

ISAAC NEWTON

Lycée Ermesinde



Élève: Meo Majerus Malget
Tuteur : Alexandre Bara
Classe : 4C2

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Wer war er?	3
1 Leben	3
1.1 Geburt-1642	3
1.2 Rückkehr der Mutter-1653.....	4
1.3 King's School Grantham -1655-1660.....	4
1.4 Studium am Trinity College Cambridge – 1661-1665.....	5
1.5 Die Pest - Sommer 1665	5
1.6 Das Annus Mirabilis - 1666.....	6
1.7 Professor am Trinity College – 1667-1678	6
1.8 Nervenzusammenbruch – 1678	6
1.9 Die Rückkehr - 1684.....	6
1.10 Das Meisterwerk – 1687.....	6
1.11 Ende der Karriere – 1699.....	7
1.12 Royal Society – 1703.....	7
1.13 Tod - 1726.....	7
2 Philosophia Naturalis Principia Mathematica	8
2.1 Newtonsche Gravitation.....	8
2.1.1 Entdeckung.....	8
2.1.3 Zentralkraft.....	9
2.1.4 Gravitationsgesetz.....	9
2.1.5 Gewicht.....	9
2.1.6 Gleichung der Gravitation	10
2.1.7 Erklärung der Gleichung	10
2.2 Newtonsche Axiome.....	10
2.2.1 1. Newtonsche Axiom.....	10
2.2.2 2. Newtonsche Axiom.....	11
2.2.3 3. Newtonsche Axiom.....	13
3 Optik.....	14
3.1 Natur des Lichts	14
3.1.1 Weiße Licht.....	14
3.1.2 Spektrum	15
3.1.3 Entdeckung.....	15
3.1.4 Dispersion.....	16
3.1.5 Beispiel	16

3.1.6	Brechungsindex	17
3.2	Teleskope.....	17
3.2.1	Linsenteleskope.....	17
3.2.2	Spiegelteleskop.....	18
4	Schlusswort	19
5	Quellen	20
5.1	Informationen	20
5.2	Bilder	21

Vorwort

Ich widme mein diesjähriges Trapé der Koryphäe Isaac Newton, denn Er, obwohl seiner Zeit weit voraus war und die Wissenschaft mit riesigen Schritten vorangebracht hat, ist er in unserem Zeitalter in Vergessenheit geraten. Dieser Vergessenheit und Ahnungslosigkeit angesichts eines der größten Wissenschaftlers der Menschheit möchte ich gerne entgegensteuern. Auch ich musste mir eingestehen, dass mir Isaac Newtons ein Begriff war, ich jedoch keine wissenschaftlichen Erfolge oder Theorien mit ihm in Verbindung bringen konnte. Deswegen freue ich mich auch dieses Jahr mein eigenes Wissen und meinen eigenen Verstand anzuregen und meinen Wissenshorizont mit interessanten Erkenntnissen zu erweitern. Ich werde sowohl auf Isaacs Forschungen als auch auf seinen Lebensverlauf eingehen und versuchen das Interesse meiner Leser wach zu kitzeln.

Wer war er?

Isaac Newton wurde am 4 Januar 1643 in Woolsthorpe in Lincolnshire, England geboren und starb am 20 März 1726 in Kensington, London, im Alter von 84 Jahren. Isaac war ein englischer Philosoph und Naturwissenschaftler, welcher als Erfinder der Gravitationslehre gilt und die drei Newtonschen Axiome formulierte. Ebenfalls war er der Entdecker des mehrfarbigen Lichts. (1)(2)[1]

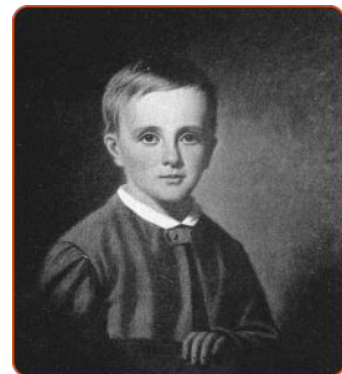


1 Leben

1.1 Geburt-1642

Isaac Newton war der Sohn eines sehr erfolgreichen Schafzüchters, sein Vater trug denselben Vornamen „Isaac“, er verstarb auf tragische Weise 3 Monate vor seiner Geburt. Klein und schwach gebar Hannah Ayscough Isaac zur Welt und niemand glaubte, dass er überleben würde, ganz zu schweigen davon, dass er das hohe Alter von 84 Jahre erleben würde. Da seine Mutter nun allein war, heiratete sie ein zweites Mal, den Pfarrer Barnabas Smith der „Church of North Witham“ und lies ihren kleinen Sohn mutterseelenallein zurück.

Isaac wuchs bis zu seinem 10 Lebensjahr bei seiner Großmutter, Margery Ayscough und seinem Onkel auf einem Bauernhof auf, wo er die Dorfschule in Skillington und Stoke besuchte. Der damalige Verlust der Mutter in jungen Jahren, soll auch der Grund für sein kompliziertes Wesen sein. Isaac litt schon in jungen Jahren an Psychosen, welche die Betroffenen den Bezug zur Wirklichkeit verlieren lassen. Das Abwenden seiner Mutter entfachte einen abgrundtiefen Hass gegenüber ihr und seines Stiefvaters, denn wie man im späteren Verlauf seines Lebens herausfand, wollte er deren Haus sogar abfackeln. [2]



Von Anfang an stand fest, dass Isaac Newton den Betrieb seines verstorbenen Vaters weiterführen müsste. Jedoch hielt sich Isaacs Begeisterung an der Landwirtschaft sehr in Grenzen und zeigte vielmehr Interesse an Höherem, wie zum Beispiel an der Lektüre von Büchern. (3)(4)(6)(7)(8)(9) (10)

1.2 Rückkehr der Mutter-1653

Nach neun Jahren, nach dem Tode ihres zweiten Ehemannes, kehrte die Mutter wieder an ihren Heimatsort zurück. Allerdings kehrte sie nicht allein zurück, sondern mit 3 Kindern aus der vorherigen Ehe, Isaacs 3 Halbgeschwister. (3)(4)(6)(7)(8)(9)(10)

1.3 King's School Grantham -1655-1660

Im Verlauf der Jahre, wechselte Isaac von der Dorfschule in Woolstrophe auf die Lateinschule Kings School in Grantham. Dort wurde er wegen seines verschlossenen und speziellen Charakters, zum Außenseiter und ebenso von seinen Mitschülern gehänselt. Seine Mutter gab ihn in die Obhut einer Freundin, bekannt als Frau Clark, einer Apothekerin. Dort fand das junge Genie das besseres- und ersehnte Umfeld, hier konnte er seinem Forscherdrang nachgehen. Die Apotheker Familie hatte alle Ressourcen, wie Bücher oder andere Materialien, alles, was das kleine Forscherherz entzückte. Jedoch nahm ihn seine Mutter, welche nach dem Tod ihres zweiten Mannes nun wohlhabend war, aus der Schule um ihn ihr Vermögen verwalten zu lassen. Dieser Schritt erwies sich schnell als Fehlentscheidung, Isaac hatte weder Talent noch Interesse an der Vermögensverwaltung. Mit der Hilfe des Onkels und der Einsicht der Mutter, besuchte er dann im Jahre 1660 wieder die Schule in Grantham. Dieses Mal, wurde er betreut vom Schulleiter Stokes und Isaac zeigte nun auch vermehrtes Interesse am Lernen. Es gibt Gerüchte, dass er sich damals mit dem Meisterwerk „Euklids Elementen“ befasste, eine Zusammenfassung des griechischen Mathematikers Euklid über Geometrie, Zeit und Arithmetik. [3]



Obwohl der verschlossene Junge durch keine besonderen schulischen Leistungen auffiel, erkannte damals sein Onkel, Reverend William Ayscough, das mathematische Talent des Knaben und verschaffte ihm ein Stipendium, um am Trinity College in Cambridge studieren zu können, welches sein bisheriges Leben komplett veränderte. Durch diese Chance auf eine angesehene Weiterbildung, konnte Isaac der geplanten Übernahme des Wirtschaftsbetriebes seines verstorbenen Vaters entkommen. Endlich weg von der Schafszucht, hin zur Faszination, an der experimentellen Forschung und des Konstruierens von Apparaturen. (3)(4)(6)(7)(8)(9) (10) [4]



1.4 Studium am Trinity College Cambridge – 1661-1665

Am 5 Juni begann er sein Studium am renommierten College Cambridge, an welcher er ein Stipendium dank seines Onkels, welcher ebenfalls dort studierte hatte, bekam. Trotz des großen Vermögens seiner Mutter, musste Isaac die College Gebühren durchs Arbeiten abtrottern, dementsprechend eingeordnet als ein „Sizar“. Deswegen musste er als Bediensteter für wohlhabende Studenten arbeiten. Am Anfang seines Studiums, wollte er Jurist werden. Ab dem dritten Studienjahr konnte Isaac seine Fächer frei wählen, wisch von seinem eigentlichen Plan ab, und widmete seine Studienzeit den Naturwissenschaften. Zu Isaac Newtons Zeit, wurde an Cambridge die Lehre von Aristoteles gelehrt und die Cambridger Platoniker (eine einflussreiche Gruppe im 17. Jahrhundert, welche aus Philosophen und Theologen bestand) waren tonangebend, das heißt, dass man die Naturphilosophie studierte, anstatt Untersuchungen im wissenschaftlichen Sinne durchzuführen. Isaac befasste sich mit den Werken von Descartes, ein französischer Philosoph; Gassendis, ebenfalls ein französischer Philosoph und Theologe; Henry Mores, ein englischer Philosoph und Mitglied der Cambridger Platoniker; Thomas Hobbes, ein englischer Mathematiker und Philosoph; Robert Boyel, ein irischer Naturforscher mit großem Einfluss in England. Auch wenn diese Gelehrten andere Ansichten vertraten, beeinflussten sie Isaac Newton Denken als Naturphilosoph fortan sehr stark.

Er schenkte seine Beachtung der Mathematik, jedoch überraschenderweise erst Ende 1633. Die Lektüre von Büchern und Arbeiten von damaligen bekannten Wissenschaftlern, regte ihn an auch seine eigenen Arbeiten zu verfassen. Er lernte Isaac Barrow, einen englischen Mathematik und-Theologieprofessor kennen, welcher wie sein Onkel Isaac Newtons verstecktes Talent erkannte und ihn auch gezielt förderte. Dieser Professor konnte ihm auch in wenigen Jahren die Grundlagen der damaligen Naturwissenschaften beibringen. Am 25. April 1664, war seine Zeit als Bediensteter vorbei, er graduierte zum Scholar und beendetet ein Jahr später sein 4-jähriges Studium mit einem Bachelor of Arts. (Beinhaltet: Sozial-, Kultur-, Religion-, Informations- und Wissenschaften sowie in einigen Fällen, Theologie). Im Gegensatz zu seinen Grundschulnoten, schloss er sein Studium mit Bestnoten ab. (3)(4)(5)(6)(7)(8)(9)(10)

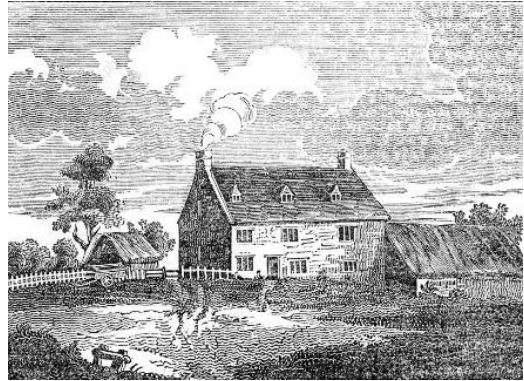
1.5 Die Pest - Sommer 1665

Obwohl die meisten Leute heutzutage eher schlechtere Erinnerung mit der Quarantäne verknüpfen, galt dies jedoch nicht für Isaac. Denn er machte seine unglaublichen Entdeckungen über die Schwerkraft und die Natur des Lichts, während der sogenannten „freiwilligen Isolation“. Diese ist auf den Ausbruch der Pest in London im Jahre 1666 zurückzuführen. Diese schreckliche Krankheit verbreitete sich während 1665 und 1666 im Süden von England. und hatte zwischen 75.000-100.000 Menschen auf dem Gewissen, ein Fünftel der englischen Gesamtbevölkerung. (3)(4)(6)(7)(8)(9) (10)[5]



1.6 Das Annus Mirabilis - 1666

1666 bezeichnet vom Dichter John Dryden als „Annus Mirabilis“, das Wunderjahr. Einerseits war das Jahr gekennzeichnet von sehr es sehr tragischen Ereignissen, wie der Pest oder dem großen Brand von London, durch welchen vier Fünftel der Stadt zerstört wurden. Doch andererseits, erarbeite der 24 Jahre alte Isaac einige der revolutionärsten wissenschaftlichen Theorien aller Zeiten aus. Unter anderem, zahlreiche Experimente, welche ihn zu den Theorien der Analysis der Optik und Gravitation führten. Die Geschichte vom Apfel, welcher vom Baum fiel und das Experiment in der Dunkelkammer, während welchem er die Natur, die Bestandteile des Licht fand, gründen aus seiner Isolationszeit in Woolsthorpe. (3)(4)(6)(7)(8)(9)(10)[6]



1.7 Professor am Trinity College – 1667-1678



Nach der Aufhebung der Pest-Quarantäne wurde Isaac Newton Mitglied des Trinity College und lehrte Mathematik. 1669 wurde er dort ebenso Inhaber des Lucasischen Lehrstuhls für Mathematik, als Nachfolger von Isaac Barrow, der Führsprecher dieser Wahl. Zwischen 1670 und 1672 lehrte er auch Optik, hauptsächlich beschäftigte er sich mit der Lichtbrechung. Während dieser Zeit konnte er seine Forschungen dank der Ressourcen, die ihm nun zur Verfügung standen, fortführen. Dann im Jahre 1672, baute Isaac Newton das Spiegelteleskop, welches im Nachhinein nach ihm benannt wurde. Ebenfalls veröffentlichte er in diesem Jahr eine Schrift, welche „New Theory of Light and Colors“ hieß. Jedoch kam es zu sehr viel Kritik und zu großen Diskussionen rund um das neue Werk. Robert

Hook, welcher wie Isaac Newton ein angesehener Wissenschaftler war, verwarf Isaacs aufgestellten Theorien. (3)(4)(6)(7)(8)(9)(10)[7]

1.8 Nervenzusammenbruch – 1678

So erfolgreich er als Wissenschaftler war, so emotional aufgeladen war er auch, Isaac verachtete jegliche Kritik an seiner Arbeit. Diese Intoleranz zur Kritik führte dann auch im Jahre 1678 zu einem Nervenzusammenbruch, als Folge eines Streites mit einem deutschen Wissenschaftler. Wäre dies noch nicht genug, verstarb seine Mutter kurz darauf, sodass sich Isaac Newton aus der Öffentlichkeit zurückzog. Er befand sich dann 6 Jahre lang in einer Art von Isolation und Selbstzweifel. (3)(4)(6)(7)(8)(9)(10)

1.9 Die Rückkehr - 1684

Auch wenn Isaac schon im Jahre 1679 wieder begann an seinen Theorien und Werken zu arbeiten, war er immer noch sehr abgeschottet. (3)(4)(6)(7)(8)(9)(10)

1.10 Das Meisterwerk – 1687

Das Buch „Philosophia Naturalis Principia Mathematica“ oder auch einfach nur „Principia“ genannte, ist das bekannteste Werk von Isaac Newton. In diesem vereint er die Forschungen von Galileo Galileis, Johannes Kepler und Descartes, und legte somit den Grundstein der klassischen Mechanik. (3)(4)(6)(7)(8)(9)(10)

1.11 Ende der Karriere – 1699

Isaac wurde dank der Empfehlung eines Freundes, zum „Master“ an der Royal Mint ernannt, dies war die Münzpräganstalt der Vereinigten Königreichs. Obwohl es ihm einen guten Lohn einbrachte, war es ebenso das Ende der wissenschaftlichen Karriere des weltbekannten Forschers der, Naturwissenschaften. Er widmete sich von nun an nur noch seiner Arbeit. (3)(4)(6)(7)(8)(9)(10)[8]



1.12 Royal Society – 1703

Im Jahre 1703 wurde Isaac Newton zum Präsident der Royal Society ernannt. Dies war eine Organisation, die wissenschaftliche Forschungsvorhaben förderte. Isaac nahm die Position des Präsidenten, stolz mit in das Grab. (3)(4)(6)(7)(8)(9)(10)[9]

THE
ROYAL
SOCIETY

1.13 Tod - 1726

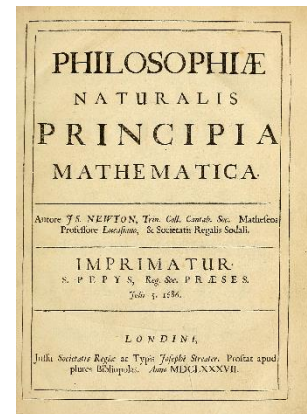
Es ist nicht sehr viel über Isaac Newtons Tod bekannt, man weiß nur, dass er 20. März 1726 in Kensington, London starb. Als es zu seinem Ende ging, litt er an Blasensteinen. (3)(4)(6)(7)(8)(9)(10)[10]



Philosophia Naturalis Principia Mathematica

„Philosophia Naturalis Principia Mathematica“ oder auch „Principa“ genannt, ist das Hauptwerk von Isaac Newton. Erstmals im Jahre 1686 der Royal Society vorgelegt und dann im Jahre 1687 in lateinischer Sprache veröffentlicht.

In seinem Meisterwerk verewigt Newton die Gravitationstheorie, in dem er die Forschungen von Galileo Galileis und Johannes Kepler zu einer umfassenden Theorie zusammenführte. Ebenso legte er die Grundsteine für die heutige Physik, indem er die drei Grundgesetze der Bewegung formulierte.



1.14 Newtonsche Gravitation

Isaac Newton behauptete, dass sich alle Körper durch ihre Gravitationskraft anziehen und dass die Stärke dieser Kraft mit dem Quadrat des Abstandes der Körper abnimmt. Seine Idee verknüpfte Himmel und Erde miteinander, denn Sie erklärt die Planetenbahnen und beantwortet ebenso die Frage, warum alle Dinge zu Boden fallen. (12)(13)(14)(15)(16)

1.14.1 Entdeckung

Angeblich fiel Newton die Idee mit der Gravitation ein, - oder Sie fiel vielmehr auf ihn als er sich darüber Gedanken machte, warum ein Apfel vom Baum fällt. In einem seiner Werke, welches 1728 erschien, führte er ein gedankliches Experiment durch. Wenn eine Kugel mit einer geringen Geschwindigkeit von einer Kanone abgeschossen wird, dann fällt Sie irgendwann auf den Boden. Ab einer kritischen Geschwindigkeit würde Sie sich zwar immer noch in Richtung der Erde bewegen, doch niemals den Boden berühren, weil Sie auf eine kreisförmige Bahn geraten würde. Wäre sie noch schneller, würde sie in den Weltall entschwinden. (12)(13)(14)(15)(16) [12]



1.14.2 Zentralkraft

Durch die drei Bewegungsgesetze die Isaac Newton formuliert hatte, wusste er wie sich die Körper verhalten, wenn man an ihnen zieht oder wann man sie schiebt. Daher konnte er auch die Aussage machen, dass sich die Kanonenkugel auf einer gradlinigen Bahn weiterbewegen würde, wenn keine äußeren Kräfte Einfluss auf Sie nehmen würden. Da die Kugel jedoch nicht wie in der Theorie geradlinig nach vorne flog, sondern irgendwann zu Boden sank, konnte Isaac feststellen, dass es irgendeine Kraft gäbe, welche die Kugel dazu zwingen würde auf eine gekrümmte Bahn zu gelangen. Diese Kraft, richtete sich ebenso in Richtung Mittelpunkt der Erde, also die Gravitation.[13]



Newton begann zu überlegen, ob auch die Gravitation der Grund sei, wieso der Monde am Himmel bleibt, oder die Planeten sich auf ihren Bahnen um die Sonne drehen. Was mit einem kleinen Gedankenspiel begann, wurde nun auf den gesamten Kosmos angewendet. (12)(13)(14)(15)(16)

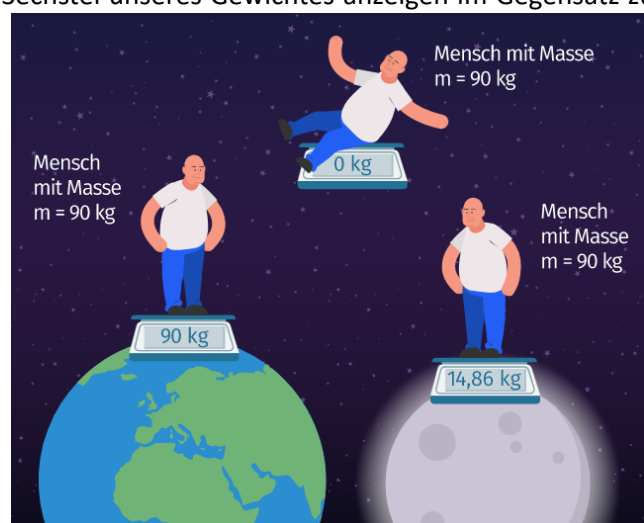
1.14.3 Gravitationsgesetz

Newton feilte an Details und somit begann das Gravitationsgesetz an Gestalt anzunehmen. Er fand heraus, dass die Gravitationskraft proportional zur Masse eines Objektes ist. Das heißt desto größer die Masse, desto größer die gravitative Kraft. Die enorme Größe der Erde zum Beispiel, stellt sicher, dass ihre zentral gerichtete Anziehungskraft weit stärker ist als Alle in die entgegengesetzte Richtung weisenden Kräfte. Dies gilt für Alles, was auf der Erde existiert, sei es eine Ameise oder ein Elefant, alles übt eine Anziehungskraft aus, jedoch ist die Erde zu massiv, um auch nur im Geringsten von der winzigen Anziehungskraft eines Menschen beeinflusst zu werden. (12)(13)(14)(15)(16)[14]



1.14.4 Gewicht

Ebenso ist es die Gravitation, die dem Gewicht überhaupt, Bedeutung verleiht. Denn wenn wir uns im Badezimmer zum Beispiel wiegen, misst die Waage, die Kraft, mit der wir zum Erdzentrum gezogen werden, die Gewichtskraft. Jedoch ist diese Kraft vom Ort abhängig. Nehmen wir beispielsweise den Mond als Ort, würde die Waage nur noch ein Sechstel unseres Gewichtes anzeigen im Gegensatz zu unserem Gewicht auf der Erde. Dies liegt an der kleineren Masse des Mondes und wie schon erklärt, ist die Masse eines Körpers für seine Gravitationskraft zuständig. Auf dem Jupiter dagegen wären wir mehr als das Doppelte so schwer. (12)(13)(14)(15)(16)[15]



1.14.5 Gleichung der Gravitation

Newton bemerkte auch, dass die Gravitation über größere Distanzen wirkt, da die Erde auf den Mond wirkt und der Mond sich auf die Weltmeere auswirkt, auch wenn Sie sich nicht berühren. Isaac fand heraus, dass die Stärke der Anziehungskraft mit dem Quadrat des Abstandes der beiden beteiligten Körper abnimmt. Das heißt, wäre der Mond doppelt so weit entfernt, würde er nur noch mit einem Viertel der Kraft angezogen werden. Und auch wenn für die meisten Menschen diese Feststellung heutzutage keine Überraschung ist, war es zu Isaac Newtons Zeit eine Weltentdeckung. (12)(13)(14)(15)(16)

Dieser Fund erklärte Isaac auch in einer Gleichung, welche lautet:

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

1.14.6 Erklärung der Gleichung

Die Berechnung der Gravitationskraft ist in dem oberen Bild dargestellt. Dabei stehen **M** und **m** für zwei verschiedene Massen. **r** steht für den Abstand, welcher sich zwischen den beiden vorhin genannten Massen befindet, **G** steht für eine fundamentale Naturkonstante, die Newtonsche Gravitation konstante mit dem Zahlenwert „ $6.672 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ “, in SI-Einheiten. (Die SI-Einheiten sind die Maßeinheiten, die im Internationalen Einheitensystem festgelegt wurde). Und zu guter Letzt der Buchstabe **F**, welcher für die berechnete Gravitationskraft steht. (12)(13)(14)(15)(16)

1.15 Newtonsche Axiome

Die Newtonsche Axiome wurden im Jahre 1687 von Isaac Newton veröffentlicht. Auf den folgenden Begriffen von Kraft und Masse basiert die gesamte klassische oder Newtonsche Physik. Alle Phänomene der klassischen Physik können mit Hilfe von drei einfachen Sätzen beschrieben werden, welche als die Newtonschen Axiome oder Gesetze bekannt sind. Die Newtonschen Axiome bringen Beschleunigung eines Körpers mit seiner Masse und die auf ihn wirkenden Kräfte in Verbindung. Um die drei Newtonschen Axiome zu verstehen, werden wir, jedes einzeln betrachten und die Begriffe von Masse und Kraft sorgfältig definieren. Ebenso werden wir sehen, wie sich die Newtonschen Axiome auf einfache Probleme anwenden lassen.

1.15.1 1. Newtonsche Axiom

Obwohl es als Bewegungsgesetz von Newton bezeichnet wird, befasste sich Galilei schon einige Zeit vorher damit. Isaac Newton war jedoch der, der alle Erkenntnisse beieinander führte und auch das Trägheitsgesetz formulierte. Es wird auch noch 1. Newtonsches Gesetz oder „lex prima“ genannt.

Dieses Gesetz lautet: **„Ein Körper bleibt in Ruhe oder bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit weiter, wenn keine resultierende äußere Kraft auf ihn einwirkt.“** Dieser gut formulierte Satz heißt so viel wie: Solange ein Körper nicht von einer Kraft beeinflusst wird, verändert sich sein Bewegungszustand auch nicht.

Beim dem ersten Newtonschen Axiom behält ein Körper, welcher in Ruhe ist oder sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, seinen Bewegungszustand bei, wenn keine resultierende Kraft auf ihn einwirkt. Er bleibt also in Ruhe oder bewegt sich weiterhin mit derselben Geschwindigkeit. Diese Eigenschaft eines Körpers, seinen Bewegungszustand beizubehalten, bezeichnet man als **Trägheit**. Erst

durch eine von außen wirkende Kraft ändert sich die Bewegung oder der Ruhezustand des Körpers. Diese Bewegungsänderung können sie mit den folgenden Variablen darstellen:

- **F für Kraft**
- **v für Geschwindigkeit**
- **a für Beschleunigung**

Ein Körper hat eine konstante Geschwindigkeit, solange keine Kraft auf ihn einwirkt oder wenn die Summe der einwirkenden Kräfte gleich null ist. Denn die wirkenden Kräfte können sich gegenseitig auch wieder aufheben. Befindet sich ein **Körper im Zustand der konstanten Geschwindigkeit**, dann befindet sich seine **Bewegung im Trägheitszustand**. Denn während der konstanten Bewegung wirkt entweder keine Kraft auf ihn ein oder die Summe der wirkenden Kräfte ist gleich null.

Wird der Körper nun jedoch abgebremst oder beschleunigt, dann verlässt er den Trägheitszustand. Denn beim Bremsen oder auch beim Beschleunigen entstehen Kräfte, welche auf den Körper einwirken und somit seinen Bewegungszustand verändern.

Diese Trägheit variiert jedoch von der Umgebung des Körpers. Nehmen wir als Beispiel einen Ball, diesen kicken wir jetzt über eine Wiese. Was wir beobachten können, ist, dass er Ball nach kurzer Zeit anfängt an Geschwindigkeit zu verlieren. Dies liegt einerseits, an der Schwerkraft, welche den Ball zum Erdzentrum ziehen will und andererseits an den Reibungskräften, welche entstehen, während der Ball über die Wiese rollt. Diese beiden Kräfte wirken auf das Rollen des Ball, in dem Sie ihn abbremsen und somit das konstante Fortbewegen verhindern, also dem Erreichen des Trägheitszustandes im Wege stehen.

Im Weltall jedoch verhält sich der Ball anders, denn würden wir diesen nun kicken, würde dieser sich nun bis ins Unendliche mit konstanter Geschwindigkeit weiterbewegen. Dies liegt daran, dass sich im Weltraum keine Kräfte wie die vorhin genannte Schwerkraft oder Reibungskraft auf den Ball auswirken können. Das Resultat, der Ball bewegt sich theoretisch unendlich lange weiter, ohne gebremst zu werden. (17)(18)(19)(20)

1.15.2 2. Newtonsche Axiom

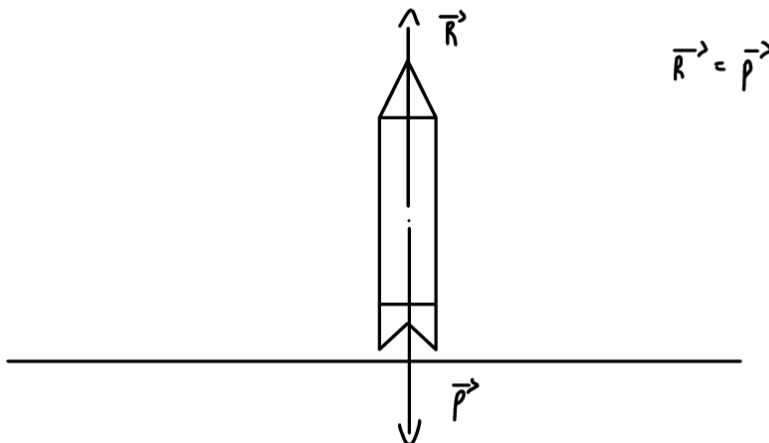
Das erste und das zweite Newtonsche Axiom können wir als Definition der Kraft ansehen, auch bezeichnet als Aktionsprinzip oder „lex secunda“. Die dazugehörige mathematische Formulierung wird auch oft als Grundgleichung der Mechanik bezeichnet und gilt als eine der Erkenntnisse aus Newtons Werken.

Das zweite Gesetz lautet:“ **Die Beschleunigung eines Körpers ist umgekehrt proportional zu seiner Masse und direkt proportional zur resultierenden Kraft, die auf ihn wirkt**“. (20)(21)(22)(23)(24)

Kraft

Eine Kraft ist die Größe, die einen Körper dazu veranlasst, seine Geschwindigkeit zu ändern, das heißt zu beschleunigen. Die **Kraft (F)** und die von ihr verursachte **Beschleunigung (a)** zeigen in dieselbe Richtung. Der Betrag der Kraft ist das Produkt aus der Masse des Körpers und dem Betrag der Beschleunigung. (Masse werden wir auch noch genauer definieren) Dies kann man sich auch gut vorstellen, denn die Kraft kommt einem Ziehen oder Schieben gleich, und dieses wird wiederum von unseren Muskeln ausgeübt. In der Physik zum Beispiel werden Kräfte auch als Vektoren dargestellt. Einfach gesagt, sind dies Linien mit einem Pfeil, welche anzeigen auf welche Weise ein Punkt von einer Kraft verschoben oder beeinflusst wird. (20)(21)(22)(23)(24)

Anbei ein Beispiel eines Vektors:



Masse

Die Masse oder auch die träge Masse genannt, ist die jede inwohnende Eigenschaft, sich einer Beschleunigung zu widersetzen. Vorstellungsweise ein Auto ist schwerer zu schieben als ein Fußball. Das heißt, die gleiche Beschleunigung von zwei Körpern mit unterschiedlicher Masse führt zu einem Geschwindigkeitsunterschied. (20)(21)(22)(23)(24)

Formel der Grundgleichung der Mechanik

Das Aktionsprinzip liefert uns die Fundamental Gleichung der Mechanik. Diese Formel lautet wie folgt: **$F=m \cdot a$** . Dabei ist **(m) die Masse** des betrachteten Objekts, **(a) dessen Beschleunigung** und **(F) das Produkt**, die resultierende Kraft. **Die Einheit der Kraft** ist nach Newton benannt, und zwar mit dem einfachen **Symbol N**.

Ein Newton ist die Kraft, die benötigt wird, um einen ruhenden Körper mit einer Masse von 1 kg von innerhalb einer Sekunde auf die Geschwindigkeit 1m/s zu beschleunigen. Ebenso ist ein Newton die Kraft, die benötigt wird, um die Beschleunigung von 1m /s² mit einem Körper der Masse von 1 kg zu erreichen. (20)(21)(22)(23)(24)

Beispiel:

Nehmen wir als Beispiel einen Astronauten, welcher mit einer Rakete in Richtung Erde fliegt. Nähert sich das Raumschiff nun nah genug der Erde, so wird dieses in Richtung Erdzentrum beschleunigt. Jedoch wieso ist dies der Fall?

Wie wir bereits wissen, verändert sich der Bewegungszustand eines Körpers nur wenn eine andere Kraft auf ihn einwirkt. In unserem Falle wäre die Erdanziehung, für das Sinken der Rakete zuständig. Diese Kraft, welche die Gravitation der Erde ausübt, beschleunigt die Rakete nun in Richtung Erde, mit einer Geschwindigkeit von 9,81 m/s². Jedoch fällt die Rakete nicht, wie ein Sack Steine auf die Erde, dank des Antriebes der Rakete. Dieser produziert genug Schub, um der Anziehungskraft der Erde entgegenzuwirken. Da die entgegen gebrachte Kraft, jedoch nicht größer ist als die der Anziehung, sinkt die Rakete langsam zu Boden. (20)(21)(22)(23)(24)

Berechnung des Aktionsprinzips

Die Rakete des Astronauten hat eine Masse von 700 Tonnen. Dank der Gleichung, welche ich ihnen vorhin vorgestellt habe, kann man nun die Kraft bestimmen, welche auf die Rakete nach unten hinwirkt. (20)(21)(22)(23)(24)

Rechnung

Formel:

$$F=m \cdot a$$

Nun setzen wir unsere Masse ein, welche 700'000 kg sind. Diese 700 Tonnen, werden nun auch noch durch die Erdanziehungskraft mit einer Kraft von $9,81 \text{ m/s}^2$ beschleunigt.

$$F=700'000\text{kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

Rechnen wir dies nun aus kommen wir somit auf eine entstehende Kraft von 6'867'000N oder auch 6'867kn

$$6'867'000\text{N}=700'000\text{kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

Achtung

Jedoch dürfen sie aus dem zweiten Newtonschen Gesetz nicht ableiten, dass sich der Körper auch in Richtung der Kraft bewegt. Dies ist nur der Fall, wenn der Körper zuvor im Ruhezustand war, aber zumeist nicht, wenn sich der Körper gerade in Bewegung befindet. Nehmen wir als Beispiel ein Matchbox Auto, welches über eine Tischkante rollt, so wirkt zwar auf das Auto 0. eine resultierende Kraft senkrecht in Richtung des Bodens, aber das Auto bewegt sich nicht senkrecht nach unten, sondern schräg. (20)(21)(22)(23)(24)

1.15.3 3. Newtonsche Axiom

Zuletzt gibt es noch das dritte Newtonsche Axiom. Es wird auch als Reaktionsprinzip, Wechselwirkung, Gegenwirkungsprinzip oder als „lex tertia“ bezeichnet. Es beschreibt die wichtige Eigenschaft von Kräften, immer in Paaren aufzutreten. Wenn auf den Körper A zum Beispiel, eine Kraft einwirkt, dann muss es einen weiteren Körper B geben, welche die Kraft auf den Körper A ausübt. Ebenso gilt: Wenn B eine Kraft auf A ausübt, so muss A, eine Kraft auf B einwirken, welche den gleichen Betrag besitzt, jedoch in die entgegengesetzte Richtung. In diesem Zusammenhang werden die beiden dann auch als **Wechselwirkungskräfte** bezeichnet. Jedoch ist die Wechselwirkung nicht mit der Kräftegleichheit zu vergleichen, diesen Unterschied werde ich nachher noch erläutern. (20)(25)(26)(27)(28)(29)

Beispiel

Nehmen wir als Beispiel, die Erde und unsere Rakete. Die Erde übt eine Gravitationskraft G auf das Raumschiff aus und beschleunigt es somit in Richtung Erdmittelpunkt. Gemäß des dritten Newtonschen Axioms übt die Rakete eine Kraft des gleichen Betrages nur in entgegengesetzter Richtung aus. Wäre dies die einzige Kraft, die auf die Erde einwirkt, so würde sich die Erde in Richtung Rakete beschleunigen. Da die Erde, jedoch eine sehr große Masse besitzt, bleibt die Beschleunigung aufgrund dieser schwachen Kraft aber vernachlässigbar klein. (20)(25)(26)(27)(28)(29)

Definition

„Kräfte treten immer paarweise auf. Wenn Körper A eine Kraft auf Körper B ausübt, so wirkt eine gleich große Kraft aber entgegengesetzt gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A.“

Wechselwirkung und Kräftegleichheit

Wechselwirkung

Bei der Wechselwirkung zwischen zwei Körpern ergibt die Summe, der auftretenden Kräfte gleich null. Die genannten Kräfte stammen von den Einwirkungen der einzelnen Körper aufeinander. Als Beispiel können wir die Wechselwirkung zwischen der Erde und dem Mond nehmen, denn der Mond zieht die Erde mit der gleichen Menge an Kraft an wie die Erde den Mond. Demnach gehören zu einer Wechselwirkung immer zwei Körper, die sich jeweils gegenseitig beeinflussen. (20)(25)(26)(27)(28)(29)

Kräftegleichheit

Auch auf einen Körper kann die Summe der auf ihn wirkenden Kräfte null sein. Das gilt zum Beispiel für eine auf einem Tisch stehende Wasserflasche. In diesem Falle, in dem man einen Körper und die auf ihn wirkenden Kräfte betrachtet, spricht man dann vom Kräftegleichgewicht, wenn sich alle auf den Körper wirkenden Kräfte gegenseitig aufheben und damit ihre Summe null ist. (20)(25)(26)(27)(28)(29)

2 Optik

2.1 Natur des Lichts

Viele Geheimnisse des Universums haben Astronomen nur mit Hilfe der physikalischen Eigenschaften von Licht entdeckt. Isaac war einer der ersten Wissenschaftler, die versuchten, dessen Natur zu verstehen. Denn als er weißes Licht durch ein Prisma fallen ließ, fand er heraus, dass der Lichtstrahl in die Farben des Regenbogens aufgespaltet wird. Er konnte beweisen, dass die Lichtstrahlen Teile des weißen Lichts waren und nicht etwa aus dem Prisma stammten. (16)(30)(31)(32)

2.1.1 Weiße Licht

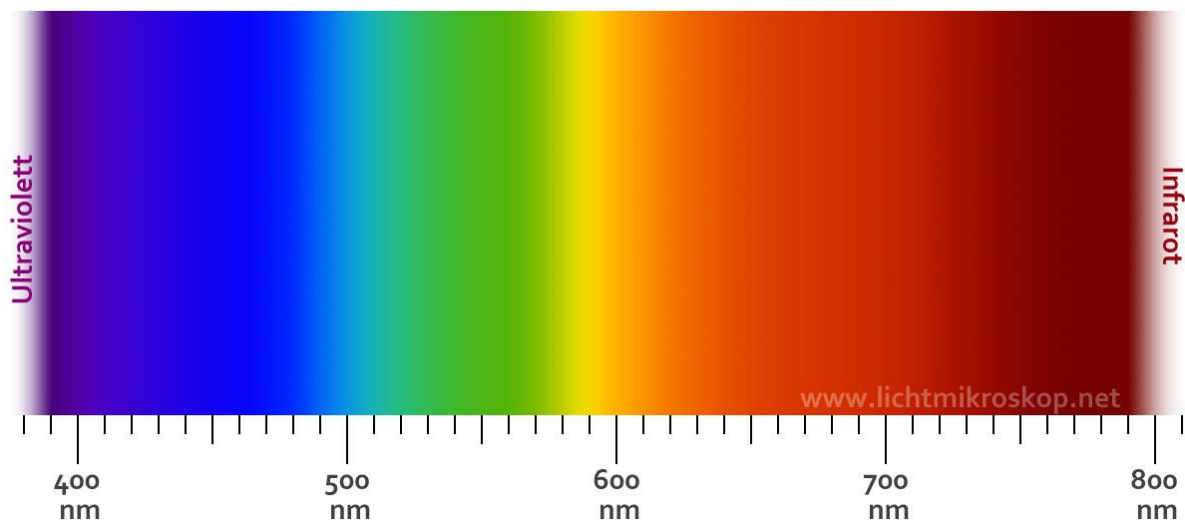
Das weiße Licht findet man in natürlichen Quellen, wie zum Beispiel dem Sonnenlicht oder in künstlichen Quellen, wie Glühlampen oder LED-Leuchten. Es ist eine Mischung aller sichtbaren Wellenlängen des Spektrums, die das menschliche Auge wahrnehmen kann. In der Physik wird das weiße Licht deshalb als polychromatisches Licht beschrieben, weil es aus vielen verschiedenen Wellenlängen und Frequenzen besteht. Es ist also eine Mischung aus allen Farben, die eine gleichmäßige Helligkeit erzeugen. Wenn alle Farben des sichtbaren Lichtspektrums in einer gleichmäßigen Intensität vorliegen und es keine dominierte Farbe gibt, wird das Licht als weiß wahrgenommen. Es kann auf verschiedene Arten entstehen, wie zum Beispiel durch die Brechung und Reflexion von Licht an der Oberfläche, die alle Farben des sichtbaren Spektrums reflektiert. (16)(30)(31)(32)[16]



2.1.2 Spektrum

Wenn man über das Spektrum des Lichtes spricht, dann spricht man automatisch von Spektralfarben. Die Spektralfarben sind die Farben, die durch das Licht einer einzelnen Wellenlänge erzeugt werden. Sie bilden die Grundlage für das sichtbare Spektrum und umfassen die Farben des Regenbogens von Rot über Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violett. Jede dieser Farben entspricht einer bestimmten Wellenlänge im Bereich von etwa 380 Nanometer (violett) bis 780 Nanometer (rot) im sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Wellenlängen, die kürzer als 390 nm sind, werden als ultraviolettes Licht bezeichnet und sind für die menschlichen Augen unsichtbar. Wellenlängen, die länger als 780 nm sind, werden als Infrarot-Licht bezeichnet und sind ebenfalls unsichtbar für die menschlichen Augen. (16)(30)(31)(32) [17]

Sichtbares Lichtspektrum (390 - 780 nm)



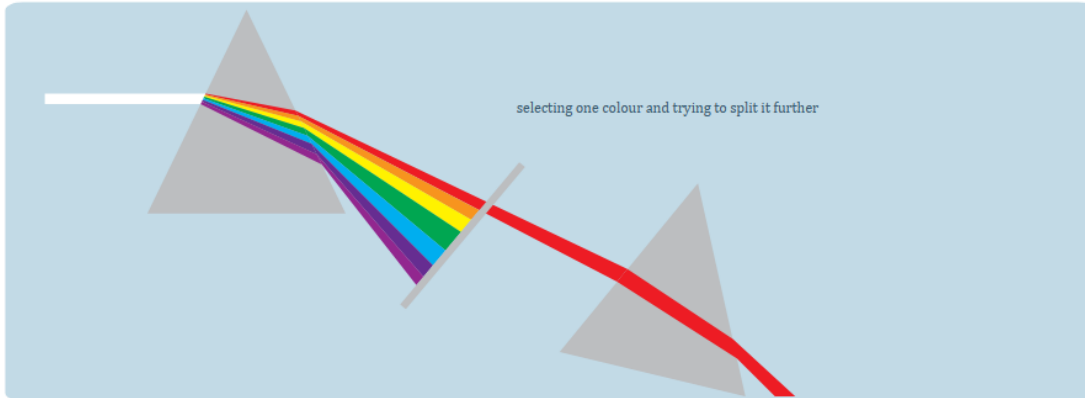
2.1.3 Entdeckung

Aber wie fand Isaac nun heraus, dass das weiße Licht aus vielen unterschiedlichen Farben besteht?

Während der Isolationszeit durch die Pest, konnte Isaac nur in seinem Zuhause seinen Forschungen nachgehen. Eines Tages startete Isaac ein kleines Experiment in seinem Zimmer, er verdunkelte den ganzen Raum ab und ließ nun das Sonnenlicht durch einen 8mm breiten Spalt hineinscheinen, durch ein Prisma auf eine weiße Wand. Das Resultat, eine Wand beleuchtet von Regenbogenfarben, den Spektralfarben. [18]



Isaac Newton musste jedoch sicherstellen, dass die Farben nicht vom Prisma, sondern vom weißen Licht stammten, und dass es auch wirklich die Farben waren, aus welchem sich das weiße Licht zusammensetzt. Um dies zu beweisen, isolierte er jede einzelne Farbe und untersuchte sie einzeln. Deswegen ließ er auch anfangs nur rotes Licht durch den zweiten Spalten, hinter welchem ein zweites Prisma stand. Er stellte keine Veränderung der roten und isolierten Farbe fest und konnte sich nun sicher sein, dass er die Spektralfarben gefunden hatte. [19]



Aber wieso ist das Prisma im Stande weißes Licht brechen?

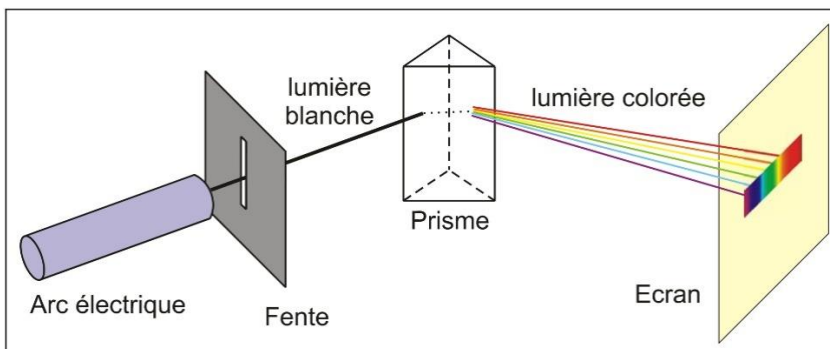
2.1.4 Dispersion

Das Phänomen welches Isaac Newton ergründet hatte und wir tagtäglich beobachten können, trägt den Namen Dispersion. In der Optik versteht man unter dem Wort Dispersion, die Abhängigkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes von der Wellenlänge, also der Farbe des Lichtes.

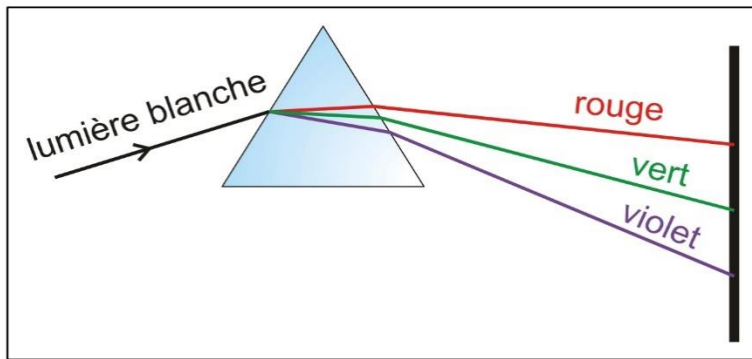
Das Zerstreuen der einzelnen Bestandteile, liegt daran, dass Licht unterschiedlicher Farbe und somit unterschiedlicher Wellenlänge, eine unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindigkeit hat in einem Stoff wie dem Glas zum Beispiel. Auch wenn immer gesagt wird, dass sich Licht immer gleich schnell bewegt, ist dies nur im Vakuum der Fall. (33)

2.1.5 Beispiel

Wenn man einen dünnen Strahl des weißen Lichts mithilfe eines Glasprismas zweimal hintereinander bricht, stellt man fest, dass das weiße Licht in ein Spektrum von Rot bis Violett zerlegt wird. [20]



Dieses Phänomen wird Dispersion genannt und lässt sich dadurch erklären, dass der Brechungsindex von der Wellenlänge abhängt. Der Brechungsindex für die größte Wellenlänge ist kleiner als der für die kleinste Wellenlänge (violett).



Rot wird also weniger stark gebrochen als Violett, so dass Rot und Violett auf dem Bildschirm getrennt erscheinen. Die anderen Farben, die den mittleren Wellenlängen entsprechen, liegen zwischen Rot und Violett und bilden das vollständige Spektrum des Lichts. (33) [21]

2.1.6 Brechungsindex

Im leeren Raum breitet sich das Licht mit einer kolossalen Geschwindigkeit von 300 Millionen Meter pro Sekunde aus. Das Verhältnis seiner Geschwindigkeit im Vakuum zu der in einem dichteren Material wie Glas wird Brechungsindex genannt. Das Vakuum hat also nach Definition dem Brechungsindex 1. Ein Material mit dem Brechungsindex 2 würde Licht auf die halbe Geschwindigkeit abbremesen. Ein hoher Brechungsindex bedeutet gleichzeitig, dass die Lichtstrahlen sehr stark gebrochen werden, wenn sie in das Material eintreten.

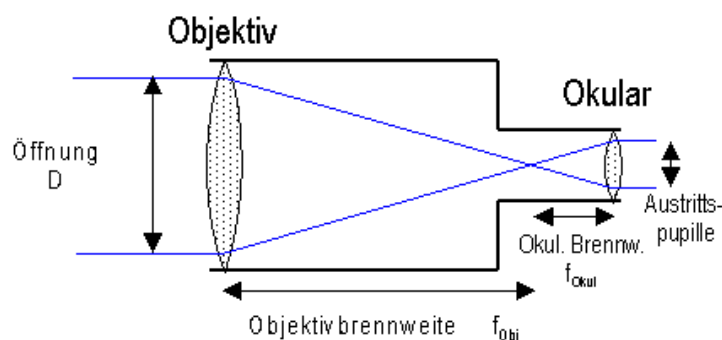
Der Brechungsindex ist eine Eigenschaft des Werkstoffes selbst. So ist es möglich, Gläser mit einem bestimmten Brechungsindex zu entwickeln. Dies ist sehr nützlich zur Entwicklung von Teleskopen und Brillen, zur Korrektur der Fehlsichtigkeit. Desto stärker die Linse, desto höher ist der Brechungsindex. (16)

2.2 Teleskope

Mit der Erfindung des Teleskopes wurde im 17. Jahrhundert der Beginn der modernen Astronomie eingeläutet. Das Teleskop erlaubte genauere Einblick auf unser Sonnensystem und ermöglichte die Entdeckung von Planeten wie dem Saturn. Diese Beobachtungen lieferten entscheidende Belege dafür, dass die Erde um die Sonne kreist und schließlich öffnete es uns den Zugang zum gesamten sichtbaren Universum.

2.2.1 Linsenteleskope

Damals bestand ein einfaches Teleskop lediglich aus zwei Linsen, welche sich jeweils am Ende eines Rohres befanden. Die erste Linse fing eingehende Lichtstrahlen ein, sodass das Auge den Eindruck hatte, die Strahlen kämen von einer großen Lichtquelle. Die zweite Linse fungierte als Okular und richtete die Lichtstrahlen wieder parallel aus, bevor diese auf die Augen des Betrachters treffen, welches die Strahlen noch einmal für ein klareres Bild fokussiert. [22]



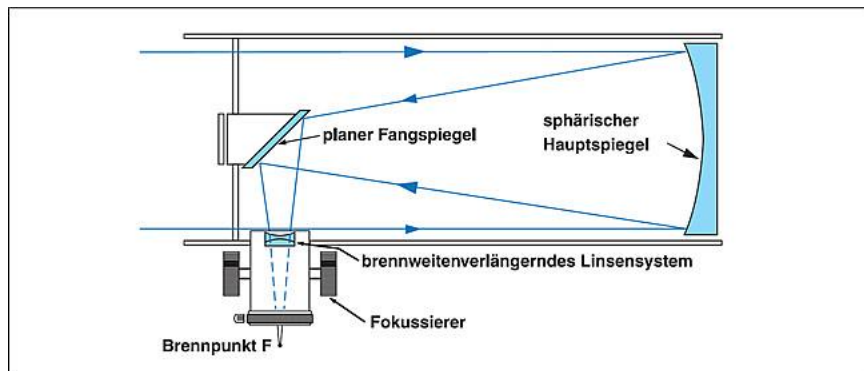
Diese Linsenfernrohre mit zwei Linsen hatten jedoch Nachteile, denn das beobachtete Bild erschien erstens auf dem Kopf stehend, denn die Lichtstrahlen kreuzten sich, bevor sie das Okular erreichten. Um diesen Fehler zu beheben, könnte man eine dritte Linse einbauen, was wiederum unhandlich wäre wegen der erweiterten Länge des Teleskops.

Zweitens erzeugen Linsenfernrohre verschwommene Bilder, da unterschiedliche Wellenlängen unterschiedlich gebrochen werden, ist das erzeugte Bild nicht mehr so scharf. (16)(34)(35)

2.2.2 Spiegelteleskop

Um dieses Problem aus der Welt zu schaffen, erfand Isaac Newton das Spiegelteleskop. Er verwendete statt einer Linse einen gekrümmten Spiegel, um das Licht auf einen Punkt zu bündeln.

Das Teleskop hatte den großen Vorteil, dass nun die Bilder nicht mehr verschwommen waren, da eine spiegelnde Fläche alle Farben gleich reflektiert und somit ein scharfes Bild entstand. Jedoch war zu Newtons Zeit die spiegelnde Beschichtung noch nicht ausgereift, daher dauerte es noch einige hundert Jahre, bis wir schöne Bilder des Alls bekamen. [23]



Heutzutage verwenden die meisten professionellen Teleskope riesige Spiegel statt Linsen, um Licht zu sammeln und auf ein Okular zu bündeln. Da die Größe des Spiegels bestimmt, wieviel Licht eingefangen wird, ermöglichen uns sehr große Spiegelteleskope auch die Beobachtung von lichtschwächeren Objekten. Das derzeit größte Spiegelteleskop, das Keck-Teleskop auf dem Mauna Kea in Hawaii, es hat einen Durchmesser von etwa zehn Meter. Jedoch ist der Bau von noch größeren Teleskopen mit einem Durchmesser von 39 Metern geplant, welche das Erkunden von noch ferneren Galaxien und Sternen ermöglichen. (16)(36)(37) [24]



3 Schlusswort

Durch meine diesjährige Arbeit konnte ich wieder einmal reichlich an neuen Erfahrungen sammeln, nicht nur habe ich mein eigenes Wissen erweitert, sondern auch meine Sichtweise über die Welt zwischen Himmel und Erde. Meine Recherchen bezüglich Isaacs Arbeiten haben mir Erkenntnisse gebracht, sei es im Schulunterricht, während welchem wir das Thema Optik behandelt haben, oder sogar im alltäglichen Leben. Sehe ich einen Regenbogen, sehe ich diesen heute mit ganz anderen Augen, mit seinen verschiedenen Farben aus der Sicht des kleinen Spaltes von Isaac. Wenn ihr meine Leser, euch die Zeit genommen habt, meine Arbeit bis zum Schluss zu lesen, hoffe ich, dass ich nicht der einzige bin, welcher seinen Wissenshorizont erweitern konnte.

4 Quellen

4.1 Informationen

- (1) <https://www.geo.de/geolino/mensch/isaac-newton-steckbrief-biografie-physik>
- (2) <https://studyflix.de/ingenieurwissenschaften/isaac-newton-3622>
- (3) <https://whoswho.de/bio/isaac-newton.html>
- (4) https://www.helpster.de/isaac-newton-lebenslauf_189142
- (5) https://fr.wikipedia.org/wiki/Isaac_Barrow
- (6) <https://www.biologie-schule.de/isaac-newton.php#:~:text=Isaac%20Newton%20wurde%20am%204,Newton%20bei%20seiner%20Gro%C3%9Fmutter%20auf.>
- (7) <https://www.vedantu.com/biography/isaac-newton>
- (8) https://de.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton#Studium
- (9) <https://sirisaacnewtonsb.blogspot.com/2014/04/isaac-newton-continued-college-years.html>
- (10) https://www.wissen-digital.de/Sir_Isaac_Newton#:~:text=1665%20wurde%20er%20Bachelor%20of,Professur%20f%C3%BCr%20Mathematik%20in%20Cambridge.
- (11) <https://www.lib.cam.ac.uk/university-archives/glossary/sizar>
- (12) <https://www.britannica.com/science/Newtons-law-of-gravitation>
- (13) https://de.wikipedia.org/wiki/Newtonsches_Gravitationsgesetz
- (14) <https://www.leifiphysik.de/mechanik/gravitationsgesetz-und-feld/grundwissen/gravitationsgesetz-von-newton>
- (15) <https://youtu.be/ExK2bj70eCA>
- (16) Buch: 50 Schlüsselideen Astronomie und Kosmologie, Verlag: Spektrum Akademischer Verlag, Autor Joanne Baker
- (17) <https://www.leifiphysik.de/mechanik/kraft-und-bewegungsänderung/grundwissen/1-newtonsches-gesetz-traegheitsgesetz#:~:text=Ein%20ruhender%20K%C3%B6rper%20bleibt%20in,%C3%A4u%C3%9Feren%20Kr%C3%A4fte%20auf%20ihn%20einwirken.>
- (18) <https://studyflix.de/ingenieurwissenschaften/traegheitsgesetz-5102>
- (19) <https://www.studysmarter.de/schule/physik/mechanik/traegheitsgesetz/>
- (20) Buch: Physik, Verlag: Spektrum Akademischer Verlag, Autor: Paul A.Tipler
- (21) [https://simpleclub.com/lessons/physik-aktionsprinzip#:~:text=Das%20Aktionsprinzip%20ist%20das%20zweite,Masse%20und%20zur%20einwirkenden%20Kraft.&text=Die%20Kraft%20l%C3%A4sst%20sich%20also,Beschleunigung%20\(a\)%20eines%20K%C3%B6rpers.](https://simpleclub.com/lessons/physik-aktionsprinzip#:~:text=Das%20Aktionsprinzip%20ist%20das%20zweite,Masse%20und%20zur%20einwirkenden%20Kraft.&text=Die%20Kraft%20l%C3%A4sst%20sich%20also,Beschleunigung%20(a)%20eines%20K%C3%B6rpers.)
- (22) <https://www.leifiphysik.de/mechanik/kraft-und-bewegungsänderung/grundwissen/2-newtonsches-gesetz-aktionsprinzip>
- (23) <https://studyflix.de/ingenieurwissenschaften/newtonsche-axiome-1432>
- (24) <https://www.maschinenbau-wissen.de/skript3/mechanik/kinetik/265-zweites-axiom>
- (25) <https://www.leifiphysik.de/mechanik/kraft-und-bewegungsänderung/grundwissen/3-newtonsches-gesetz-wechselwirkungsprinzip>
- (26) <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik-abitur/artikel/das-wechselwirkungsgesetz-3-newtonsches-gesetz>
- (27) <https://www.sofatutor.com/physik/videos/3-newtonsches-axiom-wechselwirkungsprinzip>
- (28) <https://studyflix.de/ingenieurwissenschaften/newtonsche-axiome-1432>
- (29) <https://kinder.wdr.de/tv/wissen-macht-ah/bibliothek/kuriosah/naturwissenschaften/bibliothek-newtonsche-gesetze-100.html>
- (30) <https://www.leifiphysik.de/optik/farben/versuche/newtons-versuche-zu-den-farben>
- (31) <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik-abitur/artikel/isaac-newton>
- (32) <https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/faecher/naturwissenschaften/mint/iMINT->

[Akademie/Fachsets/Fachset Physik/Zusammensetzung und Zerlegung weissen Lichts/iMI NT Fachset Physik M03-2017 08 17.pdf](#)

(33)<http://old.al.lu/index.php/departements/physique/deuxieme>

(34)<https://www.bresser.de/c/de/support/teleskop-fibel/teleskope-optik-und-mechanik/>

(35)<https://astronomiefans.de/die-7-haeufigsten-fragen-zum-linsenteleskop/>

(36)<https://www.leifiphysik.de/optik/optische-linsen/ausblick/newton-oder-spiegelteleskop>

(37)<https://astromedia.de/Das-Newton-Spiegelteleskop>

4.2 Bilder

Cover: https://breakthrough.neliti.com/wp-content/uploads/2022/11/005_dark-left.jpg

[1] <https://collectionimages.npg.org.uk/large/mw40127/Sir-Isaac-Newton.jpg>

[2] <https://assets.sutori.com/user-uploads/image/b862814f-88f8-4687-a511-fc86b5ce4dbd/1aac74bf6694a0b3dba231435d78992f.png>

[3] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/The_Kings_School_Grantham.jpg

[4] <https://cdn.britannica.com/80/141180-050-50DA320E/Trinity-College-University-of-Cambridge-Eng-Cambridgeshire.jpg>

[5] <https://image.geo.de/30152146/t/MM/v4/w1440/r0/-/pest-m-waxj62-jpg--86817-.jpg>

[6] <https://media.sciencephoto.com/image/c0084328/800wm>

[7] <https://finanz.math.tugraz.at/~predota/old/history/mathematiker/img/newton3.jpg>

[8] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8b/The_old_Royal_Mint_building_-_geograph.org.uk_-_735466.jpg

[9] <https://fundit.fr/sites/default/files/actors/1588-royal-society.jpg>

[10] <https://static.spektrum.de/fm/912/f1920x1080/breit.Newton.jpg>

[11] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Principia-title.png>

[12] https://www1.wdr.de/wdr-migration/bildisaacnewtonuntermapfelbaum100~_v-ARDFotogalerie.jpg

[13] https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Flink.springer.com%2Fcontent%2Fpdf%2F10.1007%2F978-3-8274-2169-2_5.pdf&psig=AOvVaw0FfATICEaMe58xhLxLVstJ&ust=1681310579136000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjRqxqFwoTCKiBq5Clqv4CFQAAAAAdAAAAABAE [13]

[14] <https://static.vecteezy.com/ti/gratis-vektor/p3/4734169-elefant-auf-der-erde-globus-silhouette-vektor.jpg>

[15] <https://www.sofatutor.com/physik/videos/was-ist-der-unterschied-zwischen-masse-und-gewichtskraft>

[16] https://shop.strato.de/WebRoot/Store18/Shops/81182861/57EE/9119/0799/BDD7/B792/COA8/2BBA/F24A/T14_Zoom-13.jpg

[17] <https://www.lichtmikroskop.net/optik/bilder/lichtspektrum-optik.jpg>

[18] <https://cdn.businessinsider.de/wp-content/uploads/2020/05/GettyImages-89860754-800x518.jpg>

[19] <https://spark.iop.org/sites/default/files/image/litwoprismdispersionipsc.svg>

[20] <http://old.al.lu/index.php/departements/physique/deuxieme>

[21] <http://old.al.lu/index.php/departements/physique/deuxieme>

[22] <https://www.strickling.net/refrakt.gif>

[23] https://cms.bresser.de/files/tmp/3/6/csm_spiegelteleskop_8341a731c9.jpg

[24] <https://www.tmt.org/published/system/articles/images/281/original/b515abeff906aa83f598a011785029dfe9c3bbd0.jpg?1572457152>