Pflanzen sowie Öl-, Erdgas- und Kohlevorräte schuf. Was macht nun die heutige Technik aus dem Angebotenen?

Die Gezeiten-, Wasser- und Windkraftwerke sowie die Solarzellen sind alles Systeme, die keine thermische Aufheizung bzw. Verbrennung von Stoffen mit Hilfe erschöpfbarer Erdvorräte erfordern, also relativ elegant erscheinen. Allerdings entsteht bei allen Verfahren Wärme als Abfall, wenn auch in Grenzen.

Dann gibt es die weniger eleganten Energiewandlungssysteme, die hauptsächlich durch Spaltung, also Struktur-Abbau hochwertiger Stoffe funktionieren. Kohle, Öl, Erdgas werden verbrannt und Atomkerne gespalten. Hier werden zahlreiche Abfallstoffe und die niedrigste Energieform Wärme erzeugt, um mit Hilfe von Turbinen und anderer technischer Hilfsmittel verlustreich Fortbewegung oder elektrische Energie zu erzielen.

#### **Wärme = minderwertigste Energieform und „Abfall-Energie“**

Was ist nun trotz aller Unterschiede das Gemeinsame an allen Verfahren? Es ist die Bewegung aufgrund von Unterschieden. Bei Gezeiten- und Wasserkraftwerken ist es die Wasserströmung aufgrund von Niveau-Unterschieden, bei Windanlagen die Luftströmung aufgrund von Temperaturunterschieden, bei Solarzellen die Ladungsträgerbewegung, verursacht durch Licht; bei Solarkollektoren (Solarthermie) die Wärmebewegung des aufgeheizten Wassers, bei Dampfturbinen ebenso und bei Verbrennungsmotoren die der Verbrennungsgase. Es handelt sich also wirklich um ein höchst dynamisches Geschehen!

Nun muss man aber doch wieder unterscheiden: Bei Gezeiten-, Wasserkraft- und Windkraftwerken ist die Strömung überwiegend geordnet, makroskopisch ist sie gerichtet. Über die inneren Vorgänge in Solarzellen kann man ebenfalls sagen, dass die Ladungsträger richtungsorientiert sind. Allerdings hier im „Mikro-Bereich“. Unter diesem Bereich seien Bahnen (Weglängen) von Atomen, Molekülen und Ladungsträger verstanden, die bis in den Millimeterbereich gehen, alle Weglängen darüber seien dem „Makro-Bereich“ zugeordnet.

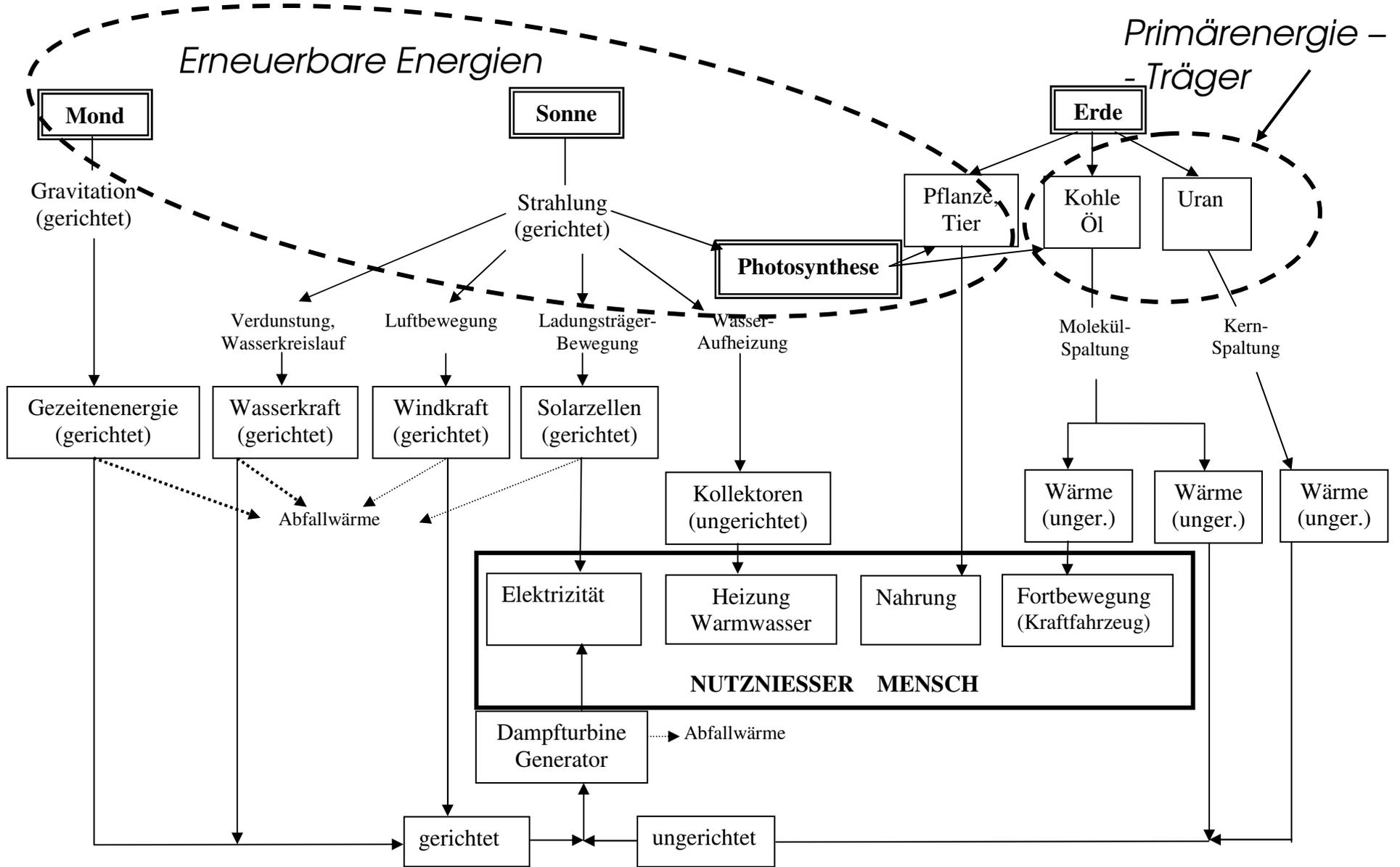


Bild 1 Energie-Arten („universelle Sicht“)

## Bewegung auf jeden Fall geordnet oder ungeordnet ?

Bei den Verfahren, wo an erster Stelle Wärmeenergie erforderlich ist (z.B. Dampfturbine), liegt im Mikro-Bereich ungerichtete Bewegung vor, eine unkontrollierte, regellose Bewegung. Versucht man eine Bewertung aus der Sicht der Bewegungsform, so kommt man bei der Beurteilung von Dampfturbine und Verbrennungsmotor zu keinem schmeichelhaften Urteil: Wie schon gesagt, wird die Struktur von Stoffen weitgehend zerstört bzw. abgebaut, um Wärmeenergie mit der zugehörigen ungerichteten Bewegung im Mikro-Bereich zu erhalten. Dann erst wird daraus mit Hilfe von (makroskopischer) technischer Strukturen, wie Turbinenschaufeln, Kolben, Ventile (Nichtlinearitäten!), Pleuelstange und Kurbelwelle eine gerichtete (geordnete) Bewegung (Translation und Rotation) erzeugt, die dann Fortbewegung und Elektrizität ermöglicht. Also liegt ein verlustreicher Umweg vor!

Aber ganz so „rasserein“ sind die oben erwähnten Verfahren mit gerichteter Strömung auch nicht: Auch bei ihnen liegt im Mikro-Bereich ungerichtete Bewegung vor. Das gilt für den Aufprall der Strömung auf die Turbinenschaufeln des Wasserkraftwerkes oder jenen auf den Flügel einer Windanlage. Lediglich die Solarzellen schneiden bestens ab. Dort gehört die regellose Bewegung von Teilchen nicht zwangsläufig zur Energiewandlung dazu, sondern ist nur bei der Verlustwärme zu finden, die grundsätzlich bei allen besprochenen Verfahren auftritt.

Trotz des anschaulichen Überblicks in Bild 1 scheint die Sache kompliziert zu werden. Deswegen zunächst ein Blick auf physikalische Grundlagen-Definitionen. Eigentlich gibt es dort nur zwei prinzipielle Energie-Formen: Potentielle und kinetische Energie (Tabelle 2 und Bild 2).

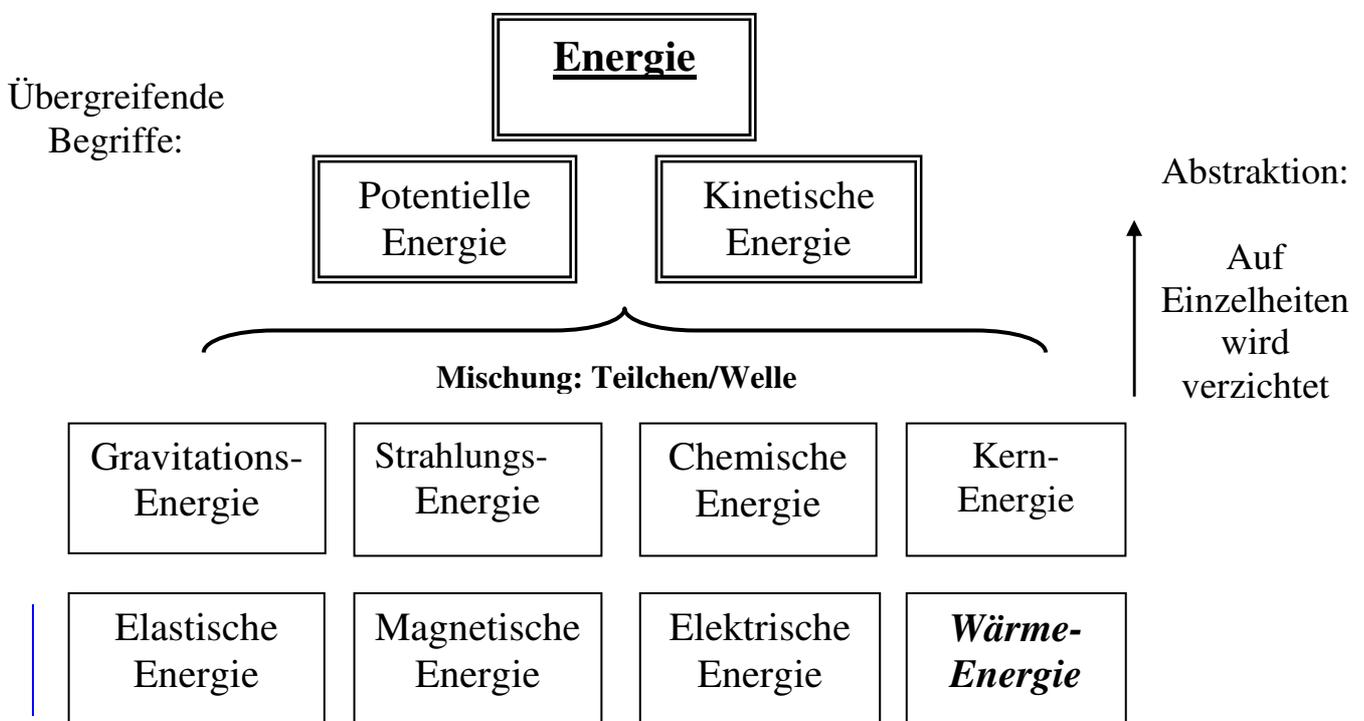
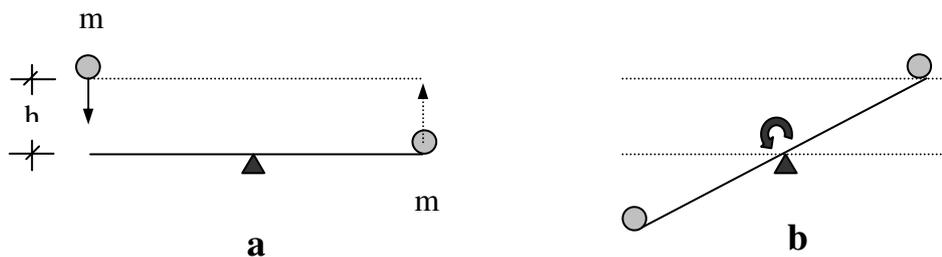


Tabelle 2 Energie-Arten aus Grundlagen-Sicht

Wurde ein Körper mit der Masse  $m$  auf die Höhe  $h$  gehoben, so hat man die Arbeit  $m \cdot g \cdot h$  ( $g$  = Erdbeschleunigung) in ihn hineingesteckt. Und diese Arbeit ist nicht verloren; denn wenn man den Körper auf das eine Ende eines sehr leichten gleicharmigen Hebels fallen lässt, so wird ein Körper gleicher Masse am anderen Ende auf die gleiche Höhe geschleudert werden.

Die auf die Höhe  $h$  gehobene Masse hatte also tatsächlich eine bestimmte Arbeitsfähigkeit, die man unter geeigneten Umständen wirklich in Arbeit umsetzen kann. Die Energie scheint also in dem gehobenen Körper gespeichert worden zu sein. Der Körper mit der Masse  $m$  wurde gegen das Gravitationsfeld der Erde gehoben und bei genaueren Betrachtungen muss man auf Wechselwirkungen zwischen Masse und Gravitationsfeld bei Durchlaufen eines Weges  $h$  kommen.



**Bild 2** Veranschaulichung der potentiellen Energie  
a) Anfangssituation      b) nach dem Fallen

Etwas anders gesehen sagt man auch: „Jeder gehobene Körper der Masse  $m$  besitze die Energie  $m \cdot g \cdot h$ , weil er um das Stück  $h$  relativ zur Erde gehoben ist. Er verdankt diese Energie also seiner speziellen ‚Lage‘ relativ zur Erde, weswegen man in diesem und in analogen Fällen auch von ‚Energie der Lage‘ spricht“ [4]. Meistens benutzt man die Bezeichnung ‚Potentielle Energie‘ d.h. unter bestimmten Umständen in Arbeit umsetzbare Energie (potentiell = möglich).

Eine Erfahrung aus dem täglichen Leben ist die „Sache mit dem Schwung“: Man kann versuchen, einen Nagel in ein Brett zu treiben, indem man den Hammer darauf legt. Viel Erfolg nur mit dessen Gewicht, hat man nicht. Schwungvolle schnelle Hammerschläge dagegen führen bald zum Ziel. Indem man die Masse ( $m$ ) des Hammers mit hoher Geschwindigkeit ( $v$ ) auf den Nagelkopf treffen ließ, gab man ihr viel Bewegungsenergie (kinetische Energie:  $1/2 \cdot m \cdot v^2$ ) mit, die überwiegend in Longitudinal-Schwingungen des Nagels umgesetzt wird

Es leuchtet ein, daß sich potentielle und kinetische Energie qualitativ sehr stark unterscheiden. Als Bewegungsarten kommen grundsätzlich Translation (geradlinig) und Rotation (kreisend) in Frage, außerdem die

### **Schwingung als Kombination von potentieller und kinetischer Energie.**

(Schließlich kann die Schaukel auch schwingen). „Potentielle und Kinetische Energie“ sind abstrakte Worthülsen und geben von der real vorliegenden Energie-Art nur eine Eigenschaft an. Geht man tiefer in die Realität, so findet man acht Energie-Arten, die grundsätzlich als potentielle oder kinetische Energie vorliegen können (Tabelle 2). Betrachtet man zum Beispiel die „Elastische Energie“ eines gespannten Bogens, die im Werkstoff des Bogens, in

seiner Struktur gespeichert ist, so liegt der Fall der potentiellen Energie vor bis zu dem Moment, in dem der Pfeil weg schnell. Nun liegt die Energie in kinetischer Form vor; sie steckt im fliegenden Geschoss.

Die acht Energie-Arten kann man zwar mit technischen Mitteln z. Teil ineinander umwandeln, aber ansonsten stehen sie ohne erkennbare Ordnung einfach nebeneinander. Einzige Ausnahme ist die Wärme, die von der herkömmlichen Physik auf die tiefste Stelle gestellt wurde, da sie bei allen Energiewandlungsprozessen stets als begleitender „Abfall“ auftritt.

Eine Gemeinsamkeit formuliert die Physik aber doch: Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu erbringen [4 S. 56, 60]

**Energie = Arbeitsfähigkeit**  
**Energie-Arten sind prinzipiell ineinander wandelbar**

Zur Betrachtung aller dieser Energie-Arten sei ein alltägliches Beispiel gewählt: Ein Patient fährt an einem dunklen Winter-Spätnachmittag mit dem Fahrrad zum Arzt (Bild 4). Er sitzt im Gravitationsfeld erhöht über der Erdoberfläche und könnte herunter fallen, hat also potentielle Energie, die hier der Gravitationsenergie entspricht. Da er in Bewegung ist, besitzt er auch kinetische Energie. An einer roten Ampel muss er bremsen, wodurch seine kinetische Energie an den Bremsen in Wärme-Energie umgewandelt und an die Umgebung abgegeben wird. Bei „grün“ aktiviert er zum Weiterfahren erhöhte chemische Energie in seinem Körper. Glücklicherweise ist bereits die Gummi-Bereifung seiner Räder erfunden worden, so dass er aufgrund der elastischen Energie, die im Gummi und der komprimierten Luft gespeichert ist, sanft und leise dahin gleitet. In seinem Fahrraddynamo sorgen Permanentmagnete mit ihrer magnetischen Energie für etwas elektrische Energie, die im Draht zum Scheinwerfer und zum Rücklicht fließt, wo sie Licht erzeugt, nämlich Strahlungsenergie. Jetzt fehlt nur noch die Nuklear-Energie; aber um die hat es sich im Zusammenhang mit der Erzeugung seines Szintigramms der Schilddrüse gehandelt, weswegen er zum Arzt fährt, um das Ergebnis zu erfahren. Die Nuklear-Energie hat etwas mit dem Atom-Kern zu tun, während alle anderen Energien mit der Atom-Hülle, Teilchenbewegung oder mit Feldern in Verbindung stehen.

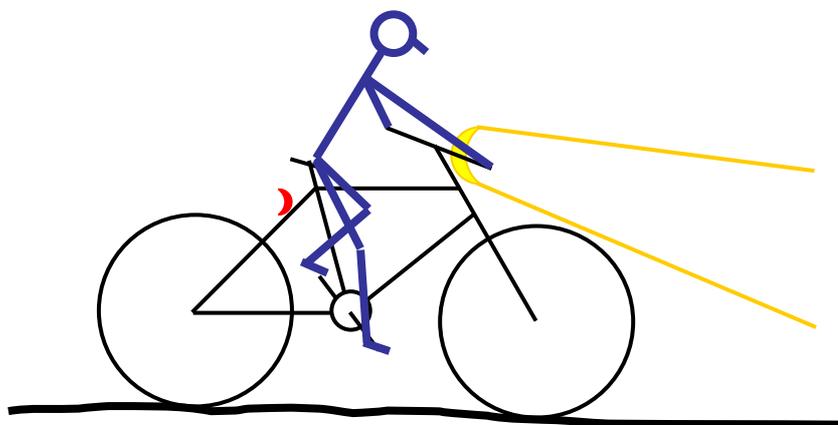


Bild 4 Beim Radfahrer sind viele Energie-Arten zu finden

#### 4 Lebensalltag und Physik meinen mit „Raum“ etwas ganz Verschiedenes

Das Gemeinsame bei allen Energien, wie gezeigt werden soll, ist schlussendlich die Vorstellung von Feldern, welcher Art auch immer, auch wenn man sogar an die im Raum bewegten Stoff-Teilchen der kinetischen Wärmetheorie denkt - was zur reinen Feldvorstellung scheinbar im Widerspruch steht.

Aber nur scheinbar; denn geht man tiefer ins Innere der Stoff-Teilchen, so erkennt man bei feinerer Auflösung, dass sie sich aus Atomen zusammensetzen. Für die Atome gibt es im Prinzip drei historisch gewachsene Modellvorstellungen (Bild 5).

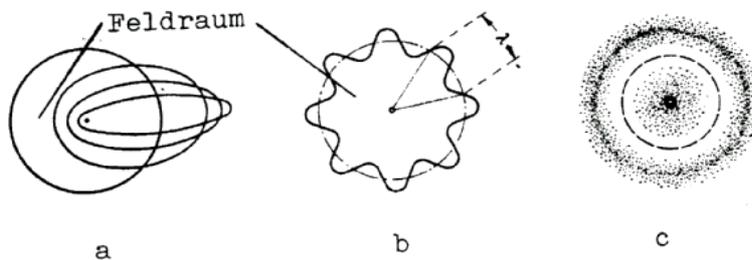


Bild 5 Atommodelle

- a) BOHR'sches Modell (mit vier möglichen Elektronenbahnen)
- b) Wellenmodell (räumliche Elektronenwelle)
- c) Wellenmechanisches Modell (Aufenthaltswahrscheinlichkeit)

Wesentlich ist, dass sich viel Platz befindet zwischen (negativ geladener) Hülle und (positivem) Kern. Dieser Raum ist von elektrischen und magnetischen Feldern durchzogen; daher handelt es sich nicht um einen geometrischen, leeren Raum - wie ein Zimmer ohne Möbel, oder eine „leere Schachtel“ - sondern um einen „physikalischen Raum“, nämlich allgemein um ein „Feld“ [5, S. 32] .

**„Feld“ ist ein physikalischer Raum,  
der vielfältige komplexe Strukturen annehmen kann**

Ein anschauliches Beispiel dafür ist jedem bekannt, nämlich die Tatsache, dass Eisenteilchen in der Umgebung eines Magneten von ihm angezogen werden. Damit wird eindeutig klar, dass der Raum nahe um den Magneten andere physikalische Eigenschaften hat, als der von ihm weit entfernte Bereich. In der Nähe des Magneten liegt also ein anderer „Raumzustand“ (= „Raumqualität“) vor, als in größerer Entfernung. Der Magnet hat den umgebenden Raum strukturiert, er hat ein „Feld“ erzeugt, in diesem Fall ein Magnetfeld, in dem Energie gespeichert ist. Ganz allgemein gilt:

**Ein Raum ist immer Feld-erfüllt, kontinuierlich oder strukturiert**

Nach Betrachtung des Bereichs zwischen Atom-Hülle und Kern, kann man sich auf die Elementar-Teilchen konzentrieren und findet dazu bei Einstein [8]: „Die Unterscheidung zwischen Materie und Feld (muss) in dem Moment, wo man sich über die Äquivalenz von

Masse und Energie klargeworden ist, als etwas Unnatürliches und unklar Definiertes erscheinen. Können wir den Materiebegriff nicht einfach fallen lassen und eine reine Feldphysik entwickeln? Was unseren Sinnen als Materie erscheint, ist in Wirklichkeit nur eine Zusammenballung von Energie auf verhältnismäßig engem Raum. Wir können die Materiekörper auch als Regionen im Raum betrachten, in denen das Feld außerordentlich stark ist. Daraus ließe sich ein gänzlich neues philosophisches Weltbild entwickeln, das letztlich zu einer Deutung aller Naturvorgänge mittels struktureller Gesetze führen müßte, die überall und immer gelten. Ein durch die Luft geworfener Stein ist in diesem Sinne ein veränderliches Feld, bei dem die Stelle mit der größten Feldintensität sich mit der Fluggeschwindigkeit des Steines durch den Raum bewegt. In einer solchen neuen Physik wäre kein Raum mehr für beides: Feld und Materie; das Feld wäre als das einzig Reale anzusehen“

**„Feld wäre als das einzig Reale anzusehen“**

Damit ist der tiefere Charakter des Stoffes als Sonderfall eines Feldes aufgedeckt:

**Stoff ist besonders strukturierte Feldenergie**

Und somit folgt für allerfeinste Dimensionen:

**Stoffe schwimmen nicht nur im Feld, sie sind selbst Feldstrukturen**

Wie die Strukturen aussehen, bleibt völlig im Dunkeln. Hierzu noch die Aussagen von zwei kompetenten Physikern zitiert. Zeilinger, der offensichtlich mit „draußen“ den physikalischen Raum bzw. Feldstrukturen meint: „Viele Probleme, Paradoxa, Missverständnisse kommen von daher, dass die Leute glauben, die Wellenfunktion – oder eine Welle oder ein Teilchen ist wirklich etwas, das sich da draußen ausbreitet...Man tut schon so, als ob es das Teilchen gäbe, bevor es landet“...[9].

Unabhängig davon sagte Popp bei einer Vortragsveranstaltung (2003) sinngemäß, dass er eine entsprechende energetische Wechselwirkung, also einen Treffer, erst an seinem Photonen-Detektor als Photon deutet. So darf man etwas überspitzt formulieren:

**Unsere Modellvorstellungen von Teilchen oder Wellen  
haben nur Gültigkeit in der realen Welt der physikalischen Messgeräte.**

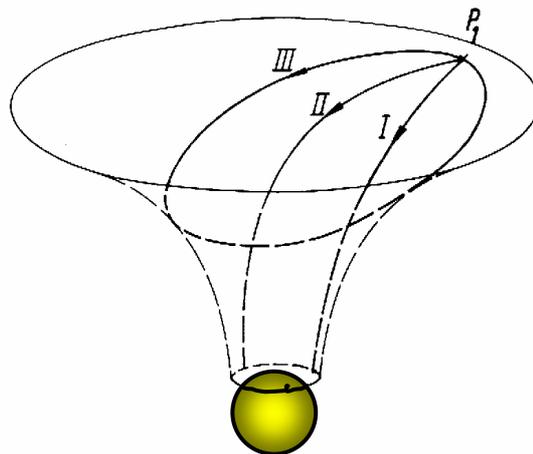
Wie am Beispiel des Magneten schon erkennbar war, wird im allgemeinen Fall das Feld räumlich sehr ungleichmäßig verteilt, also strukturiert sein, was nach [6] sogar für das Vakuum gilt. Dem Vakuum recht nahe kommt der Zustand des Raumes im Kosmos. Streng genommen unterscheidet sich dieser vom Bereich zwischen Hülle und Kern im Inneren des Atoms nur durch die jeweiligen Feldstrukturen; denn beides sind „physikalische Räume“ .

## **5 Gravitation oder Raumkrümmung: Strukturen des physikalischen Raums**

Für den kosmischen Raum hat Einstein seine allgemeine Relativitätstheorie aufgestellt. Auch hier zeigt es sich, dass es völlig berechtigt ist, statt ‚Raumstruktur‘ stets ‚Feldstruktur‘ zu sagen. Beides stimmt in der Physik überein und durch das Meiden des Begriffes ‚Raum‘ wird der innere Konflikt mit der Lebenserfahrung vermieden, der normalerweise zum Kopfschütteln führt, wenn das Wort „Raumkrümmung“ aus der allgemeinen Relativitätstheorie auftaucht. Wie kann etwas Leeres denn auch noch gekrümmt sein ? Es

wird gern die Tatsache herangezogen, dass ein Stern, der hinter der Sonne stand, bei einer Sonnenfinsternis doch gesehen werden konnte, weil die Lichtstrahlen durch das starke Gravitationsfeld der Sonne gebogen wurden – und statt mit der Gravitation erklärte man dies mit „Krümmung des Raumes“. Der Verfasser hat, in Gesprächen diese Modellvorstellung kritisierend, gerne spottend gefragt, wo denn da die Schienen im Raume eine Kurve machten...? Warum blieb man nicht bei der anschaulichen Erklärung mit der Gravitation? Die Antwort beruht lediglich auf einer starren Definition und findet sich bei einem Kenner der Theorie (Görnitz):

„Wenn Astronomen...feststellen, dass Lichtstrahlen von einer einzigen fernen Quelle in der Nähe sehr schwerer Körper rechts und links um diesen herum in ein und dasselbe Teleskop auf der Erde gelangen können, so würde man in der Begriffswelt der Newtonschen Mechanik davon sprechen, dass die Lichtstrahlen wie durch eine Linse verbogen werden. In der allgemeinen Relativitätstheorie sind nach Definition Lichtstrahlen als Geraden (!) zu verstehen, so dass als einzige Lösung zur Erklärung dieses Vorganges von einer Krümmung des Raumes gesprochen werden muss“ [7]. Dieses Zitat zeigt, dass nicht aufgrund von Beobachtungen sondern aufgrund einer willkürlichen Definition ein bestimmtes Weltbild geschaffen wurde.



**Bild 6** Modell für die „Krümmung der Raumzeit“ um einen Körper

So sind nach Einstein die drei Dimensionen des Raumes und als vierte die Zeit als Einheit zu betrachten, nämlich als „Raumzeit“. Ein die Sonne umkreisender Planet wird bei diesem Modell nicht von deren Gravitation angezogen, sondern der Planet bewegt sich entlang einer „Kurve der Raumzeit“. Die Verbindung zwischen der Newtonschen Vorstellung von Gravitation und der allgemeinen Relativitätstheorie besteht darin, dass die Gravitation die „Raumzeit krümmt und verzerrt“. Zur Veranschaulichung werden oft Bilder mit Trichtern aus einem Netzgitter (oder einer Gummimembran) gezeigt, in deren Mittelpunkt die Sonne als Kugel ruht (ähnlich Bild 6). Ob man die Vorstellung einer Anziehungskraft (Newton) oder die von „gekrümmter Raumzeit“ um Körper (Einstein) vorzieht, um Bewegungsabläufe zu erklären, ist für das hier behandelte Thema gleichgültig. Beides wird durch folgende Empfehlung abgedeckt:

**„Raum“ in der Physik-Literatur stillschweigend durch „Feldstruktur“ ersetzen!**

Für die Welt der allerfeinsten Strukturen ist die Quantentheorie zuständig, für die große kosmische Welt die Relativitätstheorie. Das Ziel, beide zu vereinen, ist bis heute nicht erreicht. Görnitz schreibt: „Allerdings ist die Verbindung der speziellen Relativitätstheorie mit der Quantenphysik...ein noch nicht zufriedenstellend gelöstes mathematisches Problem. Die genauen Ergebnisse in den Berechnungen werden bisher dadurch erhalten, dass unendlich große Größen, die im Verlaufe der Rechnungen auftreten, gleich Null gesetzt werden . Solche Unstimmigkeiten könnten ein Hinweis darauf sein, dass der speziellen Relativitätstheorie – als einer Theorie der klassischen Physik – noch eine Veränderung ins Haus steht“ [7; S. 67]. Die Unterstreichungen wurden vom Verfasser dieses Aufsatzes vorgenommen, der nur vermuten kann, dass er an dem Tag als diese Art von Mathematik gelehrt wurde, in der Schule fehlte. Außerdem vermutet er, dass Görnitz in seiner Solidarität zu einem Physik-Kollegen mit „Veränderung“ diskret eine räumliche Änderung meinte, nämlich den Papierkorb...Aber Schluss mit der Polemik und zurück zur Sachlichkeit!

## 6 Äquivalenz von Energie und Masse

Nach der Identifizierung von „Stoff“ bzw. „Masse“ mit Feldstrukturen ist die Äquivalenzbeziehung völlig plausibel: Im Prinzip stehen auf beiden Seiten der Gleichung Feldstrukturen:

$$E = m \cdot c^2$$

Energie (E) , Masse (m) und Lichtgeschwindigkeit (c):

Es fällt auf, dass in der Physik-Literatur zwar von „Energie-Umwandlungen“ öfters die Rede ist, aber auf die Begriffe „Struktur oder –änderung“ (Gefüge, Anordnung der Teile eines Ganzen) nicht genauer eingegangen wird. Es interessiert nur die jeweilige Menge der Energie, also die Quantität und nicht, wie und wo sie „untergebracht“ ist sein könnte. Dies wäre nämlich ein wichtiger Hinweis auf die jeweilige Qualität der Energie- sprich Energie-Art!

**Der Begriff „Energie“ allein bedeutet „Quantität“ – nicht „Qualität“.  
Der allgemeine Begriff „Energie“ hat nur Mengen-Charakter.**

Bei Berücksichtigung des Begriffes „Struktur“ liest sich die Gleichung  $E = m \cdot c^2$  etwas anders: Das Gleichheitszeichen hat nur für die Energie-Menge Gültigkeit, für die quantitative Seite. Für den qualitativen Aspekt ist sie jedoch unvollständig. Auf der linken Seite handelt es sich um kinetische Energie bewegter Bruchstücke und um Strahlungsenergie (Wellen und Teilchen). Auf der rechten Seite der Gleichung ist ein Atomkern mit räumlicher Strukturierung (ein spezielles Element) beschrieben. Es handelt sich also auf beiden Seiten um ganz verschiedene Qualitäten.

Beim Zerstrahlen der Masse (m) eines Atomkerns in Energie (E) wird diese Struktur zerstört! Der Fall der totalen Zerstrahlung einer Masse ist ein theoretisches Extrem, aber die Kernspaltung ist Realität. Bei der Uran-Spaltung werden Kern-Bruchstücke und Strahlungsenergie freigesetzt. Diese Energie war offensichtlich durch die Struktur gebunden, die zerschlagen wurde (Bindungsenergie).

**Durch Masse-Strukturen wird Energie gebunden  
und:  
Energetische Wirkungen entsprechen Struktur-Änderungen**

Ein Beispiel zur Bestätigung dieses Satzes: Steinkohle hat als chemische (Struktur-) Energie (Bindungsenergie) die Strahlungsenergie der Sonne aus alten Zeiten gespeichert, aus Zeiten, in denen die Kohle noch als Wald herangewachsen war.

Es bietet sich gleich die Frage an nach dem, was denn strukturiert sei. Ist es die „Urform“ der Energie, die an diesem Ort in besonderer Weise strukturiert ist? Bei Jammer kann man schon ähnliche Vermutungen lesen: „Masse und Energie sind identisch, sie sind synonym für das gleiche physikalische Substrat“ [10; S. 202].

## 7 Quantenstruktur der Energie

Oben wurde schon im Zusammenhang mit der Äquivalenzformel erwähnt, dass in der Physik-Literatur zwar viel von „Energie-Umwandlungen“ die Rede ist, aber wenig vom Begriff „Struktur“. Dafür wurde er hier um so mehr betont. Man weiß, nichts ist perfekt; es gilt aber auch: man findet überall „Perlen“. Und so auch im ‚Editorial‘ der Zeitschrift ‚Physik in unserer Zeit‘: „Die Quantenmechanik erfand die Vakuumenergie und die allgemeine Relativitätstheorie verlieh dem Raum eine Struktur – selbst dem leeren“ [11]. Schon 1895 meinte Boltzmann in Lübeck: „Ich sehe keinen Grund, nicht auch die Energie als atomistisch eingeteilt anzusehen!“ Planck hat dafür den Begriff Quanten gesetzt [12; S. 188]. Damit wurde eine Strukturierung der Energiemenge, eine Einteilung in Stufen eingeführt, was später bestätigt wurde.

**Energie und Information sind durch Strukturen gebunden**  
**Energetische Wirkungen = zeitliche Struktur-Änderungen;**  
**Information = räumlich und /oder zeitliche Struktur-Unterschiede**

Wichtige Begriffe und Kurzerklärungen	
<b>Elementar-Teilchen</b>  $E = m c^2$	<b>Masse =</b> Ort hoher <b>Feld</b> intensität  Einsteins Äquivalenzbeziehung
<b>Felder</b> enthalten und übertragen <b>Information</b>  und <b>Energie</b>	Sie haben eine dynamische <b>Struktur</b> (Wellen oder Quanten) und sind damit Informationsträger  Energetische Wirkungen bei <b>Struktur-Änderungen</b>

Tabelle 2      Unterschiedliche Feldstrukturen und zugehörige Bezeichnungen

## 8 Fragen und Hypothesen zur „Ur-Energie“

Quanten-Struktur ist gleichbedeutend mit (syntaktischer) Information [13]. D.h. ein strukturiertes Feld ist ein Informationsträger (siehe auch Tabelle 2). Als zwei tiefergehende Fragen tauchen dann auf:

1. Gibt es ein ungeformtes Feld ?
2. Woher kommen Energie und Information/Strukturierung ?

Beide Fragen führen in den Bereich von Weltanschauungen und Philosophie. Laut Duden wird seitens der Philosophie „die außerhalb des Bewusstseins bestehende Wirklichkeit; Urstoff; Ungeformtes“ als „Materie“ bezeichnet. Leider wird dieser Begriff gleichzeitig auch sehr oft für Körperliches, Stoffliches benutzt. Wenn von „Ungeformtem“ die Rede ist, kann man auch die Fremdworte „homogenes Kontinuum“ benutzen und die Vorstellung eines einheitlichen unstrukturierten Feldes damit verbinden. Möchte man lieber eine stofforientierte Sicht, so könnte man „Substrat“ (= Grund- bzw. Unterlage) sagen.

**„Materie“ (mater = lateinisch Mutter) in der Philosophie:  
Außerhalb des Bewusstseins bestehende Wirklichkeit (Transzendenz)**

**„Materie“ in Alltag und Naturwissenschaft: Stoff**

Diese Formulierung regt zusammen mit der ersten Frage unwillkürlich die Modellvorstellung von etwas Statischem, ewig Dauerndem an. Aber im Gegensatz dazu ist ein äußerst dynamischer Vorgang ebenso denkbar: Eine unendlich schnelle allseitige Strömung von „Ungeformtem“ im physikalischen Raum. Beides wäre nicht messbar und beides gehört zur Transzendenz.

Bleibt die zweite Frage, deren Antwort ebenfalls im Transzendenten liegt. Aber man kann sich mit Hilfe des Strömungsmodells der Strömung überlagerte Wellen und Wirbel vorstellen. Für das Auftauchen der ersten, feinsten Strukturbildungen in der real-physikalischen Welt bietet sich die Vorstellung stehender Wellen an. Stehende Wellen haben Schwingungsknoten und -bäuche, ein räumliches Nebeneinander von Ruhe und Bewegung, von Teilchen- und Wellencharakter. Außerdem handelt es sich um ein vernetztes Geschehen.

**Abstraktes Modell ohne Anspruch auf direkte Anschaulichkeit:  
Allseitige Strömung mit überlagerten Wellen = Ur-Energie mit Struktur (Information);  
Stehende Wellen und Wirbel möglich.**

Die String-Theorie (string - wie schwingende Saite) spricht von „vibrierenden Fäden aus Energie“ als Grundbausteinen der Welt und veranschaulicht erstere in Form von ringförmigen, in unendlich vielen Schwingungen befindlichen Figuren, die wie Ring-Wirbel aussehen.

## 9 Lebens-Energie

Der Begriff der „Lebens-Energie“ aus dem Bio-Physikalischen Bereich verträgt sich auch mit der Strömungsvorstellung. Lebende Systeme sind anerkanntermaßen komplexe offene Systeme, die Energie-durchflossen sind und sich daher vom „toten“ Stoff nur graduell unterscheiden! Als Beispiel sei der Begriff „ch'i“ angeführt [14] (Bild 7).



Bild 7 „Ch'i“ aus Fernost wurde „Energie“ im Westen

„Das Zeichen in Bild 7 = ch'i hat nach dem ‚Chinesisch-Deutschen Wörterbuch‘ von Werner RÜDENBERG folgende Bedeutungen: L u f t , Gas, Äther, Dunst, Dampf; Hauch, A t e m ; Atmosphäre; E i n f l u ß , Ausfluß, Macht. L e b e n s k r a f t ; G e i s t , Gefühl, Zorn, Laune; W e s e n , Art, Benehmen, Zustand.

„Offenes System“ bedeutet eine bestimmte Struktur im Fließgleichgewicht (Bild 8), d.h. für zerfallende Teilstrukturen wird die gleiche Anzahl und Art wieder gebildet (Stoffwechsel). Das bedeutet eine ständige Strukturierung, gleichbedeutend mit Informationszufluss aus dem Transzendenten, welcher in seiner hoch komplexen Form „Bewusstsein“ genannt werden kann...

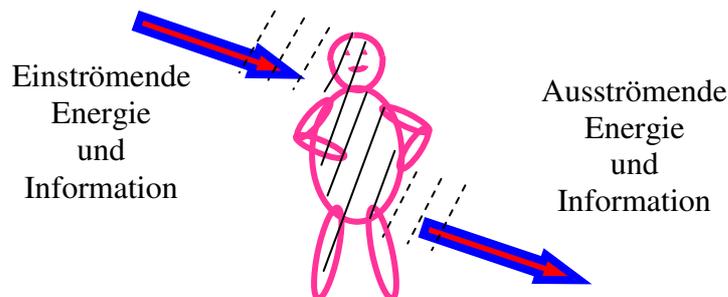


Bild 8 Der Mensch: Empfänger und Sender von Signalen

Auch Werner Heisenberg akzeptierte eine Lebens-Energie: „Das Argument, lebende Organismen seien nur mit den Gesetzen der Physik und Chemie zu erklären und es gäbe keine Vitalitätskraft, stimmt nicht mit der modernen Quantentheorie überein“ [15].

Abschließend darf man zusammenfassend formulieren:

**Stoff und Leben = Fließgleichgewicht  
zwischen Zu- und Abfluss von Energie und Information**

## 10 Zusammenfassung

„Energie“ allein bedeutet „Quantität“ (Nur Mengencharakter)

*Quanten-Struktur* = *Energie* + Information (Schwingungen/Wellen)

**(Feld-)Struktur ist ein Schlüsselwort:**

**Energetische Wirkungen stets bei Struktur-Änderungen!**

**Nichtlineare technische Strukturen wandeln (chaotische)**

**Energiestrukturen in Nutzenergie (Beispiel Verbrennungsmotor)**

Strömung von „Ungeformtem“ mit überlagerten Wellen und Wirbel ?

Stoff und Leben = **Fließgleichgewicht**

zwischen Zu- und Abfluss von Energie und Information

## 11 Literaturquellen

- [1] F. Zwicky: Entdecken, Erfinden, Forschen im morphologischen Weltbild; Droemer Knaur München 1966
- [2] Bundesminister f. Forschung und Technologie (Hrsg.): Erneuerbare Energien; Bonn 1992; ISBN 3-88135-244-9
- [3] Norbert Harthun: Energetische Wirkungen in Natur und Technik – Vergleichende Untersuchung ausgewählter Phänomene; Kosmische Evolution 1978 Nr. 1; S. 57-66
- [4] L. Bergmann; Cl. Schaefer: Lehrbuch der Experimentalphysik Bd. 1; W. de Gruyter + Co; Berlin 1965
- [5] H. Jodl; Felder; Akad. Verlagsges. Wiesbaden 1976 März 2005
- [6] J. Raffelski; B. Müller: Die Struktur des Vakuums; Harri Deutsch; Thun 1985
- [7] Thomas Görnitz: Quanten sind anders - Die verborgene Einheit der Welt; Heidelberg, Berlin, Spektrum, Akad. Verlag 1999; ISBN 3-8274-0571-8
- [8] Einstein A.; Infeld L: Die Evolution der Physik; rowohlt's deutsche enzyklopädie 1966
- [9] Aus einem Interview mit Prof. Anton Zeilinger von Th. Kramas in „Die Presse“ (Beilage ‚Spektrum‘) vom 22.7.2000 S. IX .
- [10] M. Jammer; Der Begriff der Masse in der Physik; Wiss. Buchgesellsch. Darmstadt; 2. Aufl. 1974
- [11] Editorial; Physik in unserer Zeit 31 (2000) Nr. 3 S. 131
- [12] W. Ostwald: Lebenslinien Bd. 2; Kap 8; S. 151-181
- [13] Norbert Harthun „Informationen zur Information“; raum & zeit Jg. 17 (1999)
- [14] Stiefvater, Erich W.: Die Organuhr; Haug Verlag Heidelberg, 4. Auflage 1976
- [15] zitiert in: Ludwig, Wolfgang: System-Informations-Therapie SIT; Balingen, Spitta 1994; 3-921883-11-3