Wer erzeugt die „Wärmestrahlung“ und wer die „Lichtstrahlung“?

geschrieben von Wolfgang Müller | 29. Juni 2014

Materie ist energiegeladen, bewegte Atome erzeugen Wärmestrahlung

Alle Materie ist aus Atomen zusammensetzt. Diese sind in ständiger Bewegung. Es gibt kein Atom im Universum, das keine Wärme abgibt. Mag diese Wärme auch noch so winzig sein, sie ist doch niemals gleich null. William Thomson (1824-1907), der spätere Lord Kelvin, ist der Frage nachgegangen, bei welcher Temperatur jedwede Atombewegung erlischt und alle Atome sich in absoluter Ruhe befinden. Er fand heraus, dass alle Gase sich bei 1 Grad Temperaturänderung um den 273,2-ten Teil ihres Volumens ausdehnen oder zusammenziehen. Daraus folgerte er, dass es einen absoluten Temperatur-Nullpunkt gibt, bei -273,2° Celsius (0 Kelvin). Bei dieser Temperatur ist der Wärmegehalt eines Stoffes, seine Energie, gleich null. Es ist zu vermuten, dass bewegte Atome die Quelle aller elektromagnetischen Strahlung sind. Die Atome enthalten Wärme. Wärme ist nichts anderes als die Bewegungsenergie der Atome und Moleküle. In festen Körpern ist es die Bewegungsenergie der Atome innerhalb eines Atomgitters.

Wärme ist die kinetische Energie der Molekülbewegung und somit die Temperatur der Luft aus der kinetischen Gastheorie gemäß der Maxwell-Boltzmann-Verteilung berechenbar. Bei einem Luftgemisch von 80% Stickstoff (N_2) und 20% Sauerstoff (O_2) ergibt sich eine mittlere Molekül-Geschwindigkeit von etwa 500 m/sec. Ein leichtes Wasserstoffmolekül (H_2) hätte eine mittlere Geschwindigkeit von etwa 1900 m/sec. Schwerere Gasteilchen wie CO_2 besitzen ob des größeren Molgewichts bei gleicher Temperatur eine wesentlich geringere Geschwindigkeit. Sie reduzieren die mittlere Geschwindigkeitsverteilung, wirken folglich kühlend.

Wärme tritt überall dort auf, wo Atome vorhanden sind, also Materie. Jeder materielle Körper hat ein Gewicht, ist schwer. Das Gewicht wird verursacht durch das Schwerkraftfeld der Erde. Die Schwer- oder Gravitationskraft ist eine „Elementarkraft“, die zum Erdmittelpunkt gerichtet ist. Sie nimmt nach außen mit dem Quadrat der Entfernung ab. Daher hat jeder Körper auf der Erdoberfläche eine potenzielle Energie. Hebt man eine Kugel hoch, so erhöht man deren potenzielle Energie, die beim Fallenlassen in kinetische Energie gewandelt wird. Rollt eine Kugel auf einer waagerechten Fläche, so verliert sie nach und nach ihre Bewegungsenergie. Das Rollen der Kugel ist mit Reibung verbunden. Diese erhöht die Temperatur, erzeugt Wärme. Derartige Roll- oder Trittspuren geben die Wärme als langwellige Wärmestrahlung ab. Diese ist für das menschliche Auge nicht sichtbar, aber sehr wohl für das infrarotsensible Auge einer Klapperschlange, die auf diese Weise in aller Ruhe Mäuse ortet, verfolgt und verschlingt.

Führt man einem Stoff, etwa einem Stück Eisen, Energie zu, dann erwärmt es sich und ab einer bestimmten Temperatur kann man mit der Haut die

Wärmestrahlung spüren. Deren Reichweite ist jedoch gering, vergrößert sich aber mit zunehmender Erhitzung. Erhitzt man das Eisenstück weiter, dann fängt es irgendwann schwach rötlich zu glühen. Bei weiterer Erhitzung geht die Rotglut in Gelbglut und schließlich Weißglut über. Das Eisen sendet nun nicht mehr nur unsichtbare infrarote Wärmestrahlung aus, sondern auch sichtbares Licht. Mit der Zunahme der Temperatur verschiebt das Maximum der abgestrahlten Energie in immer kürzere Wellenlängenbereiche. Es ist wie bei der Sonnenstrahlung, wo der Anteil der unsichtbaren Wärmestrahlung fast 50% der Gesamtstrahlung ausmacht. Es war Wilhelm Herschel (1738-1822), der im Jahr 1800 die Sonnenstrahlung durch ein Prisma leitete, in die Regenbogenfarben zerlegte und deren Temperaturen maß. Jenseits des Roten entdeckte er die Infrarotstrahlung. Die Gesamtenergie, die ein glühender Stoff abstrahlt, ist stets die Summe aus Wärme- und Lichtenergie.
Wenn auch Energie niemals ausgelöscht werden kann, so erleidet sie bei jeder Umwandlungsstufe einen Qualitätsverlust. Ein Anteil wird zu Wärme. Wenn kein Temperaturgefälle zur Umgebung mehr da ist, dann kann sie keine Arbeit mehr leisten, auch nicht mehr einen Raum heizen. Eine naturgesetzliche Eigenschaft der Wärme ist, dass sie stets vom Heißen zum Kalten fließt, niemals umgekehrt. Alle Materie hat nämlich das Bestreben, den ihr möglichen niedrigsten Energiezustand einzunehmen. Bringt man zwei Körper unterschiedlicher Temperatur zusammen, so wird sich der wärmere abkühlen, bis beide die gleiche Temperatur haben.
Die Wärmeenergie nimmt in der Natur eine Sonderstellung ein. Wärme fließt immer „bergab“, von höherer zu tieferer Temperatur. Das bedeutet: Zum Erwärmen eines Stoffes ist immer Energie nötig. Abkühlen tut er sich von ganz alleine. Aus dieser Beobachtung heraus formulierte Isaac Newton sein berühmtes „Abkühlungsgesetz“. Nur mittels Energiezufuhr kann Wärme Arbeit leisten, d. h. Wasser zum Verdampfen bringen, mit dem Dampf einen Kolben bewegen, somit einen Dynamo in Bewegung setzen und elektrischen Strom erzeugen. Mit diesem Strom kann man einem Raum beleuchten und einen Heizkörper erwärmen. Bei jedem Energieumwandlungsprozess geht ein Teil als Wärmeenergie unwiederbringlich verloren, vermindert sich die Arbeitsfähigkeit der ursprünglich erzeugten Energie.
Licht und Wärme sind beide elektromagnetische Wellen, die nur unterschiedliche Wellenlängen haben. Wärmestrahlung ist langwelliger als Lichtstrahlung, deren Spektrum von 0,4 bis 0,8 µm reicht. Wir Menschen können sie nur deshalb nicht sehen, weil die Nervenzellen unserer Augen auf sie nicht reagieren. Dafür können die Nervenzellen unserer Haut die Wärmestrahlung wahrnehmen, Gewinne wie Verluste registrieren, damit wir uns vor Überhitzung ebenso wie vor Unterkühlung schützen können. Bei Überhitzung fangen wir an zu schwitzen und nutzen die Verdunstungskälte zur Abkühlung der Haut. Bei Unterkühlung ziehen wir „nackte Affen“ Felle an, um den Wärmeverlust des Körpers zu reduzieren.
Nicht das Atom als Ganzes, nur seine Elektronen erzeugen Licht
Licht ist zwar auch elektromagnetische Strahlung, aber es spielt eine ganz besondere Rolle, denn es bildet die Grundlage für alles Leben auf der Erde. Vor allem ist das Licht die Energiequelle bei der Photosynthese. Die Photosynthese ist der Prozess, in dem die grüne

Pflanze aus Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) mit Hilfe des grünen Blattfarbstoffs (Chlorophyll) und des Sonnenlichts Kohlenhydrate ($C_6H_{12}O_6$, z. B. Zucker, Stärke) und Sauerstoff (O_2) produziert. In einem Jahr werden nach vorsichtigen Schätzungen 1010 Tonnen Kohlenstoff durch die Photosynthese fixiert, d. h. in Zucker bzw. Stärke umgewandelt. Diese riesige Menge an Kohlenstoff entspricht der Ladung eines Kohlenzuges, der fünfmal zum Mond und zurück reicht. Jeder Wagen enthalte 25 Tonnen Kohle und sei 10 m lang. Die Entfernung Erde – Mond beträgt 380 000 km. Der Zug hätte eine Länge von 3,8 Millionen km. Die Photosynthese ist der größte Syntheseprozess, den es auf der Erde gibt. Ohne CO_2 in der Luft käme er zum Erliegen und mit ihm alles Leben auf der Erde.
Aber wie wird die Entstehung von Licht physikalisch erklärt? Dazu muss man sich das Atom näher ansehen. Bei der Wärme sind es die ganzen aus positiven und negativen Ladungen aufgebauten Atome, die sich bewegen. Die Elektronen verharren auf ihren angestammten Schalen und schwingen mit. Steigt die Wärmezufuhr von außen und beginnt Eisen rot zu glühen, dann ändern die Elektronen plötzlich ihre Energiezustände. Sie verlassen ihre Schale und springen auf eine höhere, weiter außen gelegene Schale. Dies tun sie nicht freiwillig, sie werden durch Energiezufuhr dazu gezwungen. Die Elektronen wollen wieder in ihren Grundzustand und fallen auf die ursprüngliche Schale zurück, wobei sie die aufgenommene Energie als Lichtwelle mit ganz bestimmter Frequenz wieder abgeben. Licht ist eine Art „Fallenergie“ der Elektronen in der Atomhülle.
Man bedient sich bei dieser Beschreibung dem 1913 von Niels Bohr (1885-1962) entworfenen Atommodell. Dieses Modell ist unserem Sonnensystem entlehnt, wo Planeten auf geschlossenen Bahnen die Sonne umkreisen. Atome bestehen danach aus einem schweren, positiv geladenen Kern und leichten, negativ geladenen Elektronen, die in verschiedenen Schalen auf geschlossenen Bahnen den Kern umkreisen. Da die Anziehungskraft des Atomkerns auf die Elektronen mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, werden bei äußerer Energiezufuhr zuerst die äußeren Elektronen Schalensprünge ausführen, denn ihre Bindung an den kern ist am schwächsten. Der Licht-Tanz der Elektronen zwischen den Schalen geht solange weiter, wie dem Atom Wärme zugeführt wird. Wird bei einer glühenden Herdplatte der Strom ausgeschaltet, so kann man zusehen, wie die Rotglut und mit ihm das Licht verschwindet. Es dauert aber noch längere Zeit, bis die Herdplatte soweit abgekühlt ist, dass man sie berühren kann, ohne sich die Finger zu verbrennen. Auch hier zeigt sich, dass die Abkühlung automatisch erfolgt, die Erhitzung aber viel Energie erfordert.
Inzwischen ist die „Theorie der Elektronensprünge“ von Niels Bohr längst überholt. Ab etwa 1925 haben sich quantenmechanische Atommodelle durchgesetzt, die den Elektronen keine Bahnen mehr zuweisen, sondern nur von Aufenthaltswahrscheinlichkeiten sprechen. Unser Verstand wird stark strapaziert, wenn wir begreifen sollen, dass Licht, je nach Experiment, mal als Welle, mal als Teilchen erscheinen kann. Diese mangelnde Eindeutigkeit bzw. Unschärfe der elementaren Materie führte zu der Erkenntnis, dass die Natur im Bereich der Atome nicht mehr eindeutig und

dem Menschen verschlossen ist. Werner Heisenberg (1901-1976) hat diese Tatsache der Beobachtungsunschärfe im Quantenbereich als Erster erkannt und als Gesetz formuliert. Er erhielt dafür 1932 den Nobelpreis für Physik. Das menschliche Wissen hat also Grenzen, die die Natur selbst zieht. Die Natur will nicht, dass der Mensch alles über sie weiß. Wenn das für den Ist-Zustand schon gilt, wie viel schwieriger ist es dann, zukünftige Zustände zu berechnen und vorherzusagen? Meteorologen wissen ein Lied davon zu singen!

Spektralanalyse und „Treibhauseffekt“ vertragen sich nicht!

Wenn auch dem Mensch die inneratomaren Vorgänge mit dem „Tanz der Elektronen“ schleierhaft sind, so weiß er doch, dass jede Elementart einen einmaligen Atomaufbau hat, der sie von allen andern Elementen unterscheidet. Jedes Element zeigt beim Erhitzen eine für sie typische Art der Lichtaussendung. Gustav Kirchhoff (1824-1887) und Robert Bunsen (1811-1899) haben im Jahre 1859 die Spektralanalyse entwickelt und dabei erkannt, dass jedes Element in ganz charakteristischen Farben verbrennt. Dieser Umstand ermöglicht es, die genaue Zusammensetzung eines Stoffes zu bestimmen. Man muss den Stoff durch Erhitzen nur in den Gaszustand bringen, wobei jedes im Stoff enthaltene Element ein ganz bestimmtes Farbspektrum zeigt. Dies wird mit dem Spektrographen aufgezeichnet. Jedes Element sendet beim Verbrennen eine bestimmte Anzahl verschiedener Wellenlängen aus und bringt so ein immer gleiches Muster von Spektrallinien hervor, das kein anderes Element mit ihm teilt.

Jedes Element kann an den für es charakteristischen Spektrallinien identifiziert werden, so wie ein Mensch anhand seines Fingerabdrucks. Dies gilt aber nur für Atomgase mit ihren Linienspektren und Molekülgase mit ihren Bandenspektren. Heiße Festkörper zeigen weder Banden noch Linien, sondern fortlaufende kontinuierliche Spektren, die keine Elementbestimmung erlauben. Da jeder feste oder flüssige Körper ein kontinuierlicher Strahler ist, kann die Erde, deren atmosphärische Gase nur ganz selektiv auf ganz bestimmten Wellenlängen Strahlung absorbieren können, nicht an ihrer Abkühlung, der Wärmeabgabe durch Strahlung, gehindert werden.

In dem ganz entscheidenden Temperaturbereich mit Oberflächentemperaturen zwischen -50 und +100° Celsius ist die Atmosphäre transparent oder durchsichtig. Die Erde hat in dem Spektralbereich zwischen 8 und 12 Mikrometer ein „stets offenes Strahlungsfenster“, durch das ihre Wärmestrahlung ungehindert ins Weltall entweichen kann. Es gibt kein Zurück für sie! Keines der „Treibhausgase“ mit seinen stoffspezifischen Absorptionslinien kann dieses „Fenster“ schließen. Die Atmosphäre ist eine Gashülle und keine Glashülle, wie sie bei Gewächshäusern üblich ist. Letztere müssen aus Glas sein, weil zur Photosynthese Sonnenlicht unverzichtbar ist. Ebenso unverzichtbar ist auch das angebliche „Umweltgift“ CO2!

Oppenheim, dim Juni 2014 Dipl.-Met. Dr. phil. Wolfgang Thüne