



Astronomie zum Anfassen

■ Der Leiter der Sternwarte an der Kantonsschule Heerbrugg, Benedikt Götz, mit der neuesten Errungenschaft auf dem Dach: ein modernes Teleskop der Firma Planewave.

Dietmar Kuhlmann

Seit 1996 betreibt die Kanti Heerbrugg eine Sternwarte auf dem Dach des Gebäudes. Diese ermöglicht Schülerinnen und Schülern der Kantonsschule sowie externen Schulklassen die grosse Welt der Astronomie zu entdecken.

Die vielfältige Einrichtung bietet mit grossen Teleskopen und vielen kleinen mobilen Geräten, Kameras und Spektrographen die Möglichkeit, astronomische Fragestellungen auch praktisch im Astrokurs oder für eine Maturaarbeit anzugehen. Daneben gibt es ein modernes digitales Planetarium, um die Sterne förmlich vom Himmel zu holen und die vielen Wunder des Himmels wetterunabhängig anschaulich zu machen. Die Sternwarte der Kantonsschule leistet einen wichtigen Beitrag zur Ergänzung der

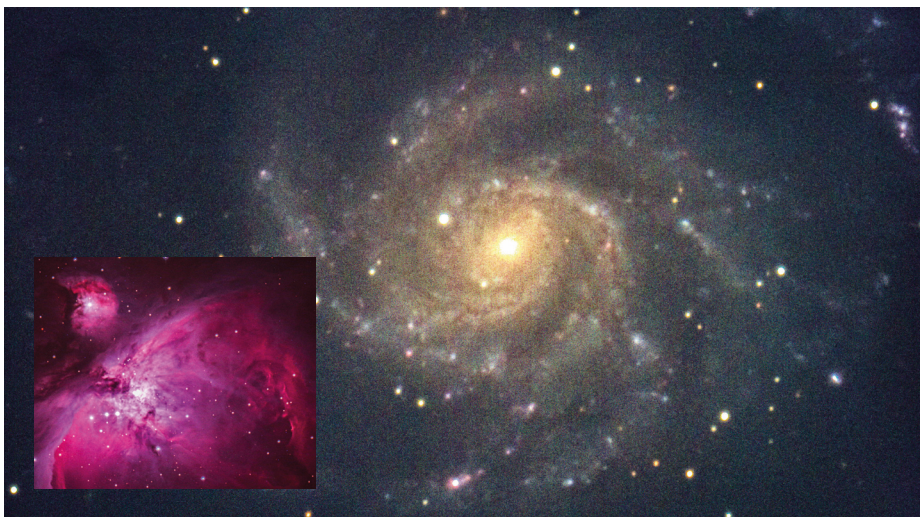
Wissensbasis und Ausbildungsqualität der Schüler und ermöglicht die Sicht in den endlich erscheinenden Weltraum.

- Die Konzeption der Sternwarte als «Schulsternwarte» erlaubt an mehreren Stationen Sternbeobachtungen durchzuführen.
- Bei klarem Wetter bringen die verschiedenen Teleskope Schülern und Besuchern das Weltall ein grosses Stück näher.
- Bei ungünstigen Sichtverhältnissen ins All besteht die Möglichkeit, mit der Kuppel des Planetariums verschiedene Sternenhimmel zu betrachten sowie den Planetenweg zu begehen (siehe den Bericht in der Auer Zitig Nr. 142).

Eine neue Dimension der Sternbeobachtung

Ein astronomisches «Geschenk» der besonderen Art gab es auf der Sternwarte der Kantonsschule Heerbrugg bereits vor Weihnachten 2019. Am 10. Dezember 2019 konnte ein neues Teleskop durch das Sternwarte-Team KSH entgegengenommen werden. Wegen Corona ist die geplante Einweihung nun auf voraussichtlich Frühjahr 2022 verschoben worden.

Mit der sehr modernen Technik ist die Schulsternwarte jetzt parat für Projekt- und Maturaarbeiten sowie umfassende Sternführungen – ein astronomischer Quantensprung in eine neue Ära der Sternbeobachtung unter den Heerbrugger Sphären...



■ Unsere Bilder zeigen die hohe Leistungsfähigkeit des neuen Teleskopes mit Blick in den Weltraum, genauer in die Wagenradgalaxie, 500 Mio. Lichtjahre entfernt und den violett-rötlichen Orion-Gasnebel, 1'344 Lichtjahre entfernt (kleines Bild).

Selbstverständlich kann dieses Teleskop vorher festgelegte Positionen am Sternenhimmel automatisch ansteuern und verfolgen. Zusätzlich ist die Auflösung der Bilder um ein Vielfaches erhöht. Dies ist dank modernster Rechentechnik möglich.

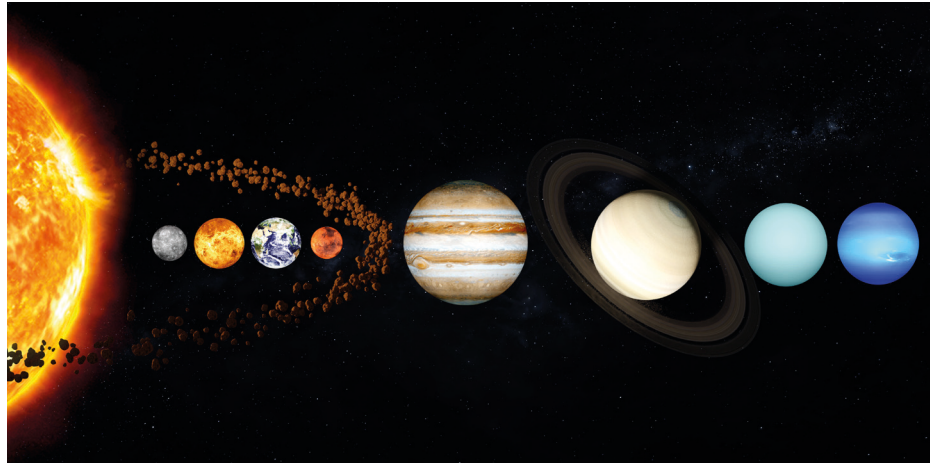
Führungen

Die Sternwarte KSH steht grundsätzlich allen Schülern der Kantonsschule Heerbrugg zur Verfügung. Da die Astronomie bei vielen anderen ein grosses Interesse weckt, werden gern auch externe Besucher auf der Sternwarte begrüsst. Es werden Führungen in Gruppen, idealerweise von einer Grösse bis maximal 15 Personen (nach Vereinbarung auch mehr) und Beobachtungsabende angeboten. Insbesondere sind auch Klassen anderer Schulen herzlich auf einen Besuch eingeladen. Die Interessenten erwarten ein spannendes Programm. Bei klarem Wetter werden die Teleskope auf dem Dach der Schule benutzt, um jedem interessierten Besucher das Weltall direkt vor Augen zu halten.

Planetarium

Für das Planetarium stellt das Wetter kein Problem dar. Es kann bei allen Witterungsbedingungen eine Führung stattfinden. Mit Hilfe eines Beamers, Umlenkspiegel (einer Art «Fisheye»-Projektion) und entsprechender Software werden die unterschiedlichsten Sternenhimmel in eine Kuppel projiziert. Damit sind Rückblicke in den Sternenhimmel der Nord- und Südhalbkugel oder Konstellationen von Sternenhimmeln der Antike möglich. Trotz des technischen Fortschritts ist eine Live-Beobachtung auf dem Dach aber durch Nichts zu ersetzen. Dieses wird für den Blick durch die beiden Teleskope in den Himmel extra aufgezo-gen.

Die Sternwarte der KSH lässt sich nur durch die Mithilfe vieler Personen betreiben und ausbauen. Wenn sich Personen für die Sterne und die Geheimnisse des Alls interessieren, dann bittet der Förderverein der Sternwarte KSH um ihre finanzielle Unterstützung. Sie leisten damit einen wertvollen Beitrag zur Verbesserung der Unterrichtsqualität sowie zur Aufwertung der KSH und der gesamten Region.



■ Das Sonnensystem mit der Sonne (links) und den acht Planeten und deren Monde, Asteroiden und Kometen, die alle in verschiedenen Umlaufbahnen um die Sonne kreisen.

Für Führungen und andere Interessen besuchen Sie die Webseite der Sternwarte (www.ksh.edu/schule/sternwarte) bzw. wenden sich direkt an den Leiter des Observatoriums, Benedikt Götz.

Astronomie – ein extra-galaktisches Phänomen

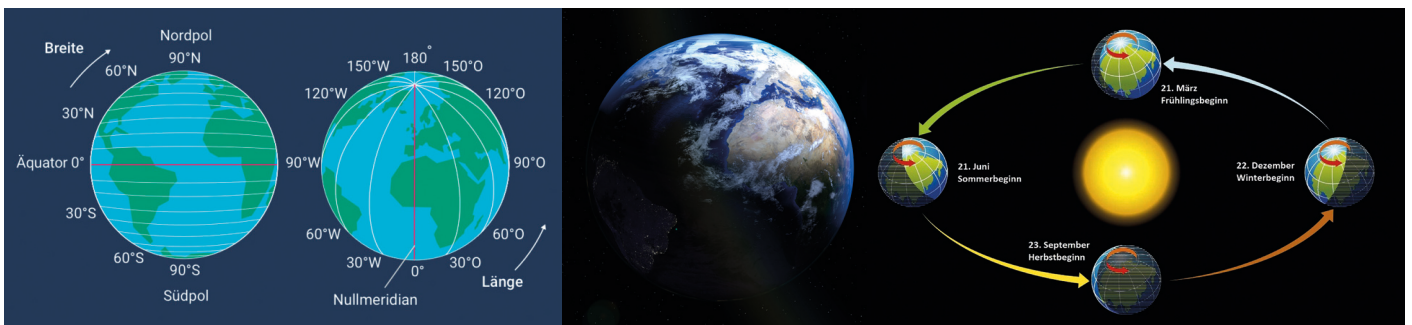
Wir befinden uns auf der Erde als Teil des Weltalls im System unserer Sonne mit verschiedenen Planeten. Dabei ist die Erdkugel etwas ganz Besonderes; sie verfügt über Leben, Wasser und Luft. Wenn man unseren Planeten aus 400 km Höhe betrachtet erscheint er bläulich. Eine Wissenschaft für sich sind die Bewegungen und Drehungen der Planeten um sich selbst und um die Sonne. Das ist nicht nur für Astronomen ein komplexes System, sondern schlicht und einfach ein extra-galaktisches Phänomen.

Die Erde benötigt auf ihrer Umlaufbahn ein ganzes Jahr um die Sonne. Der Merkur als sonnennächster Planet schafft es in ca. 88 Tagen und Neptun als entferntester Planet ist ca. 165 Jahre für eine Umkreisung unterwegs. Im Sonnensystem drehen sich die Planeten unterschiedlich häufig und nicht gleichförmig um die Sonne.

Es gibt weitere interessante Feststellungen. So wird es Tag, wenn die Sonne aufgeht und danach in einem Bogen über den Himmel zieht. Wenn sie schliesslich hinter dem

Horizont verschwindet, wird es Nacht. Man könnte also meinen, Tag und Nacht wechseln sich ab, weil die Sonne wandert. Eigentlich dreht sich aber die Erde und die Sonne steht still – relativ jedenfalls. Aufgrund der Erddrehung kommen wir auch wieder auf die Sonnenseite, es wird wieder hell und ein neuer Tag beginnt. Wenn sich die Erde einmal um ihre eigene Achse gedreht hat, ist für uns ein Tag – also 24 Stunden – vergangen.

Aus einem Raumschiff könnte man sofort erkennen, dass sich die Erde nach Osten dreht. Das bedeutet, dass östlich von uns bereits die Sonne scheint. Und wer vormittags aus den Thailandferien in die Schweiz anruft, klingelt seinen Gesprächspartner mitten aus dem Tiefschlaf. Denn in Thailand beginnt der Tag schon sechs Stunden früher. In Neuseeland, fast genau auf der anderen Seite der Schweiz gelegen, ist immer dann Tag, wenn bei uns Nacht ist – und umgekehrt. Aufgrund dieses Phänomens gibt es auf der Erde verschiedene Zeitzonen. Im Weiteren ist die Erde in Längen- und Breitengrade eingeteilt, in das eigentliche Koordinatensystem. Sie dreht sich um 15 Längengrade pro Stunde nach Osten ($24 \text{ h} \times 15^\circ = 360^\circ$ eine Erdumdrehung). Zusammenhängende Gebiete verwenden die gleiche Uhrzeit, dadurch steht nicht an allen Orten in einer Zeitzone die Sonne um 12 Uhr auf dem höchsten Stand.



■ Unsere Erdkugel ist in ein Koordinatensystem aus Längen- und Breitengraden unterteilt. Die Längengrade dienen zusätzlich als Zeitzonen (links). Unser Planet aus 400 km Höhe betrachtet (Mitte). Schematisch dargestellt der Wechsel der vier Jahreszeiten, die mit der Neigung der Erde und der Rotation um die Sonne zu tun haben (rechts).

Die Erfindung der Weltzeit

Mit der Ausbreitung der Eisenbahnen tauchte das Problem auf, dass verschiedene Orte an der Bahnlinie unterschiedliche Zeiten hatten. Obwohl der Zug nicht so lange unterwegs war, hatte der Abfahrtsort oft eine andere Zeit(zone) als der Ankunfts-ort. Das führte zu erheblichen Problemen in der Koordinierung der Züge.

Um Klarheit zu schaffen, führte man in der Mitte des 19. Jahrhunderts einheitliche Zeiten ein, die sich in der Regel nach dem Hauptsitz der Eisenbahngesellschaft oder der Landeshauptstadt richteten. Nicht immer führten diese Eisenbahnzeiten zu grösserer Klarheit, insbesondere in Grenzorten. In Genf z.B. musste man mit drei Zeiten jonglieren. Bis 1886 zeigte der dortige Uhrenturm drei verschiedene Zeiten, je eine für die Eisenbahnen nach Frankreich (Pariser Zeit) oder innerhalb der Schweiz (Berner Zeit) sowie die Genfer Ortszeit für den Alltag.

Auf dem Weg zu einer weltweiten Zeitordnung

Wenn in Europa die Sonne ihren Höchststand erreicht, ist es auf der anderen Seite der Erde Mitternacht. Diese Tatsache spielte im Bewusstsein der meisten Menschen bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts kaum eine Rolle. Das änderte sich, als man begann, Nachrichten via Telegrafenkabel um den Erdball zu schicken. Die Zeit ist quasi die geographische Länge bzw. der Längengrad (Meridian) der Erde. Er bestimmt also mit der Sonne die Zeit.

Als grösstes Hindernis entpuppte sich das Fehlen eines einheitlichen Nullmeridians, den man als Ausgangspunkt benötigte. Es waren eine Vielzahl von Bezugsmeridianen in Gebrauch: Greenwich, Paris, Cadiz, Nepal usw. Um dieser verwirrenden Vielfalt ein Ende zu setzen, trafen sich Vertreter von 25 Staaten 1884 in Washington D.C. zur «International Prime Meridian Conference», wo man sich auf Greenwich in Grossbritannien als Nullmeridian einigte. In der Folge führte man weltweit Zonen ein, dass sich alle 15° Länge die Zeit grundsätzlich um 1 Stunde ändert. Das führte zur Einführung der Mitteleuropäischen Zeit (MEZ) im Jahre 1893. Ab 1972 wurde die

koordinierte «Weltzeit» UTC (Coordinated Universal Time) eingeführt, die heute weltweite Gültigkeit hat.

Im Wesentlichen werden Zeitzonen aus wirtschaftlichen und kommunikativen Gründen verwendet, damit über einen grösseren Bereich die gleiche Zeit herrscht. In der Realität geht die Sonne aber in Polen etwas früher auf und in Spanien einige Zeit später unter.

Datumsgrenze im Pazifik

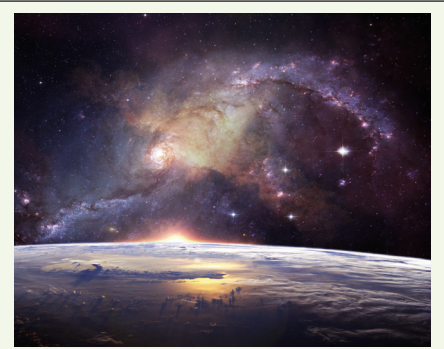
Die Datumsgrenze ist eine gedachte Linie am 180. Längengrad in der Nähe der Insel Samoa im Pazifischen Ozean. Beim Passieren dieser Grenze ist das Kalenderdatum zu wechseln. Reist man von West nach Ost, gelangt man in den vorangegangenen, bei umgekehrter Richtung in den nächsten Kalendertag.

Die Schräglage der Erde ist der Schlüssel für die Jahreszeiten

Die vier Jahreszeiten entstehen aus der Besonderheit, dass die Erde auf ihrer Sonnenumlaufbahn um ca. 23,27° geneigt ist und sie sich gleichzeitig um die eigene Achse dreht. Wäre dies nicht der Fall, gäbe es keinen Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Einmal ist die nördliche Erdhalbkugel der Sonne näher zugewandt, einmal die Südhalbkugel, was zu unterschiedlichen Sonnenintensitäten führt und sich die Temperaturen zwischen Sommer und Winter dadurch so stark unterscheiden. Als Besonderheit gilt es noch zu erwähnen, dass der geringste Abstand zwischen Sonne und Erde jeweils im Januar am Anfang eines Jahres besteht. Der Abstandsunterschied zwischen Sommer und Winter beträgt ca. 5 Mio. km, bei einem Gesamtdurchmesser der Erdbahn (Ekliptik) von ca. 300 Mio. km.

Die Rolle des Mondes

Der Mond benötigt durchschnittlich 29,5 Tage um die Erde zu umkreisen. In dieser Zeit dreht er sich einmal um sich selbst. Aus diesem Grund sieht man den Mond von der Erde aus immer von derselben Seite oder Blickwinkel. Seine Umlaufbahn führt von Westen nach Osten, im gleichen Drehsinn mit dem die Erde um ihre Achse

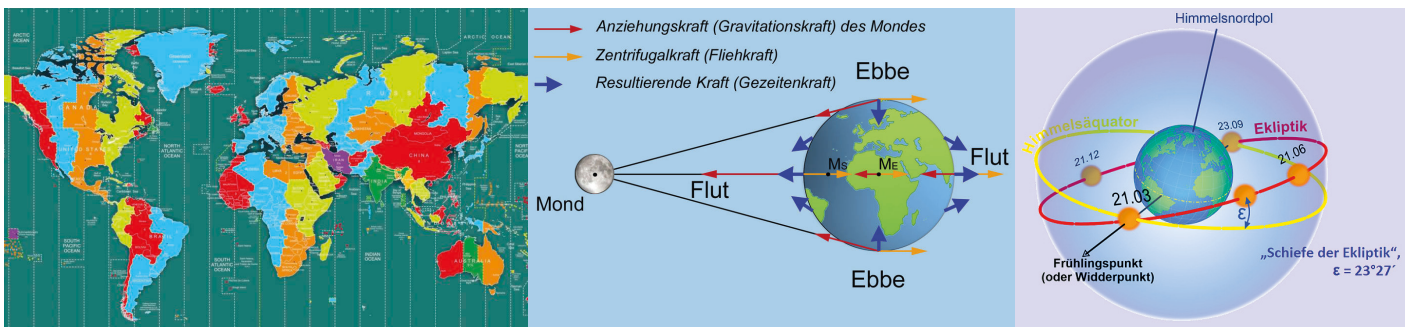


Astronomische Entdeckungen

Die nachfolgende Auflistung zeigt, dass die Menschheit schon früh an der Astronomie und des Weltalls interessiert war. Die Planeten wurden schon sehr früh wahrgenommen. Allerdings waren die Mittel damals beschränkt, genaue Forschungen zu betreiben.

Planet	Entdeckt am
Sonne	Vor Anbeginn der Zeit
Merkur	1200 v. Chr.
Venus	Vor Anbeginn der Zeit
Erde	Aristoteles stellte im 4. Jahrhundert vor Chr. die Behauptung auf, die Erde sei eine Kugel. 150 Jahre später ging der Grieche Eratosthenes in der Bibliothek von Alexandria dieser Theorie nach. Scheibe oder Kugel? Galileo Galilei kam durch seine Beobachtungen um 1610 zum Schluss, dass die Erde um die Sonne kreisen musste
Mars	Vor Anbeginn der Zeit
Jupiter	Vor Anbeginn der Zeit
Saturn	Vor Anbeginn der Zeit
Uranus	Im Jahr 1781
Neptun	23.09.1846
Pluto*	18.02.1930 *gilt aber seit 2006 nicht mehr als eigenständiger Planet

rotiert. Dabei hat die Bahnebene des Mondes eine Neigung von ca. 5.2° zur Erdumlaufbahn um die Sonne (Ekliptik). Der Abstand zur Erde schwankt zwischen ca. 360'000 und 400'000 km.



■ 24 verschiedene Zeitzonen existieren auf unserer Erde, allein das Festland der USA ist in vier Zeitzonen unterteilt (links). Der Mond beeinflusst mit seiner Anziehungskraft die Gezeiten der Weltmeere. Ebbe und Flut bringt die Ozeane in Bewegung (Mitte). Die Erde steht schief: mit einer Neigung von 23,27° Grad dreht sie sich um die Sonne (rechts).

Der Mond hat noch weiteren Einfluss auf unser Leben. Er ist vor allem der Hauptgrund für die Gezeiten auf der Erde (Ebbe und Flut). Damit hat der Mond in gewisser Weise einen Einfluss auf das Wetter bzw. das Klima auf der Erde.

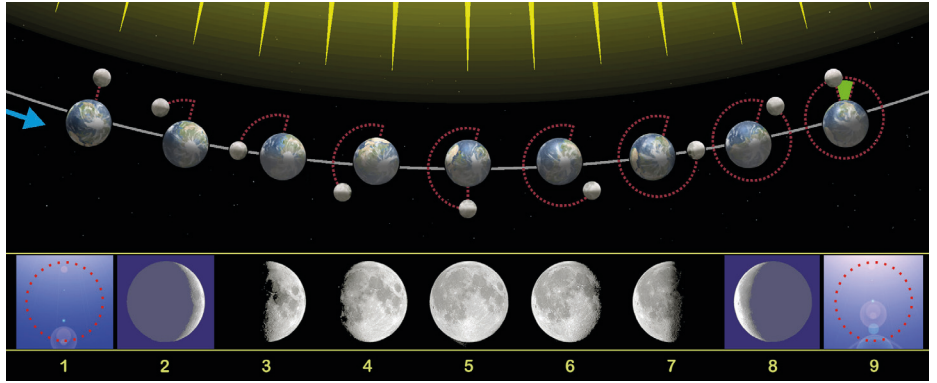
Die Gezeitenkraft des Mondes

Der Mond ist der entscheidende Faktor für die Gezeiten mit komplexen Einflüssen auf die Erde insgesamt.

Obwohl der Mond mehrere hunderttausend Kilometer von der Erde entfernt ist, zieht er das Wasser unseres Planeten durch die Wirkung seiner Gravitationskräfte an. Flut ist immer auf der Seite der Erde, über der gerade der Mond steht. Dort auf der mond-zugewandten Seite ist die Gravitationskraft grösser als die Fliehkraft. Das Wasser wird förmlich Richtung Mond gezogen – es entsteht ein Flutberg. Auf der mondabgewandten Seite ist die Gravitationskraft kleiner als die Fliehkraft. Die Wassermassen verschieben sich dadurch in entgegengesetzte Richtungen und es entsteht ein zweiter, etwas niedriger Flutberg. Ebbe ist sozusagen immer auf halber Strecke dazwischen. Also dort, wo der Mond gerade am Horizont zu sehen ist,



Der Mond ist für das Leben auf der Erde sehr wichtig. Er ist u.a. für Ebbe und Flut verantwortlich und stabilisiert seit jeher die Erddrehung.



Jeden Monat durchläuft der Mond seine vier Phasen: vom Neumond über eine zunehmende Sichel, den Halbmond bis hin zum Vollmond und zurück. Dieser Phasenwechsel entsteht, weil die Mondkugel immer nur zur Hälfte von der Sonne angestrahlt wird. Nur bei Vollmond steht der Trabant der Sonne genau gegenüber.

denn dann steht er im rechten Winkel zur Erde. Unsere Kugel dreht sich bei ihrer täglichen Rotation vereinfacht gesagt unter den Flutbergen hindurch. Dadurch gibt es zweimal täglich Hochwasser und zweimal täglich Niedrigwasser. Je nach Ort steigt bzw. fällt der Wasserpegel zu unterschiedlichen Zeiten. Wenn man zum Beispiel an der europäischen Nordseeküste durchs seichte Watt spaziert, erreicht der Wasserpegel an der Ostküste Amerikas gerade seinen Höchststand. Der unterschiedliche Abstand des Mondes von der Erde, zusammen mit der Erd-, Mond- und Sonnenkonstellation sorgen noch zusätzlich für unterschiedliche «Gezeitenhübe», wie z.B. die «Spring- und Nippflut».

Mond- und Erdkonstellation

Heute braucht die Erde 24 Stunden, um sich einmal um sich selbst zu drehen. In der Frühzeit drehte sie sich viermal so schnell. Ein Tag dauerte entsprechend nur 6 Stunden. Es war der Mond, der die Erde gebremst hat. Durch die Gezeiten, die er auslöst, durch Ebbe und Flut mit dem ganzen «Hin- und Hergeschwappe» der Meere verliert die Erde ständig an Drehenergie. Dadurch verändert sich die Drehgeschwindigkeit und die Rotation wird langsamer.

Ohne den Mond wäre die Erde einsamer. Das Traurige an der Geschichte ist, der Mond entfernt sich von uns. Jedes Jahr driftet er ca. 4 cm weiter hinaus ins Weltall. Eines fernen Tages wird er soweit weg sein, dass es keine totale Mondfinsternis mehr geben wird. Jedoch benötigt es auch hier Millionen von Jahre, bis es spürbare Auswirkungen hat.

Durch die Anziehungskräfte des Mondes werden nicht nur die Gezeiten bzw. Wassermassen beeinflusst, sondern auch die Temperaturen, die abermals unterschiedlichen Luftdruck erzeugen. Die entstehenden Strömungen verursachen dann schwächeren oder stärkeren Wind, der wiederum grossen Einfluss auf das Pflanzenwachstum bzw. unser tägliches Leben hat.

Der Mond bewegt sich auf einer elliptischen Bahn und hat daher unterschiedliche Abstände zur Erde, je nach Position in seiner Umlaufbahn.

Mondphasen

Mondphasen entstehen, weil der Mond sich um die Erde dreht und die Sonne scheint. Je nach seiner Stellung in der Erdumlaufbahn wird er unterschiedlich von der Sonne beschienen. Neumond ist, wenn die Sonne quasi «hinter» dem Mond steht.



HAUTLE TREUHAND



- WIRTSCHAFTSPRÜFUNG
- STEUERBERATUNG
- BUCHFÜHRUNG
- UNTERNEHMENSBERATUNG

HTG Hautle Treuhand Gesellschaft
Berneckerstrasse 9, CH-9434 Au SG

Telefon: +41 71 245 80 00
E-Mail: info@htg.ch
Internet: www.htg.ch