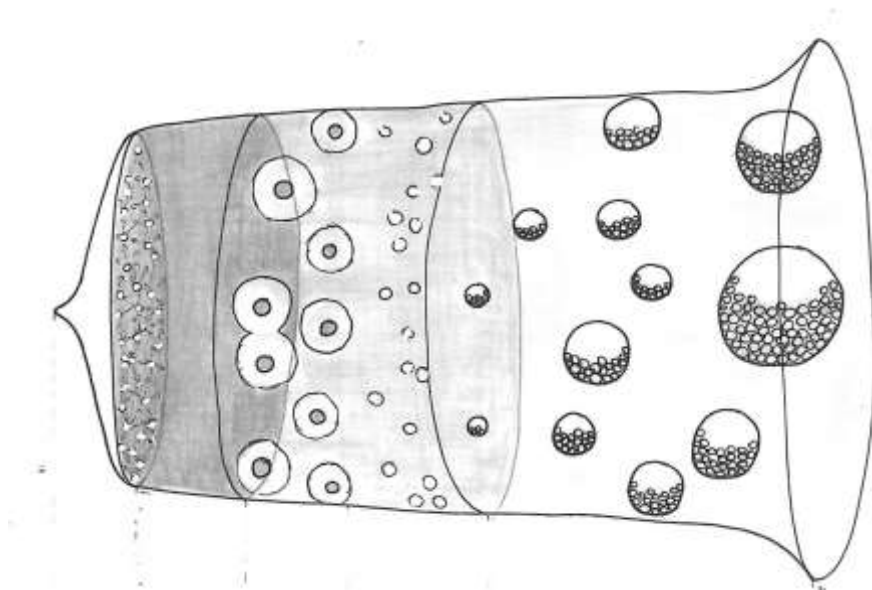


Europäische Wissenschaftstag der Jugend/ EUROPEAN SCIENCE DAY FOR YOUTH

Woher kommt das Licht- wohin geht es?!



Carolin Voigtländer

14 Jahre

Dr.-Wilhelm-Andre'-Gymnasium

Inhaltverzeichnis

1. Einleitung
2. Der Anfang von Allem
 - 2.1. Nichts gibt es nicht, oder doch?
 - 2.2. Eine Theorie aus dem Nichts
 - 2.3. 3 Minuten
 - 2.3.1. Planck-Ära
 - 2.3.2. GUT-Ära
 - 2.3.3. elektroschwache Ära
 - 2.3.4. Hardronen-Ära
 - 2.4. Der ewig andauernde Knall
3. Verschleierung ist bei uns verboten!
4. Erst Sonnenbrille, dann Blindenstock
 - 4.1. Hell, heller, Zeitalter der Helligkeit
 - 4.2. Licht aus!
5. Sterne!
 - 5.1. Sterne bilden sich und vergehen
 - 5.2. Population-III-Sterne
6. Unser Heimatstern
 - 6.1. Wer legt das Feuer nach?
 - 6.2. For ever alone
 - 6.3. Sieben Etappen und dann endlich *frei*
 - 6.3.1. Sonnenkern
 - 6.3.2. Zone des Strahlungstransportes
 - 6.3.3. Konvektionszone
 - 6.3.4. Photosphäre
 - 6.3.5. Chromosphäre
 - 6.3.6. Korona
 - 6.3.7. Heliosphäre
 - 6.3.8. Viele Tücken wenig Lücken
7. Tempo, Tempo!!!
 - 7.1. Michelson- Morley-Experiment
 - 7.2. Unveränderbar - zum Glück
 - 7.3. Ich hole dich schon noch ein...
8. Das winzig kleine macht Ärger
 - 8.1. Newton oder Huygens?!
 - 8.1.1. Newton - Die Korpuskeltheorie
 - 8.1.2. Hygens- Hygens'sche Prinzip
 - 8.1.3. Wellen-Teilchen-Dualismus
9. Wacklig, wacklig
10. Zusammenfassung
11. Quellen
12. Anhang

1. Einleitung

Wie kann es sein, dass ich hier sitze und mir den Kopf über die Reise des Lichtes zerbreche? Anfangs dachte ich, Licht ist doch ein leichtes Thema. Jedem ist es bekannt, jeder weiß was mit dem Begriff anzufangen und vor allem, jeder bildet sich ein zu wissen, was Licht ist. Doch während meiner Recherchen wurde mir allmählich klar worein ich jetzt mich verstrickt hatte, aber jetzt dieses Thema fallen lassen war unmöglich. Wer möchte den nicht ein riesiges Geheimnis erfahren? Das Geheimnis des Lichtes ist das größte überhaupt. Denn es hat alles mitbekommen. Stelle man sich mal vor, die Photonen würden mit uns reden können. Das älteste Licht könnte uns Geschichten erzählen, die vor 13,7 Milliarden Jahren geschahen erzählen.

Als Frau Leitner ihr Buch „*Als das Licht laufen lernte*“ an der TU Chemnitz vorstellte, begeisterte ich mich sofort für dieses Thema. Da ich mich sowieso für die Naturwissenschaften interessiere, ging ich zu ihrer Buchvorstellung. Nach zwei Stunden hochinteressantem Vortrag war mir klar: dieses Buch muss ich haben und ist für die kommenden Monate eine Beschäftigung wert.

2. Der Anfang von Allem

Eine Theorie besagt, dass ein riesiger Knall und damit die Expansion eines winzig kleinen Punktes (vielmehr ein „Beinahe- Nichts“) der sich im absoluten Nichts befand, der Beginn unseres heutigen Universums und allem was darin herum schwirrt, war. Diese Theorie wird Urknall- Theorie oder auch „Big-Bang“ (Dieser Titel kam von Gegnern der Urknall-Theorie, die diese ins Lächerliche ziehen wollten. Die Wirkung hat es total verfehlt...) genannt. Über den Auslöser sowie den Knall an sich gibt es nur äußerst wacklige Spekulationen. Es könnte sein, dass der Auslöser ein Ungleichgewicht des Nichts war. Problem ist in der Quantenmechanik, dass es das Kausalitätsprinzip da gar nicht gilt. Das heißt, es wird kein Grund benötigt, um etwas zu machen... Das macht diese ganze Sache noch ein wenig komplizierter.

2.1. Nichts gibt es nicht, oder doch?

Für uns ist es völlig unvorstellbar, dass es einmal vor 13,7 Milliarden Jahren Nichts gab. Vor dem Urknall soll alles Nichts gewesen sein, außer der kleine Punkt aus dem wir sind. Heute noch breitet sich unser Universum im Nichts aus. Alles Theorien, aber unser Universum könnte sich auch in einem Raum voller anderen Universen ausbreiten.

2.2. Eine Theorie aus dem Nichts

Wie kamen die Wissenschaftler denn überhaupt auf die Idee, dass unser Universum durch einen winzigen „Punkt“ entstand und nicht schon immer so war? Die typische Trichterform, in der die Expansion des Universums verläuft, stellt ja auch eindeutig dar, dass am Anfang ein winziges „Etwas“ gewesen sein muss. Dieses „Etwas“ breitete sich am Anfang in nahezu Lichtgeschwindigkeit aus....

Aber gibt es denn auch Beweise dafür? Ja und zwar der einfachste und auch alltäglichste Beweis der Expansion des Universums ist unser Nachthimmel! An diesem können wir, an wolkenfreien Abenden und Nächten, vereinzelt funkelte Sterne beobachten. Wenn nämlich unser Universum seit immer existieren würde und somit auch unendlich groß wäre, müsste unser Himmel von unendlich vielen Sternen bedeckt sein. Somit würde der Himmel hell und gleichmäßig erleuchtet sein. Ist er aber nicht!

Forscher haben jetzt auch den ersten direkten Beweis gefunden und zwar in der kosmischen Hintergrundstrahlung. Hintergrundstrahlung ist eine Strahlung, die überall aus dem All gleichmäßig strahlt. Diese langwelligen Mikrowellenphotonen sind, nach heutigem Wissensstand, der Beweis.

2.3. 3 Minuten

Die ersten drei Minuten des Universums waren zugleich auch die allerwichtigsten und entscheidendsten. In denen ist zum Beispiel die gesamte Materie entstanden.

2.3.1. Planck-Ära

Das ist die letzte Zeitepoche die sich annähernd mit physikalischen Gesetzen erklären lässt. Aber diese Epoche ist schon 10^{-43} Sekunden nach dem riesigen Knall. Was davor ist wird wahrscheinlich für uns noch ein bisschen verborgen sein, aber ich vermute, in ein paar Jahrzehnten ist dies der Menschheit kein Rätsel mehr.

Die Planck-Ära beschreibt eine Welt, als alle Energie noch auf einem Punkt gebündelt war. Dies sind die kleinsten und logischsten Einheiten.

In dieser Zeit war unser Universum 10^{32} Kelvin heiß, im Vergleich jetzt sind es nur noch frostige 3,15 Kelvin. Es war 10^{-33} Zentimeter klein, war 10^{94} Gramm pro Kubikzentimeter dicht und besaß somit eine Dichte von 10^{-8} Gramm. Im Vergleich zu seinen jetzigen Dimensionen ist das fast nichts.

In dieser Ära war aber auch die vollkommene Symmetrie. Aus Energie formten sich Teilchen und Antiteilchen, die dann sofort wieder zu Licht wurden.

2.3.2. GUT-Ära

10^{-34} Sekunden nach dem Knall, den keiner hörte, begann die GUT-Ära. Das Universum kühlte in diesen Sekundenbruchteilen um 10^3 Kelvin ab. Es verändert sich also einiges im Vergleich zur Planck-Ära, aber eins blieb bzw. bleibt: Das ist sehr wackliges Terrain...

Das Wichtigste und Entscheidende ist aber, dass in dieser Ära sich die sogenannte GUT-Kraft und die Gravitation bildeten. Die Gravitation teilte sich in die elektroschwache und die starke Kernkraft. Dies hatten riesige Auswirkungen auf das *gesamte Universum*. Damals hatte das Universum noch die Größe eines einzigen Atomkerns, es blähte sich nämlich schlagartig auf die Größe des heutigen Sonnensystems aus.

2.4.3. elektroschwache Ära

Wenn es keinen Unterschied zwischen masselosen Photonen und den schwergewichtigen Bosonen gibt ist man in der elektroschwachen Ära angelangt. Während dieser Zeit waren auch der Elektromagnetismus und die schwache Kernkraft noch vereint.

2.3.4. Hardronen-Ära

10^{-10} Sekunden begann dann endlich die nächste Ära. Diese Ära schaffte es, dass der erste Symmetriebruch im Universum stattfand. Bei 1.012 Kelvin musste das witzige Identitätswechselspiel aufhören. Der Grund dafür, es war einfach schon zu kalt. Zuvor war das Tauschen der Identität aber kein Problem, also machten das die Photonen auch. Zwei Photonen trafen zusammen und ein Proton und ein Antiproton entstanden. Da diese sich hassten, vernichteten sie sich nach kurzer Zeit wieder und entsprechend ihrer Masse entstanden wieder zwei Photonen...

Nur irgendwann war der Spaß zu Ende, denn auf jeweils 1.000.000.000 glückliche Teilchen- Antiteilchen-Paare blieb ein Überbleibsel übrig, das leider keinen Partner fand. Aus diesem traurigen Single wurde aber Materie. Das heißt, es gibt 1.000.000.000-mal mehr Licht als Materie. Das war schon 10^{13} Sekunden nach dem Urknall so und wird auch noch eine Weile so weiter sein. Wir sind somit nur das Resultat eines winzigen Symmetriefehlers.

2.4. Der ewig andauernde Knall

Heute noch können wir den Urknall-Schall *hören*. Unsere Ohren natürlich nicht, aber z.B. Mikrowellenantennen.

Eigentlich sollte nur die Kommunikation revolutioniert werden, dabei stießen aber die beiden Physiker Arno Penzias und Robert Woodrow Wilson auf ein riesiges Problem. Die höchst empfindliche Mikrowellenantenne nahm die gesamte Zeit, egal in welche Richtung man diese ausrichtete, ein lästiges Rauschen auf. Nur durch diesen Zufall bekamen sie den Nobelpreis. Denn sie hatten die kosmische Hintergrundstrahlung entdeckt und damit endlich einen Beweis für die Urknall-Theorie.

3. Verschleierung ist bei uns verboten!

Tja... hätte das Universum 380.000 Jahre nach dem Urknall das durch setzen können, wäre es für die Wissenschaft ein Leichtes zum Urknall hinzuschauen. Das Universum hielt sich aber nicht dran und so können wir bis genau 380.000 Jahre nach dem Urknall zurückschauen, aber nicht mehr. Das Universum ist bis dahin ziemlich gut erforscht...

Was man aber sicher sagen kann ist, dass das Universum zu diesem Zeitpunkt 3.000 K warm war und in einem wunderschönen Rot strahlte.

Bis zu 380.000 Jahre war der Kosmos einfach noch so dicht, dass freie Elektronen und Ionen einfach so umherschwirrten. Das hatte zur Folge, dass die Photonen nur hin und her geschupst wurden. So gemein konnten Elektronen und Ionen aber nicht ewig sein. Als das Universum durch die Expansion aber schon groß genug war und die Temperaturen weit genug gesunken waren, konnten sich die Atomkerne der Elektronen annehmen, ohne Gefahr zu laufen, dass sie von den Photonen wieder zerrissen werden. Somit konnte dann das Licht erstmals ungehindert anfangen, durch das Universum zu strahlen. Diese Strahlung ist die schon erwähnte Hintergrundstrahlung. Diese wurde durch die Expansion des Raums immer langwelliger und schwächer.

4. Erst Sonnenbrille dann Blindenstock

Ein Wechsel zwischen extremer Helligkeit und anschließender kompletter Dunkelheit.

4.1. Hell, heller, Zeitalter der Helligkeit

Zwei Millionen Jahre existierte das Universum schon und die Temperaturen lagen bei gemütlichen 1.000 K. Zu dieser Zeit strahlte auch das Universum rot, nicht stark aber es leuchtete. Somit hat dieses Zeitalter den Titel verdient.

4.2. Licht aus!

Mit nur noch 700 K und einem Alter von drei Millionen Jahren war es dunkel im Raum. Das Licht war *verschwunden*.

5. Sterne!

Wie sich die Sonne z.B. gebildet hat ist ja total einfach, aber wie konnten die aller ersten Sterne entstehen? Es gab doch nur Helium und Wasserstoff?

Was haben diese Sterne dann mit uns zu tun?

5.1. Sterne bilden sich und vergehen

Unsere Sonne hatte es einfach zu entstehen, aber wieso?! Der Stern-Gas-Stern-Zyklus erleichterte es den Sternen, die nicht zur Population III gehörten. Im Kosmos gibt es einen einwandfreien Wiederverwendungsprozess. Ein Stern strahlte eine Weile, bis die Brennvorräte verbraucht waren. In dieser Zeit bildete er im Inneren schwere Elemente, wenn alles aufgebraucht war, wurde der Kern zu einem „Weißen Zwerg“ oder einem Neutronenstern (nur bei kleinen bis mittelgroßen Sternen). War er ein großer Stern wurde sein Kern zu einem „Schwarzen Loch“. Die Hülle blähte sich auf und bei kleinen Sternen entstand „Planetarischer Nebel“. Die Sterne über drei Sonnenmassen legten einen auffälligeren Abgang hin, in einer Supernova a sich die Hülle vom Kern. Egal wie groß der Stern war und auf welche Weise er verschwand, alle gaben Bestandteile an das Universum zurück. Damit auch die schweren Elemente, die der Stern in seinem Leben gebildet hat. Diese Metalle und Bestandteile wurden mit anderen Molekülen des Universums gemischt. Solche Molekülwolken zogen immer mehr Masse an sich, bis die Wolke kollabierte. Durch den Kollaps entstand ein neuer Stern und der Zyklus konnte weitergehen.

5.2. Population-III-Sterne

Wenn schon schwere Moleküle vorhanden waren, war die Bildung eines neuen Sterns leicht. Die Ersten schafften es auch trotz feindlicher Bedingungen. Das Schlimmste war, dass vor den ersten Sternen eigentlich alles im Gleichgewicht war. Das bedeutete, es gab auch keine Dichteunterschiede. Aber diese muss es gegeben haben! Eine winzige Abweichung- und durch diese konnten die Sterne entstehen, ähnlich wie die darauffolgenden. Der einzige Unterschied war, dass Wasserstoff und Helium sich eigentlich nicht gerne binden und diese Sterne mit nur einem kurzen Leben gesegnet waren.

6. Unser Heimatstern

Nur der Sonne haben wir diesen Platz- Erde zu verdanken, genau genommen, diese lebensfreundlichen Bedingungen auf ihr. Und wieder mal hat man es hier mit einem riesigen Zufall zu tun.

6.1. Wer legte das Feuer nach?

Über Jahrtausende wurden Theorien aufgestellt, warum die Sonne *brennt*. Lange Zeit war es für die Menschen klar, dass es ein riesiges Feuer war, was von Göttern immer bewacht und wenn nötig, nachgelegt wurde.

Die Wissenschaftler glaubten nicht daran, aber es gab keinen eindeutigen Beweis, dass es nicht so war. Als Albert Einstein dann mit der Theorie $E=mc^2$ bewies, dass es eine Gaskugel ist, die dank ihrer enormen Masse lange brennen kann und auch noch eine Weile brennen wird. Unsere Sonne ist jetzt erst einmal bei ihrer Halbwertszeit angekommen (4,6 Milliarden Jahre versorgte sie ihre Umgebung mit Licht und damit auch mit Wärme). Die Sonne hat einiges zu verbrennen. Ihre Masse beträgt $1,989 \times 10^{30}$ kg. Das klingt extrem viel und das ist es auch, aber man muss daran denken, dass sie in einer Sekunde 4.000 kg Wasserstoff zu Helium fusioniert.

6.2. For ever alone

Die Sonne ist eigentlich ein ganz normaler Stern, aber mit der Besonderheit, dass sie keinen Zwilling hat. Die meisten Sterne haben einen zweiten Stern nah an sich dran. Unsere Sonne setzte sich aber durch und zerstörte wahrscheinlich ihren Parallelstern. Und nur durch diesen Drang der Sonne, alleine zu sein, konnten überhaupt die gesamten Planeten in unserem heutigen Sonnensystem entstehen und auch bestehen und nicht sofort wieder zerstört werden.

6.3. Sieben Etappen und dann endlich *frei*

Die Sonne besteht aus insgesamt sieben *Schichten*, durch die sich das Licht durcharbeiten muss um endlich in die Weiten des Kosmos zu gelangen.

6.3.1. Sonnenkern

Im Inneren der riesigen Gaskugel befindet sich der Kern. Dieser ist mit einer Temperatur von 15.000.000 K die heißeste Schicht der Sonne. Hier entsteht auch das Licht, was wir dann auf der Erde wahrnehmen können, durch Kernfusion. Solche Kernfusion ist nur bei enorm hoher Temperatur möglich. Darum entsteht Licht nur hier und nicht in den anderen Schichten der Sonne. Die Strahlung ist harte Gammastrahlung und wir können uns glücklich schätzen, dass diese nicht so auf die Erde kommt. Das wäre unser Ende.

6.3.2. Zone des Strahlungstransportes

Die anschließende Schicht ist nur noch 10.000.000 K heiß- schon zu kalt um Kernfusion zu betreiben. Diese Zone hat es aber besonders in sich. In dieser Schicht wird das Licht wild umhergestreut und verliert damit viel Energie. Dieser Energieverlust hat zur Folge, dass die harten Gammaphotonen zu etwas weicheren Röntgenphotonen werden.

6.3.3. Konvektionszone

In dieser Schicht werden die Photonen weiter gezähmt und Röntgenstrahlung oder UV-Strahlung verlässt diese Zone. Mit nur noch 2.000.000 K ist diese Zone im Vergleich zum Kern frisch.

Für die Photonen ist es hier aber ganz und gar nicht angenehm, denn sie können diese Zone nur durch Granulen (=große Blasen, die das Licht wie Fahrstühle von der Grenze der Zone des Strahlungstransport bis zur Photosphäre transportieren) durchqueren.

6.3.4. Photosphäre

Mit dem Erlangen dieser Schicht ist für die Photonen das Schlimmste geschafft, mit 5.800 K die kälteste Zone. Hier ist das Licht so schwach, dass es im sichtbaren Bereich bis infraroten Bereich strahlt. Von hier können Photonen die Sonne leicht verlassen.

6.3.5. Chromosphäre

Mit 10.000 K wird es hier wieder wärmer und die Photonen bekommen wieder mehr Energie. Für diese Zone sind die Plasmaströme entlang der Magnetfeldlinien prägnant.

6.3.6. Korona

Hier geht es wieder wesentlich rasanter zu, mit mehreren Millionen Kelvin ist es auch nicht zu kalt. Der Energieschub macht sich deutlich erkennbar, die Photonen stahlen mit Röntgenstrahlung. Hier gelangen auch Teilchen weit in den Raum, denn die werden entlang der Magnetfeldlinien *rausgeschossen*.

6.3.7. Heliosphäre

Hier entstehen die Gebilde, die wir manchmal von der Erde aus sehen können, die riesigen Sonnenwinde. Bei diesen Ausbrüchen werden geladene Teilchen bis zu 150 astronomische Einheiten in den Raum blitzartig transportiert.

6.3.8. Viele Tücken, wenig Lücken

Da die Photonen überall aufgehalten werden und hin und her gestreut werden dauert es ewig. Und diese Schichten sind ja auch nicht gerade dünn, wenn man bedenkt, dass die Sonne einen Radius von 695.800 km hat.

Wissenschaftler vermuten, dass ein Photon von seiner Entstehung im Kern bis zu uns auf die Erde, circa 100.000 bis 200.000 Jahre benötigt. Durchschnittlich! Im schlimmsten Fall ist das Licht, dass bei uns auf der Netzhaut ankommt, 30 Millionen Jahre alt!!!

7. Tempo, Tempo!!!

Über das Licht und vor allem über Lichtgeschwindigkeit wurde viel spekuliert und auch experimentiert. Viele Experimente misslangen.

7.1. Michelson- Morley-Experiment

Wie dieses Experiment deutlich zeigt: mit allem kann man für immer in den Büchern stehen, auch für total misslungene oder gar falsche Sachen.

Die zwei Amerikaner Albert Abraham Michelson und Edward Williams Morley dachten sich 1887, das Licht benötigt ein Medium, um sich fortbewegen zu können, ähnlich wie bei Wasser- oder Schallwellen und benannten dieses, noch nicht nachgewiesene Medium „Ätherwind“. In diesem Experiment wurde ein Lichtstrahl parallel mit dem Ätherwind gestartet. Dieser Strahl traf auf einen Spiegel, der einen Teil des Lichtes weiterhin parallel zu dem Medium strahlen gelassen und den anderen Teil senkrecht zu dem Medium geleitete. Die zwei Lichtstrahlen hatten die gleiche Länge die sie zurücklegen mussten, nur einmal parallel zum Äther und einmal senkrecht zu ihm. Die Zwei Forscher erwarteten, dass der Lichtstrahl parallel zum Ätherwind schneller sei als der andere. Somit wollten sie ja den Äther nachweisen. Aber alles kam anders. Mit diesem Versuch wiesen sich nicht den Äther nach sondern eine Naturkonstante nach, nämlich das Licht kein Medium benötigt und dass Licht sich unter gleichen Bedingungen immer gleich schnell bewegt. Am Schnellsten sind die Photonen im Vakuum, weil da nichts ist, woran die Photonen stoßen könnten.

7.2. Unveränderbar - zum Glück

Die Lichtgeschwindigkeit ist ein Naturgesetz und damit fest, anders als Raum, Zeit oder Masse.

Mit 299.792,458 Kilometer pro Sekunde ist das Licht das Schnellste überhaupt. Und wir können froh sein, dass Licht überall gleich schnell ist, denn sonst würden viele Informationen, die wir über die Augen aufnehmen, durcheinander geraten.

Zum Beispiel lege ich ein Blatt auf meinen Schreibtisch. Wenn das Licht aber langsamer wäre, könnte es passieren, dass ich mein Blatt nicht sehe, aber den Stift in meiner Hand, mit dem ich auf meinem noch unsichtbaren Blatt schreibe!

7.3. Ich hole dich schon noch ein...

Die Idee, schneller als das Licht zu sein, klingt unwirklich und ist sie auch. Denn Licht ist das Schnellste und vor allem Masseloseste. Wenn ich vorhätte, über die knapp 300.000 Kilometer pro Sekunde zu kommen, stehe ich vor einer unlösbaren Aufgabe. Ich ignoriere jetzt einfach einmal die Tatsache, dass es kein *Ding* gäbe, was solche Temperaturen, durch die Reibung, aushalten könnte.

Um mich so schnell fortzubewegen zu können benötige ich viel Energie. Um solche Mengen Energie zu gewinnen benötige ich viel Masse -> je mehr Masse ich besitze, umso mehr Energie benötige ich um mich fortzubewegen. Dies ist ein ewiger Kreislauf. Nur wenn man es schaffen könnte, solche Energiemengen ohne Masse zu gewinnen und man selber nichts wiegen würde, könnte man sich in Lichtgeschwindigkeit bewegen. Zum Glück bewegen wir uns nicht so schnell. Wenn wir schneller als das Licht wären, würde um uns alles dunkel sein. Denn wo wir uns dann befänden wäre das Licht noch nicht angelangt.

8. Das winzig kleine macht Ärger

Das Licht besitzt Eigenschaften von Wellen, aber auch von Teilchen vorzuweisen. Je nachdem, was man messen möchte, *verändert* es sich. Licht verhält sich zwar wie eine Welle und wie ein Teilchen, ist aber weder Welle noch Teilchen!

8.1. Newton oder Huygens?!

Der Allererste, der sich mit dem Lichtspektrum beschäftigte, war Sir Isaac Newton. In den 1660-er Jahren konzentrierte er sich auf das Prisma. Damit fand er auch heraus, dass Licht *bunt* ist und nicht das Prisma das Licht einfärbte. Somit war Newton ein Verfechter der Korpuskeltheorie (Korpuskeln sind viele winzig kleine Teilchen).

Christaan Huygens sah die Sache mit dem Licht vollkommen anders. Für ihn war das Licht eine Art Welle, die sich durch den Raum ausbreitet.

8.1.1. Newton - Die Korpuskeltheorie

Die kleinen Lichtteilchen werden gradlinig von der Lichtquelle ausgesendet. Dabei ist die Geschwindigkeit des Lichtes abhängig von der Geschwindigkeit der Quelle. Die Spektralfarben entstanden, laut seiner Theorie, aus den unterschiedlichen Größen der Lichtteilchen. Diese Punkte konnte er noch gerade so erklären, aber nicht die Effekte wie Beugung oder Brechung.

8.1.2. Hygens- Hygens'sche Prinzip

Er sagte, dass jeder Punkt einer Wellenfront als ein Ausgangspunkt für eine neue Welle dient. Treffen die Lichtwellen auf unterschiedliche Medien, verändert sich die Geschwindigkeit der Ausbreitung und es kommt zur Brechung. Trifft Licht auf den Rand eines Hindernisses wird es gebeugt (dieses Prinzip hat heute noch Gültigkeit). Seine Theorie besagte, dass Licht ein Medium braucht.

In der Theorie klang das alles fantastisch, der einzige Haken daran war, dass er diese Phänomene nicht experimentell beweisen konnte.

8.1.3. Wellen-Teilchen-Dualismus

Den Streit gewann genaugenommen keiner oder doch beide?! Im tiefsten Inneren herrschen die Gesetze der Quantenmechanik. Das Problem daran ist, wenn man die kleinsten Strukturen beobachten will verändern sie sich immer und lassen uns keinen Blick darauf werfen.

9. Wacklig, wacklig

Im Jahre 1927 formulierte Werner Heisenberg die Heisenberg'sche Unschärferelation. Die besagt, je näher wir an das ganz kleine ran gehen, um es zu beobachten, desto mehr schwingt es hin und her.

Er erkannte, dass es sogar zwei verschiedene Arten von Unschärfe gibt: die Unbestimmtheit in Ort und Impuls und die Unbestimmtheit in Energiemenge und Zeitraum. Zu diesen Unschärfen formulierte er zwei Gleichungen

Ortunschärfe x Impulsunschärfe = Planck'sches Wirkungsquantum

Energieunschärfe x Zeitunschärfe = Planck'sches Wirkungsquantum

Und somit ist auch die Natur im Inneren eine äußerst schwankende Angelegenheit. Hier kann man weder Ort, Zeit, Energie und Impuls genau bestimmen. Zudem kommt auch noch, dass in dieser Welt des Kleinen das Kausalitätsprinzip nicht wirkt.

10. Zusammenfassung

Das Licht lässt sich ungern in die Karten schauen. Das hat es schon ganz früh vor 13,7 Milliarden Jahren gelernt und kann es heute immer noch. In den letzten hundert Jahren ist die Forschung weit fortgeschritten, aber ganz gelöst ist das Rätsel bis heute nicht und es ist nicht ausgeschlossen, dass in ein paar Jahrzehnten alles anders aussieht und wir uns alle nur in eine fixe Idee verrannt haben. Ich hoffe das mal nicht, denn dann wäre meine Arbeit einfach nur ein etwas außergewöhnliches Märchen ohne Prinz und Prinzessin.

„Die Wissenschaft fängt erst da an interessant zu werden, wo sie aufhört.“- Justus von Liebig

11. Quellen

„Als das Licht Laufen lernte“ Daniela Leitner

https://www.planet-wissen.de/natur_technik/weltall/universum/urknall.jsp

„Alpha Centauri“ Harald Lesch (Folge:38, 80, 110, 91, 8, 171, 132, 21, 96, 150)

http://www.physik.wissenstexte.de/unschaerfe_II.htm

12. Anhang

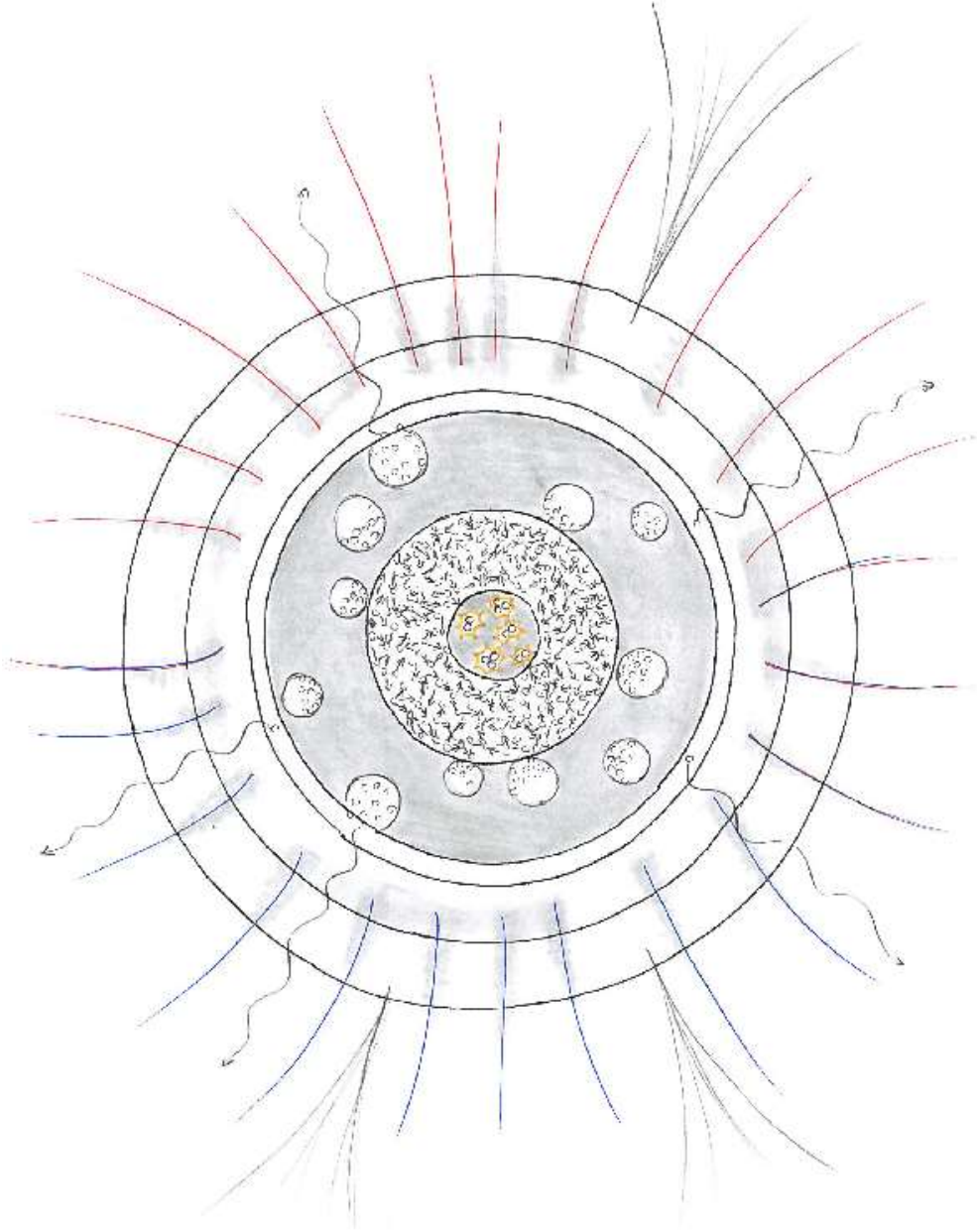


Abb.:1Sonnen-Schalen-Schema

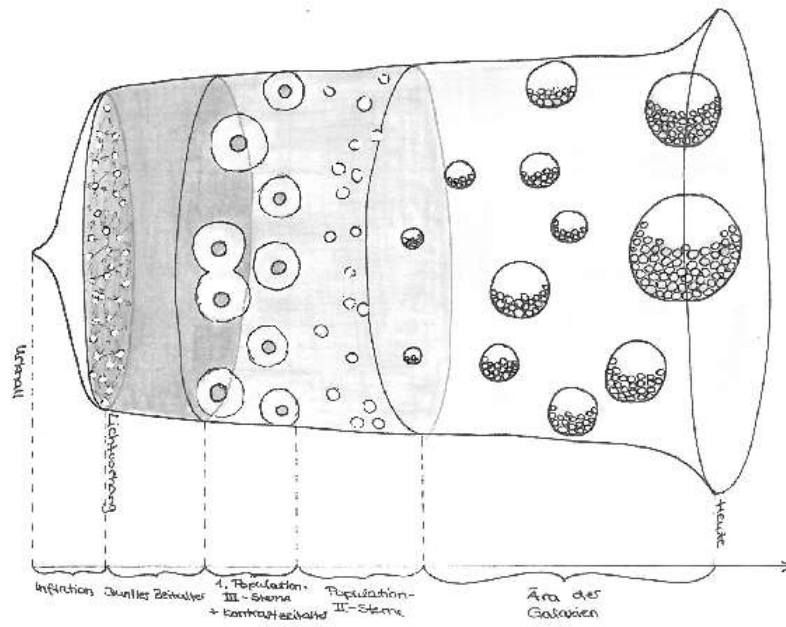


Abb.: 2 Urknall-Modell