

dem Himmel nahe

Mitteilungen | Informationen | Programm

© Foto: NASA Earth Observatory – Der Erdschein auf dem Mond, aufgenommen von Bord der ISS



Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V.
Zeiss-Planetarium am Insulaner



Das Motto unserer Vereinsschrift „Dem Himmel nahe – der Erde verbunden“ spiegelt ihre Ausrichtung wider. In dieser besonderen 14. Ausgabe wird der Blick hauptsächlich auf die Erde gerichtet.

Das Programmangebot der Stiftung Planetarium Berlin in den Berliner Planetarien mit dem besonderen „Fokus auf die Erde“ hebt eine neue Sicht auf die Erde hervor (Seite 3).

In der letzten Folge der Serie „Götter und Planeten im Alten Orient“ (S. 8) wird uns zunächst das alte Weltverständnis, die antike Sicht auf die Erde im alten Mesopotamien vor über 3000 Jahren vermittelt. Vieles davon hat sich über die Jahrhunderte erhalten und prägt noch unterschwellig bei vielen Menschen ihr Weltverständnis.

Dazu gehört die Erfahrung eines stabilen Klimas, in dem die Natur und damit wir Menschen in einer immerwährend erscheinenden Symbiose gut leben konnten. Dieser vermeintliche „Vertrag“ wird jetzt aus menschlicher Sicht durch den, für uns Menschen als „verstörend“ empfundenen Klimawandel aufgekündigt.

Eine neue Sicht auf die Erde als einen begrenzten Lebensraum im weiten lebensfeindlichen Kosmos haben uns erstmals die Astronauten von Apollo 8 mit ihren Bildern aus der Umlaufbahn um den Mond vermittelt. Den Astronauten Alexander Gerst und Matthias Maurer war es vergönnt, von der Internationalen Raumstation ISS über längere Zeit aus 420 Kilometer Höhe eine fantastische Sicht auf die Erde zu haben und einen nachdrücklichen Blick für die sich wandelnden klimatischen Veränderungen zu bekommen. Im Planetarium können diese „Ansichten“ der Erde von allen Besucher*innen in der Fotoausstellung „420 km über der Erde“ persönlich nachvollzogen werden.

Der Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. sieht es als seine vornehmste Aufgabe, in den Wissenschaftlichen Mittwochs-vorträgen einen weiteren „Schwerpunkt Erde“ zu setzen, um damit zu einem veränderten und verbesserten Weltverständnis beizutragen (*bereits gehaltene Mittwochs-vorträge siehe Seiten 11 und 24*). Forscher und Wissenschaftler beobachten und untersuchen die Natur. Sie zeigen Zusammenhänge auf und geben Prognosen für die weitere Entwicklung auf der Erde. Um zu verstehen, was heute geschieht, müssen wir auch wissen, was gestern war. Damit legen sie die Grundlage für ein verändertes Verständnis dieser Welt und damit für den notwendigen Anpassungsprozess, der für das Überleben des Menschen unvermeidlich sein wird!

Die Themen der Wissenschaftlichen Mittwochs-vorträge sind auf unserer Webseite www.wfs.berlin einsehbar. Den Mitgliedern unseres Vereins steht in unserer Bibliothek darüber hinaus die stetig erweiterte, aktualisierte Literatur zum „Thema Erde“ zur Verfügung, sodass Interessierte auch hier ihren Blick auf die Erde erweitern können.

Das Weltverständnis kann nur dann verändert werden, wenn die Menschen untereinander und miteinander kommunizieren. In dieser 14. Ausgabe unserer Vereinsschrift möge den Leser*innen deswegen das Wirken und das Sein von Menschen an verschiedenen Orten in der Zeit des Klimawandels nahe gebracht werden („Mittendrin“ Seite 22). Besonders im Fokus werden in der neuen Serie PORTRAIT die Menschen am Insulaner stehen (Seite 31), die das Gesicht der wunderbaren Häuser „Planetarium am Insulaner“ und „Wilhelm-Foerster-Sternwarte“ prägen.

Ihr Vorstand

Zum 200. Todestag von Sir William Herschel	Dr. Karl-Friedrich Hoffmann	4
SERIE TEIL 9 Götter und Planeten im Alten Orient	Dr. Friedhelm Pedde	8
Die Kontinentale Tiefbohrung	Dr. habil. Frank Holzförster	11
Das Klimasystem der Erde – Klimaänderung	Gerold Faß Umweltbundesamt und PIK	14
Der „Da Vinci Glow“	Otto Wöhrbach	18
Friesland – Sturmfluten und Klimawandel	Gerold Faß	20
„Mittendrin“ Sturmfluten und Klimawandel	Uwe Tjaden	22
Vom Ende der Evolution und dem Sterben der Arten	Prof. Dr. Matthias Glaubrecht	24
BÜCHERECKE „Extrem“	Siglinde Hacke	27
Informationen für unsere Mitglieder IMPRESSUM		28
BÜCHERECKE „Das Glas-Universum“	Dr. Karl-Friedrich Hoffmann	30
PORTRAIT – Menschen am Insulaner	Eckhard Platow	31
Geburtshelfer gesucht	Ulrich Franke	32
Sonne, Mond und Planeten	Uwe Marth	34

Die Erde im Planetarium

Ausstellung

„420 Kilometer über der Erde“ –
Ansichten unserer Erde aus der
Internationalen Raumstation ISS.

Konzept: Dr. Monika Staesche



Veranstaltungen

ERDE und KLIMA

im Planetarium am Insulaner und
im Zeiss-Großplanetarium

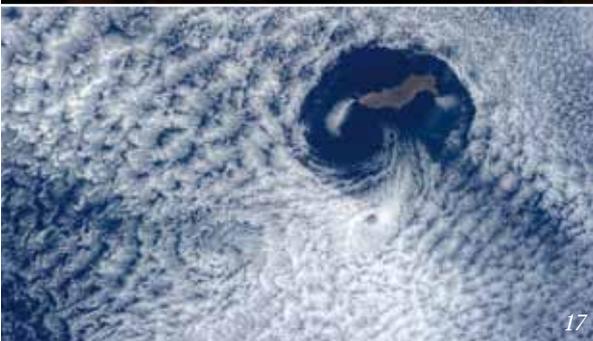
Mit der ISS um die Welt
ab 10 Jahre

Raumschiff Erde
ab 5 Jahre

Unsere Erde 2
ab 6 Jahre

Lars der kleine Eisbär
ab 5 Jahre

Jenseits der Sonne
– Auf der Suche nach einer neuen Erde
ab 7 Jahre



17



13



7



6



15



21

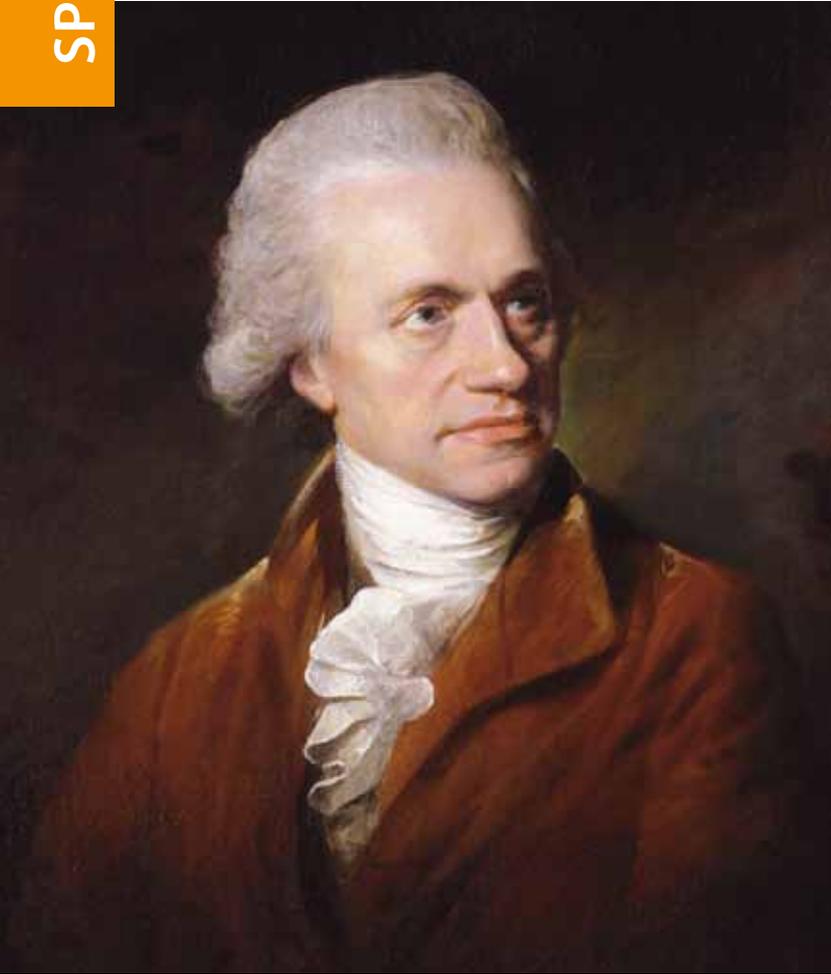
6 Nord- und Ostsee, 7 Neuseeland, 13 Europa,
15 Mallorca: Alexander Gerst/ESA/NASA
17 Guadeloupe, 21 Nil: dpa, cul kno

Das komplette Programm siehe
www.planetarium.berlin

Zum 200. Todestag von Sir William Herschel

Musiker und Astronom - gestorben am 25. August 1822 in Slough (England)

Dr. Karl-Friedrich Hoffmann – WFS Berlin



Gemälde von Lemuel Francis Abbott, 1785,
National Portrait Gallery, London

Am 15. November 1738 wurde Friedrich Wilhelm Herschel als Sohn eines Orchestermusikers der Hanoverschen Garde in Hannover geboren. Dem musikalisch talentierten Jungen schien eine lebenslange Musikerkarriere bestimmt zu sein; mit 14 Jahren trat er als Oboist und Violin-Spieler in die Regimentskapelle seines Vaters ein. Im Jahr 1756 wurde sein Regiment für ein halbes Jahr nach London verlegt, da das Haus Hannover in Personalunion mit der britischen Krone verbunden war. Herschel erlernte schnell die englische Umgangssprache und knüpfte unter Musikern einige Bekanntschaften, die ihm bald hilfreich sein sollten. Bei Rückkehr des Regiments im Herbst 1756 war der Siebenjährige Krieg ausgebrochen. Kurz vor der Besetzung Hannovers durch die Franzosen im Jahre 1757 verließ Herschel die Truppe und kehrte mit seinem Bruder Jakob, ebenfalls Musiker, nach London zurück, um ein ruhiges Musikerleben zu führen.

Wilhelm und Caroline Herschel
beim Polieren eines Teleskop-Spiegels

Als Musiker in England

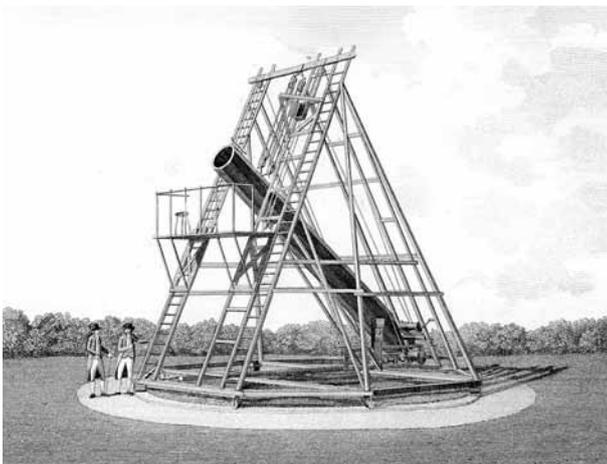
Anknüpfend an seine Bekanntschaften konnte er zunächst als Notenkopist und Musiklehrer einen bescheidenen Lebensunterhalt sicherstellen. Seine offensichtlichen musikalischen Qualitäten sprachen sich aber bald herum. Er spielte Violine, Cello, Oboe und Orgel und war somit ein vielseitig einsetzbarer Musiker. 1760 wurde ihm die Leitung eines kleinen Militärorchesters in Darlington (Richmond) übertragen. Die sichere finanzielle Stellung ermöglichte ihm nun auch Zeit für eigene Kompositionen und Konzertreisen, so dass er zwischen 1761 und 1766 als musikalischer Wandersmann zwischen Leeds und Halifax zunehmend anspruchsvollere Aufgaben bekam. Schließlich wurde er Ende 1766 Organist an der berühmten Octagon-Kapelle in Bath – eine Stellung, die ihm den Aufbau eines eigenen Chores ermöglichte und im musikalischen Leben Englands wesentliche Türen öffnete. Regelmäßige Konzertreisen mit der Aufführung von Oratorien bis zum Theatre Royal in Bristol machten ihn zu einem wohlhabenden Mann. Dies ermöglichte ihm nach und nach seine Geschwister aus ärmlichen Verhältnissen in Hannover nach England zu holen; darunter ab 1772 seine Schwester Caroline, die ihm fortan den Haushalt führte und als Sängerin in seinen Konzerten auftrat.

Alle größeren Kompositionen verfasste Herschel zwischen 1759 und 1769; in Anlehnung an seine Kollegen Johann Christian Bach und Carl Friedrich Abel zählt man seine Werke überwiegend zum sogenannten galanten musikalischen Stil. Sie werden auch heute noch von einschlägigen Ensembles aufgeführt.



Der unwiderstehliche Drang zum Sternhimmel

Niemand weiß, weshalb Herschel ab etwa 1773 begann sich plötzlich leidenschaftlich mit der aktiven Beobachtung des Sternhimmels zu beschäftigen. Zur Astronomie kam er über die intensive Beschäftigung mit der Mathematik, die zwischen der Musiktheorie und den astronomischen Standardwerken damaliger Zeit ganz offensichtlich die geistige Brücke darstellte. Für die nunmehr praktische Beschäftigung mit der Himmelsbeobachtung ist der Kauf eines Quadranten und einiger kleinerer Linsen für ein Teleskop belegt. Mit den Möglichkeiten der Linsenteleskope damaliger Bauweise war Herschel wegen der massiven Farbsäume und Verzerrungen offenbar gar nicht zufrieden. Nach der Ausleihe eines Spiegelteleskops zur Prüfung begann Herschel selbst solche Instrumente zu bauen. Durch einen Zufall gelang es ihm, eine kleine Werkstatt zur Herstellung von Metallspiegeln zu erwerben. Nun fertigte er selbst Metallspiegel mit zunehmender Größe an. Er verwendete dafür die Legierung „Speculum“, eine Kupfer-Zinn-Bronze, der in der Regel noch etwas Arsen beigemischt wurde. Diese Bronzen ließen sich sehr gut auf Hochglanz polieren, neigten aber schnell zum „Anlaufen“, was die Reflektionsfähigkeit herabsetzte, so dass sie häufig nachpoliert werden mussten. Mit den selbst geschliffenen Spiegeln fertigte er zunächst einfache Teleskope Newtonscher Bauart. Gut dokumentiert sind zwei von ihm häufig benutzte Instrumente mit etwa 7 Zoll Öffnung und etwa 2 m Brennweite und ab 1783 ein 19-Zöller mit 6 m Brennweite. Darüber hinaus fertigte er viele weitere Instrumente auch zum Verkauf, den er europaweit betrieb. Insgesamt stellte er mit seiner Familie über 400 Metallspiegel verschiedener Größe (bis zu 20 Zoll) her, die ihm ein lukratives Einkommen sicherten.



Die epochale Zufalls-Entdeckung

Ab 1775 begann er seine „Durchmusterung“ des Sternhimmels. Zunächst erfasste er systematisch alle Sterne bis zur 4. Größe. Diese diente ihm vor allem zunächst dazu, das Auflösungsvermögen seiner neuen Spiegel zu testen, um einen Qualitätsstandard zu erreichen. 1778 gelang ihm ein besonders guter 7-Zoll-Reflektor, mit dem er ab 1779 in einer zweiten Durchmusterung beabsichtigte, alle Sterne bis zur 8. Größe zu beobachten und ihre Position mit den damals bekannten Sternkarten zu vergleichen. Sein Ziel war es, Objekte mit einer messbaren periodischen Eigenbewegung, hervorgerufen durch die Erdbahnbewegung, aufzufinden (Trigonometrische Fixsternparallaxe; dies gelang erst 1838 Friedrich Wilhelm Bessel). Dabei stieß er am 13.3.1781 auf einen bis dahin unbekannten Stern etwa 6. Größe, der eine merkliche Eigenbewegung zeigte. Zunächst vermutete er einen neuen Kometen, der aber nicht die üblichen Entwicklungen eines Kometen zeigte.

Über die Royal Society verbreitete sich diese Entdeckung schnell in ganz Europa. Überall wurden Bahnrechnungen durchgeführt, die nicht für einen Kometen passten. Schließlich traute sich Pierre Simon de Laplace die Erkenntnis auszusprechen: es handle sich um einen neuen Planeten! Die trotz der kopernikanischen Revolution noch von mittelalterlicher Vorstellung verbreitete Ansicht, mit den sieben beweglichen Himmelskörpern (Sonne, Mond, Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn) sei die Harmonie des Kosmos „erfüllt“ – es könne keine weiteren Planeten geben – wurde damit endgültig begraben.

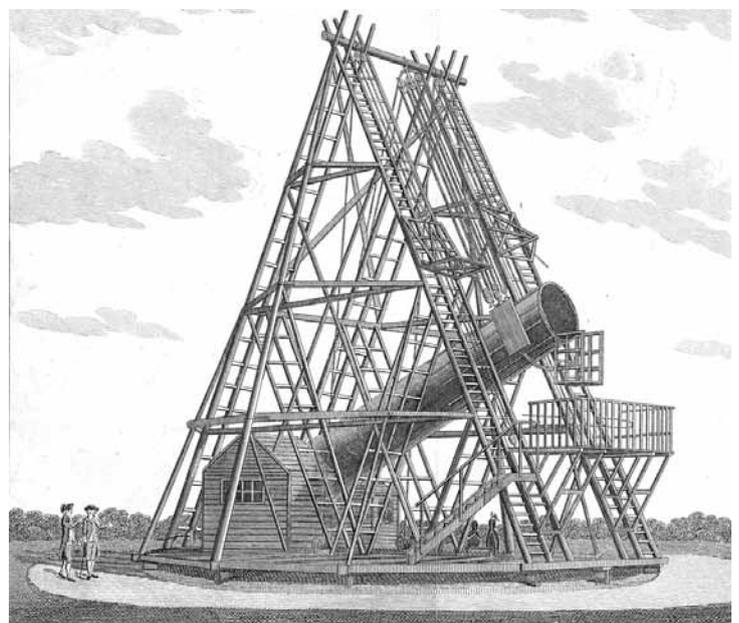
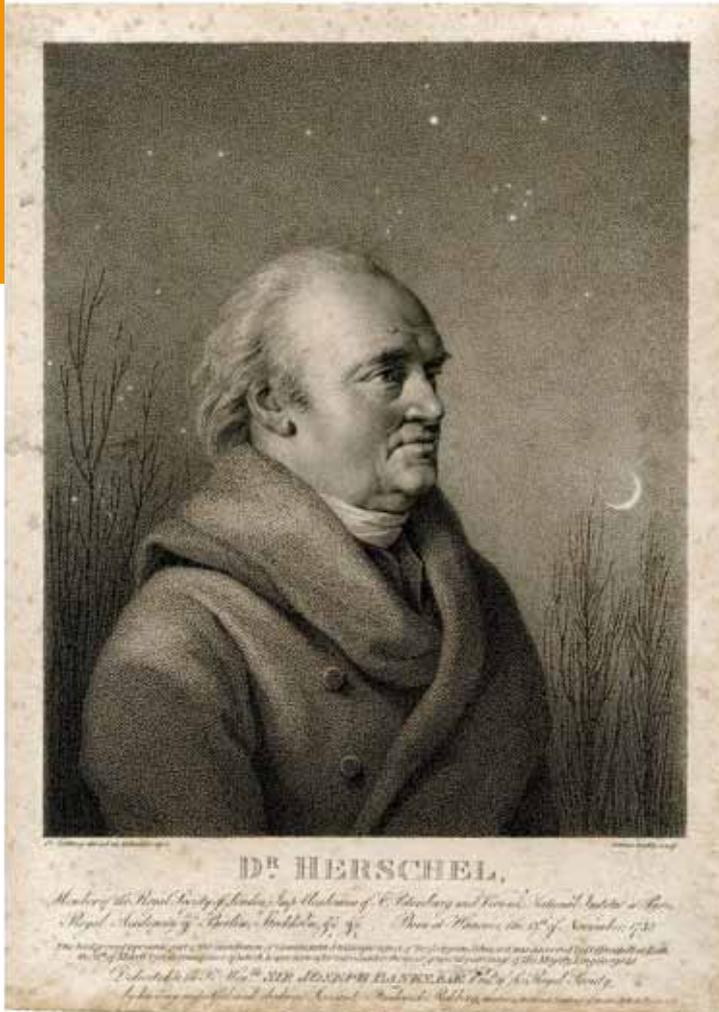


Abb. links: Der 19-Zöller mit 6 m Brennweite
Abb. rechts: Der 48-Zöller mit 12 m Brennweite



Stich von James Godby (1814):
Herschel vor dem Sternbild Zwillinge, in dem er 1781 den Planeten Uranus entdeckte.

Herschel als Entdecker oblag die Namensgebung des neuen Planeten, den er zu Ehren des englischen Königs „Georgium Sidus“ (Georgs Stern) nannte; König Georg III. ernannte ihn 1782 zum königlichen Astronomen und sagte ihm eine jährliche Pension von 200 Pfund zu mit der alleinigen Aufgabe, „der königlichen Familie gelegentlich Himmelsobjekte zu zeigen“.

Außerdem wurde er als Mitglied der ehrwürdigen Royal Society of London gewählt: Herschel war nunmehr berühmt, finanziell unabhängig und konnte sich ganz der Astronomie widmen und seine musikalischen Aktivitäten aufgeben. 1816 wurde er zum „Sir“ geadelt.

Die Namensgebung fand in Europa allerdings nur geteilten Zuspruch, passte sie sich doch gar nicht den historisch-mythologischen Namen der anderen Planeten an. Johann Elert Bode in Berlin, der sehr schnell den neuen Planeten akzeptiert hatte, passte die Bahn doch perfekt zu der von ihm und Johann Daniel Titius gefundenen Beziehung zwischen den Abständen der Planetenbahnen zur Sonne (Titius-Bodesche Reihe), schlug schon bald den Namen „Uranus“ für den neuen Planeten vor, der die mythologische Namensreihe perfekt ergänzte (Uranus war in der griechischen Mythologie der Vater des Saturn) und schnell in Europa Verbreitung fand.

Die Sicherheit einen Planeten vor sich zu haben ergab sich auch aus Herschels Beobachtung, dass er von zwei Monden (Titania und Oberon, 1787) begleitet wird.

Die erste Entdeckung eines Planeten seit den Babyloniern war die Belohnung für eine sorgfältige Auswertung der Beobachtungen. Es stellte sich heraus, dass schon mancher Astronom vor Herschel den Planeten als neuen „Stern“ beobachtet hatte und in seine Karten eingetragen hatte, ohne sich weiter darum zu kümmern. So konnte Bode bei einer Kontrolle von veröffentlichten Beobachtungen schon 1690 den Planeten in einer Karte von John Flamsteed finden; später hat er ihn noch insgesamt viermal 1712 und 1715 beobachtet, ohne seine Natur zu erkennen. Ebenso ging es dem Franzosen Pierre Charles Lemonnier, der den Planeten mindestens 10 mal beobachtet und aufgezeichnet hatte, darunter Beobachtungen auf mehreren aufeinander folgenden Tagen: eine sorgfältige Auswertung seiner Beobachtungen hätte ihn lange vor Herschel zum Entdecker machen können!

Der Drang nach immer mehr Licht

Herschel erging es wie allen Astronomen: je größer seine Instrumente wurden, desto mehr Informationen lieferte das Weltall, aber desto größer wurde auch der Wunsch nach noch mehr Licht, das heißt nach noch größeren Teleskopen. Das ist im 21. Jahrhundert noch immer so und ein Ende ist nicht abzusehen.

Herschel baute mit großzügiger Unterstützung des englischen Königs die größten Teleskope des 18. Jahrhunderts. Sein größtes Teleskop entstand 1789 mit einem Spiegeldurchmesser von 48 Zoll und einer Brennweite von 12 Metern. Die großen Teleskope konstruierte er als „Front View Telescops“ indem er den Hauptspiegel gegen die Achse ein wenig geneigt einbaute, so dass das Bild am Rand des Rohres entsteht und dort mit einer Okularlinse betrachtet werden kann; ein Umlenkspiegel entfällt damit und die Abdeckung durch den Kopf des Beobachters ist bei der großen Öffnung vernachlässigbar. Geringfügige Verzerrungen der Abbildung wird in Kauf genommen.

Schon bei der zweiten Beobachtung am 28. August 1789 mit dem Riesen gelang die Entdeckung des sechsten Saturnmondes (Mimas) und drei Wochen später des siebenten (Enceladus).

Damit hatten sich die gigantischen zeitlichen und materiellen Investitionen wissenschaftlich schon gelohnt. Auch den Ring des Uranus hatte Herschel bereits gesehen und beschrieben, eine Entdeckung, die zunächst als Fiktion abgetan wurde und erst 1977 bestätigt wurde.

Zum 200. Todestag von Sir William Herschel

Musiker und Astronom - gestorben am 25. August 1822 in Slough (England)

Dr. Karl-Friedrich Hoffmann – WFS Berlin

SPECIAL

Allerdings erwies sich der dauerhafte Betrieb des 48-Zöllers als recht problematisch, weil er einen großen Angriff auf Windkräfte bot und zur Einstellung und Nachführung immer mehrere Hilfskräfte benötigt wurden. So wurde der Riese längerfristig eher ein Schauobjekt für die Leistungen der Konstrukteure und nur selten benutzt. Ein Sturm im Jahre 1839 zerstörte das Instrument irreparabel.

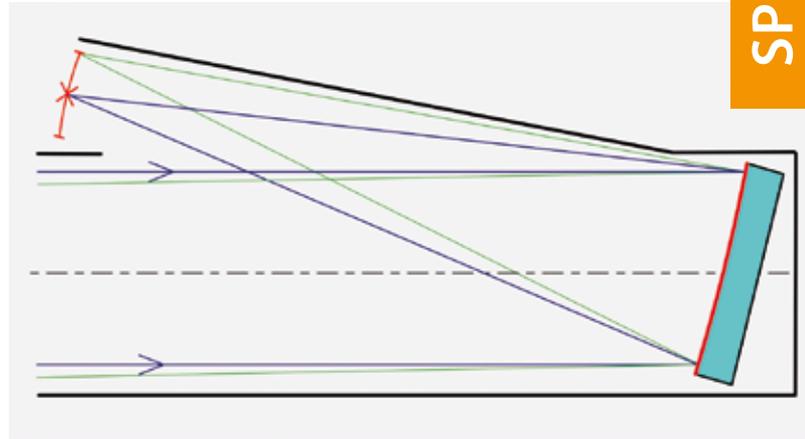
Der Bau des Kosmos

In jeder klaren Nacht beobachteten die Herschels den Sternhimmel und dokumentierten ihre Beobachtungen gewissenhaft – auch bei intensiver geschäftlicher Beanspruchung. Die Royal Academy erhielt regelmäßig Kataloge von Himmelsobjekten zur Veröffentlichung. Zunächst die Doppelsternkataloge, die vor allem für die Entdeckung der Fixsternparallaxe dienen sollten (s. auch Seite 5, rechte Spalte), aber dann auch zur Beobachtung von Positionsveränderungen bei Doppelsternsystemen führten. Diese Sterne gehörten offensichtlich physisch zueinander. Waren sie unterschiedlich hell, mussten sie ganz offensichtlich verschiedene Leuchtkraft haben. Es folgten vier Helligkeitskataloge – der Anfang der visuellen Photometrie.

Ein besonderes Interesse widmete Herschel den „nebligen“ Objekten, von denen er mehrere tausend katalogisierte. Den von Charles Messier 1780/81 veröffentlichten Katalog von 103 nicht-punktförmig erscheinenden Objekten unterzog Herschel einer sorgsam Prüfung. Mit seinen überlegenen Teleskopen entdeckte er, dass viele davon in Einzelsterne aufzulösen sind, es sich um „Sternhaufen“ handelte. Was er allerdings noch nicht wissen konnte, dass es auch Gasnebel und Galaxien gibt. Er nahm nur an, dass die „Nebel“, die er nicht auflösen könne, zu weit entfernt sind und damit viel größer als gedacht – eine grundsätzlich richtige Annahme.

Eine wichtige Erkenntnis leitete Herschel aus Sternzählungen ab. Für die Milchstraße fand er mehr als 50000 Sterne. Er erkannte die elliptische Figur unserer Milchstraße und bestimmte das Achsenverhältnis ziemlich korrekt zu 11:2; allerdings fiel die Ausdehnung deutlich zu klein aus.

Aus dem Nebeneinander von Nebeln verschiedener Formen erarbeitete Herschel 1814 eine kosmische Entwicklungslinie: zu Beginn steht ein selbstleuchtender Lichtnebel, der infolge fortschreitender Verdichtung einen sternförmigen Kern entwickelt; über Anziehungen benachbarter Sterne entstehen Doppelsterne, Sternhaufen und schließlich Sternsysteme – wie die Milchstraße – eine erste mit Beobachtungen untermauerte Kosmologie und die Abkehr von einem ewig unveränderlichen Universum!



Der Lohn konsequenter und planvoller Beobachtung

Leider können hier nur die wichtigsten Ergebnisse einer über 50-jährigen konsequenten Beobachtungstätigkeit zusammengetragen werden.

Aus einer zunächst amateurhaften Beschäftigung mit der Astronomie entwickelte sich Herschel zu einem der bedeutendsten Astronomen des 18. Jahrhunderts und ein visionärer Naturphilosoph, der wichtige Anstöße für die nachfolgende Generation gab.

Welch grundlegende Erkenntnis aus einer einfachen Beobachtung entspringt, die sorgfältig überprüft wird, zeigt seine Entdeckung der Infrarotstrahlung. Bei dem Hantieren mit farbigen Gläsern und Prismen im Sonnenlicht war Herschel aufgefallen, dass auf der Haut je nach Farbe ein unterschiedliches Wärmegefühl entsteht. Dies überprüfte er mit einem Thermometer im Spektrum eines Prismas. Dabei bestätigte sich zunächst, dass im roten Bereich die Temperatur zunahm – allerdings stieg das Thermometer noch weiter an im nicht mehr sichtbaren Bereich jenseits des Roten: die „Ultrarotstrahlung“ war entdeckt.

Als wichtige und notwendige Ergänzung zur Tätigkeit Herschels muss aber die uneigennützig „Hilfe“ seiner Schwester Caroline hier unbedingt erwähnt werden.

Ihr eigener Beitrag zur Astronomie des beginnenden 19. Jahrhunderts ist so groß, dass dafür hier ein eigener Artikel zwingend folgen muss. Sie war nicht nur Gehilfin bei der Herstellung der Spiegel, den nächtlichen Beobachtungen und sorgfältige Protokollantin – sie beobachtete auch eigenständig, wenn der Bruder verhindert war und führte die Arbeiten nach seinem Tode in Hannover bis zu ihrem Tode 1848 fort.

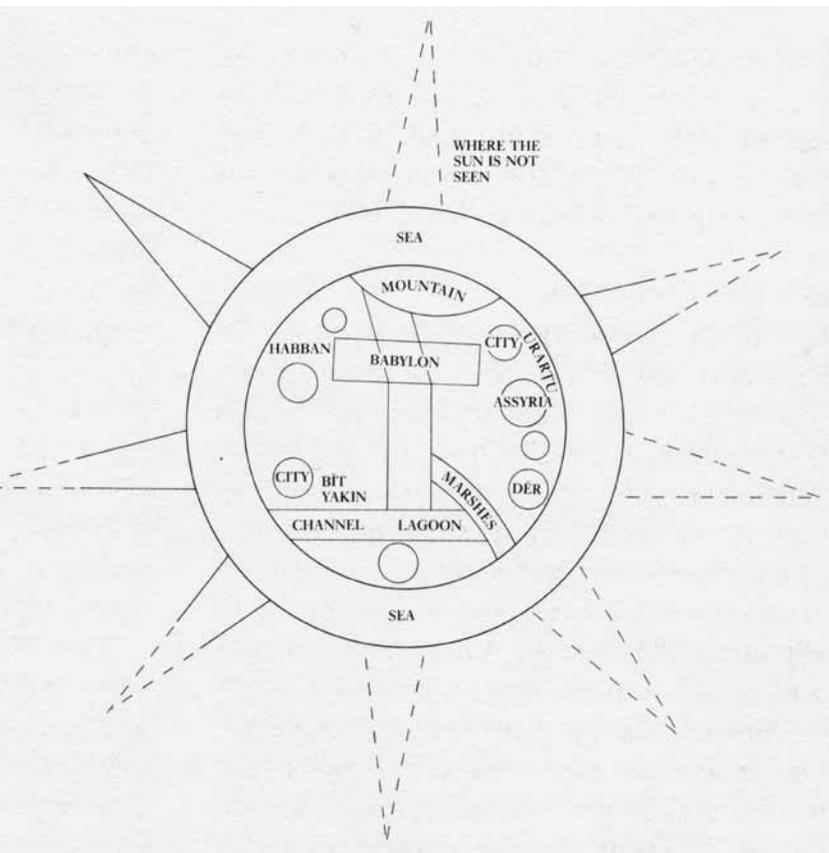
Der Strahlengang, den Herschel für seine großen Teleskope verwendete (Typ Herschel-Lomonossow-Spiegelteleskop)

Götter und Planeten im Alten Orient

Die Erde und ihre Götter

Dr. Friedhelm Pedde – Archäologe | WFS Berlin

In dieser letzten Folge der Serie soll es um die Erde gehen, ohne deren Beschreibung die Darstellung des mesopotamischen Weltverständnisses unvollständig bleiben würde. Für die Mesopotamier war die Erde natürlich kein Planet. Wie in der letzten Ausgabe beschrieben, dachten sich die Menschen im Alten Orient den Himmel als in drei übereinander liegende Welten geteilt. Dieselbe Dreiteilung galt auch für die Erde. Mit der obersten der „drei Erden“ war die tatsächliche Erdoberfläche gemeint, wo sich das reale Leben der Menschen abspielte, welches allerdings von zahllosen Göttern, Göttinnen und Dämonen beeinflusst wurde. Ein Schöpfungsmythos berichtet, dass die Welt ganz am Anfang nur aus einem Salzwasser- und einem Süßwasserozean bestanden hätte, deren Wasser sich vermischten, woraus die erste Göttergeneration entstand. Die, wie man glaubte, flache Scheibe der Erde war von diesem Salzwasserozean umgeben (Abb. unten).



Umzeichnung einer Tontafel aus dem Britischen Museum (BM 92687) einer eingeritzten Landkarte der Umgebung von Babylon.

Der kreisförmige Streifen ist der Salzwasserozean, der senkrechte Streifen der Fluss Tigris, auf dessen beiden Ufern als horizontaler Streifen die Stadt Babylon liegt. Babylon, 6. Jh. v. Chr.

(Zeichnung: T. Rickards in: J. Black – A. Green, *Gods, Demons and Symbols of Ancient Mesopotamia*, 1992, 53)



Die Symbole der Götter auf einer steinernen Landschenkungsurkunde. Oben Mondsichel (Sin), Venus (Ishtar) und Sonne (Schamasch), darunter Altäre mit Hörnerkronen (Anu und Entil) sowie Ziegenfisch-Altar mit Steinbock (Enki). Die Göttersymbole der weiteren Register sind nicht durchweg zweifelsfrei zuzuordnen. Susa, 12. Jh. v. Chr. Paris, Louvre (<https://www.pinterest.fr/pin/397583473330951855/>)

Die auf der Erde wirkenden Götter

Wie in allen antiken Religionen und Weltbildern steckte hinter jedem unerklärbaren Phänomen ein göttliches Wesen bzw. göttliches Walten. So gab es außer den in dieser Serie bereits vorgestellten Göttern weitere Gottheiten: für das Wetter den Gott Adad, den Feuergott Girra, den Lichtgott Nusku, den Pestgott Erra, den Gott der Tiere Šakkan und die Getreidegöttin Nisaba. Aber auch für Träume, Heilung, Fruchtbarkeit, Orakel und vieles andere gab es Gottheiten (Abb. oben). Alle diese Götter hatten über die Städte Mesopotamiens verstreut ihre Heiligtümer, wo sie verehrt wurden oder zumindest gnädig gestimmt werden sollten.

Andererseits waren die Götter aber auf die Menschen angewiesen, denn diese mussten für die Speisung der Götter in Form von Opfergaben sorgen. Wenn etwa der Tempel des Stadtgottes durch kriegerische Einwirkungen zerstört wurde, konnten die Einwohner dem Gott nicht opfern und der Gott dann die Stadt nicht mehr schützen. Was die Zukunftsdeutung angeht, beschränkte man sich nicht auf Astrologie, sondern kannte noch andere Methoden der Wahrsagekunst wie die Leberschau, Raucherorakel sowie das Lesen aus Öl oder Mehl.

Rote Polarlichter wie dieses über Rosenheim wurden
660 v. Chr. in Mesopotamien beobachtet und aufgezeichnet
(Foto: Rudolf Reiser 2003)

Die Vorstellung von der Welt

Die überschaubare Welt der Menschen im Alten Orient beschränkte sich auf die sogenannten „vier Weltgegenden“. Damit waren die Länder Subartu (Assyrien im nördlichen Irak), Akkad (Babylonien im südlichen Irak), Elam (Iran) und Amurru (Syrien, Levante) gemeint. Auch alle Himmelsereignisse wurden astrologisch auf diese Regionen bezogen, sogar die Scheiben von Sonne und Mond widerspiegelten bei Finsternissen diese Gebiete in vier Sektoren. Gleichwohl wusste man sehr wohl, dass es hinter den genannten Regionen auch noch weitere Länder gab, denn die Handelsbeziehungen reichten weit. Anatolien und Ägypten, die Inseln Zypern und Bahrain sowie der Oman und die Indus-Kultur in Pakistan waren den Mesopotamiern zumindest vom Hörensagen ein Begriff.

Himmelsbeobachtungen auf die Erde bezogen

In der assyrischen Hauptstadt Ninive wurden in einer königlichen Bibliothek astronomische Aufzeichnungen gefunden, die ins 7. Jahrhundert v. Chr. datiert werden. Himmelskundige aus verschiedenen Städten des assyrischen Reiches mussten dem König regelmäßig Bericht über die Geschehnisse am Himmel erstatten, um für dessen Vorhaben die günstigen oder ungünstigen Bedingungen sowie den astronomisch-astrologisch verschlüsselten Willen der Götter zu erkunden. Neben den standardmäßigen Himmelsbeobachtungen der Sterne und Planeten wurden auch ungewöhnliche Erscheinungen erwähnt. So gibt es drei Tontafeln, die aus Ninive und Babylon stammen, auf denen unter anderem von nächtlichen, rot leuchtenden Wolken die Rede ist. Die Tafeln stammen aus dem Zeitraum von 679 bis 655 v. Chr. Wie Untersuchungen von Isotopendaten aus Baumjahresringen und grönländischen Eiskernen ergaben, ereignete sich 660 v. Chr. ein außerordentlich heftiger koronaler Massenauswurf der Sonne, der zu einem geomagnetischen Sturm führte und das irdische Magnetfeld traf, was Polarlichter hervorrief, die außergewöhnlich weit südlich zu sehen waren. Allerdings lag in jener Zeit der magnetische Pol in Eurasien und nicht im nördlichen Kanada und war somit Mesopotamien deutlich näher als heute. Die drei genannten Tontafeln beschreiben also offenbar Polarlichter (*Abb. rechts oben*)! Neben diesen Berichten über Ereignisse am Himmel wurden auch irdische Vorgänge aufgezeichnet wie das Wetter, Erdbeben, Hochwasser, die Marktpreise und wichtige gesellschaftliche Ereignisse. Im Alten Orient glaubte man nämlich, dass sich alles Geschehen



in großen Zyklen wiederholt, die man durch die akribischen astronomischen Aufzeichnungen zu erkennen hoffte.

Der unterirdische Süßwasserozean

Unter der Erde befand sich nach altorientalischer Auffassung der Süßwasserozean Abzu. Diese Vorstellung resultierte aus der Beobachtung, dass in der mesopotamischen Schwemmebene der Grundwasserspiegel sehr hoch ist und sich daher in Löchern und Brunnen schnell das Wasser sammelte, und auch das Quellwasser stammte ja aus der Erde. Dieses vermeintliche Reich wurde von dem bereits oben erwähnten Gott regiert, der auf Sumerisch Enki („Herr der Erde“) und auf Akkadisch Ea genannt wurde. Zusammen mit Anu und Enlil gehörte er zu den mächtigsten Göttern des mesopotamischen Pantheons. Sein Hauptkultort war die uralte Stadt Eridu im südlichen Irak mit dem Tempel É-abzu und der Zikkurat É-unir. Auf Abbildungen erkennt man ihn daran, dass aus seinen Schultern oder einem Gefäß in seinen Händen Ströme von Wasser fließen (*Abb. unten*). Enki galt als Gott der Weisheit, war der Schöpfer der Menschen und diesen wohlgesonnen. Das Gilgamesch-Epos erzählt, dass die Götter die Vernichtung der Menschen durch eine Sintflut beschlossen hatten. Enki warnt jedoch Utnapischtim (auch: Ziusudra), den sumerischen Noah, der eine Arche baut und überlebt (*s. dazu Bücherecke der Mitgliederzeitschrift Nr. 10*).

Siegelabrollung. Der Gott Enki sitzt auf seinem Thron im unterirdischen Süßwasserozean.

Er hält ein Gefäß, aus dem Wasser strömt. Vor ihm steht sein janusköpfiger Wesir. Beide werden von zwei nackten Heroen flankiert. Links im Bild ein anbetender Mann. Fundort unbekannt, ca. 2200 v. Chr. New York, Pierpont Morgan Library



(<http://www.mesopotamiangods.com/ea-enki-nudimmud-khnemu-ptah-poseidon-oannes-overview/>)

Terrakottenrelief. Bei dieser nackten Göttin mit Vogelfüßen könnte es sich um Ereschkigal, die sehr selten dargestellte Herrscherin des Totenreiches, handeln. Fundort unbekannt, ca. 1800 v. Chr. Britisches Museum (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Ishtar_goddess.jpg)

Das Reich der Toten

Die unterste Welt war das Totenreich, in dem die Göttin Ereschkigal (Abb. rechts) und ihr Gatte Nergal herrschten, das sogenannte „Land ohne Wiederkehr“. Die Mesopotamier stellten sich vor, dass die Verstorbenen ein elendes Schattendasein führten und auf die Speisung durch die Hinterbliebenen angewiesen waren. Die Sonne und alle Himmelskörper mussten die Unterwelt von Westen nach Osten durchqueren, um im Osten wieder aufgehen zu können. Dabei musste der Sonnengott Schamasch, der als Weltenrichter für die Gerichtsbarkeit zuständig war, nicht nur in der Welt der Lebenden, sondern auch hier im Totenreich Recht sprechen. Ansonsten sind die mythologischen Berichte über die Unterwelt rar. Auch wird das Reich der Toten nicht bildlich dargestellt, ganz anders als im Alten Ägypten.

Das Ende und Weiterwirken der babylonischen Astronomie

Was blieb übrig von den astronomischen und religiösen Vorstellungen der Mesopotamier und hat seinen Weg bis in unsere Tage gefunden? Dazu gehören zunächst die beiden mathematischen Systeme, die noch heute geläufig sind: das Dezimalsystem und das Sexagesimalsystem, letzteres insbesondere in der Einteilung der Zeit in 12er und 60er-Einheiten sowie die Einteilung von Kreisen in 360 Grad. Darüber hinaus sind es viele Sternbilder, deren Namen und Bedeutung, teilweise auch als Umdeutung, heute noch bestehen, sowie die Einteilung der Ekliptik in 12 gleich große Sternbilder.

Trotz ihres umfangreichen Wissens, ihrer gewaltigen Menge von Aufzeichnungen und ihrer mathematischen Möglichkeiten hatten die Mesopotamier offenbar kein Interesse an einer weitergehenden Erklärung über die Beschaffenheit der Welt, wie es die Griechen versucht haben. Es ging ihnen lediglich um Vorhersagen über die Zukunft. Als in den Jahrhunderten der Zeitenwende das Interesse der Könige aus der ostiranischen Dynastie der Parther an der astrologischen Zukunftsdeutung erlahmte, war das Ende der babylonischen Astronomie und Astrologie eingeläutet. Die späteste bisher bekannte Keilschrifttafel datiert in das Jahr 75 n. Chr. und beinhaltet einen astronomischen Text. Mit dem Medium Tontafel erlosch auch die aktive Astronomie in Mesopotamien für viele Jahrhunderte.

Die Griechen haben seit der Herrschaft der persischen Achämeniden große Teile ihrer astronomischen Kenntnisse von den Babyloniern bezogen, diese ihrerseits weiterentwickelt und letztendlich an Europa



weitergegeben. Auch einige astrologische Vorstellungen Mesopotamiens wirken bis heute nach. Die Gottesvorstellungen der Griechen und Römer gehen ebenfalls teilweise auf das Zweistromland zurück. Zwar wurde die Vielgötterei bekanntlich erst mit dem Christentum abgeschafft, gleichwohl leben aber die antiken Götter in religiös abgewandelter Form in einigen Heiligen der katholischen Kirche fort, und die Sitte der Prozessionen der Götterstatuen außerhalb der Stadtmauern am babylonischen Neujahrsfest findet sich noch heute in einigen Ländern bei den Prozessionen der Marienstatuen.

LITERATUR

Jeremy Black – Anthony Green: *Gods, Demons and Symbols of Ancient Mesopotamia* (London 1992)

Pascal O'Hare et al.: *Multiradionuclide evidence for an extreme solar proton event around 2,610 B.P. (660 BC)*, in: *PNAS*, March 26, 2019, Vol. 116/13, 5961–5966; Internet: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1815725116

Hisashi Hayakawa et al.: *The Earliest Candidates of Auroral Observations in Assyrian Astrological Reports: Insights on Solar Activity around 660 BCE*, 2019, in: *The Astrophysical Journal Letters*, 884:L18; Internet: <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ab42e4/meta>

Stefan M. Maul: *Die Wahrsagekunst im Alten Orient* (München 2013)

Reallexikon der Assyriologie und Vorderasiatischen Archäologie, 15 Bände (1928-2018)

Walther Sallaberger: *Das göttliche Wesen des Kosmos: Zum Sitz im Leben von Weltentstehungsmotiven im frühen Mesopotamien*, in: *Antike Kosmogonien*, Tuna-el Gebel, Bd. 9 (Vaterstetten 2019), 93-107

Die Kontinentale Tiefbohrung

Eine Raumfahrt ins Erdinnere

Dr. habil. Frank Holzförster – Wissenschaftlicher Leiter, GEO-Zentrum an der KTB



Der Bohrplatz der KTB-Hauptbohrung im Jahr 1992.

Um den 83 m hohen Bohrturm gruppieren sich die wissenschaftlichen und die bohrtechnischen Einrichtungen
(© GEO-Zentrum an der KTB).

In den Jahren 1987-1994 wurde nach einer bis ins Jahr 1957 zurückgehenden Ideen- und Planungsphase das Kontinentale Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland (KTB) in Windischeschenbach, Nordostbayern, in die Tat umgesetzt. Das Ziel waren Bereiche mit Gesteinstemperaturen von etwa 300 °C. Es war das erste Großforschungsvorhaben der deutschen Geowissenschaften und wurde vom Bundesministerium für Forschung und Technologie mit rund 270 Millionen Euro finanziert. Das Projekt war auch Teil eines internationalen Programms zur weltweiten Erkundung der Lithosphäre, jener etwa 120 km mächtigen festen Schale der Erde, bestehend aus Erdkruste und dem festen oberen Abschnitt des oberen Erdmantels.

Hintergrund

Die Erforschung der tiefen Erdkruste beschäftigte die internationalen Geowissenschaften schon seit den 1950er Jahren. Zunächst untersuchte man die junge und relativ einfach aufgebaute ozeanische Erdkruste. Die Erdkruste der Kontinente hat sich dagegen seit mehr als 4 Milliarden Jahren entwickelt und ist in ihrem Aufbau komplizierter. Daher wurde ab etwa 1970 die Erforschung der kontinentalen Lithosphäre zu einer vordringlichen Aufgabe erklärt.

Das dafür am besten geeignete Instrument heißt „Tiefbohrung“. Das KTB wurde so ein technologisches Projekt, das immense Anforderungen an die Bohr- und

Messtechnik stellte. Neue geochemische und geophysikalische Untersuchungsmethoden wurden ebenso entwickelt wie Materialien, Geräte und elektronische Systeme, die den extremen Druck- und Temperaturverhältnissen im Bohrloch standhielten.



Geologische und geophysikalische Vorerkundungen ergaben, dass sich in Nordostbayern die besten Voraussetzungen für ein geowissenschaftliches Tiefbohrprogramm boten. Durch Kollision zweier Kontinente vor etwa 350 bis 300 Millionen Jahren wurden hier verschiedene Krustenbereiche übereinander geschoben und tiefliegende Teile der Erdkruste in erbohrbare Tiefen angehoben. Hier befindet sich die Naht mehrerer tektonischer Großeinheiten mit unterschiedlichen Altern und Strukturen, deren nähere Erforschung auch für viele andere Bereiche der mitteleuropäischen Kruste von Bedeutung ist. Zudem liegt die alte Kruste in der Nähe jüngerer Sedimentbecken und steht mit diesen über Bruchzonen in Verbindung.

Probenmaterial

Wichtiger Bestandteil einer Forschungsbohrung ist die Gewinnung fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe zur wissenschaftlichen Untersuchung: Bohrkerne, Bohrklein, Bohrmehl, Bohrspülung, Gase und Flüssigkeiten. Bei der von 1987 bis 1989 abgeteufte 4.000 m tiefen Vorbohrung gewann man Bohrkerne im sogenannten Seilkernbohrverfahren: Die ringförmige Bohrkronen ist zum Schneiden mit Diamanten besetzt und innen hohl. Sie arbeitet sich mit einer Geschwindigkeit von 2 m/h ins Gestein. Dabei schiebt sich der herausgebohrte zylindrische Gesteinskörper in ein Kernrohr im Inneren des hohlen Bohrgestänges. Das gefüllte Kernrohr kann dann zur Oberfläche gezogen werden. Bei der Vorbohrung gewann man damit 3.600 m Bohrkerne. In der insgesamt 9.101 m tiefen Hauptbohrung wurden dann unterhalb von 4.000 m nur noch besonders interessante Bereiche gekernt.

Mit Hilfe der Rüttelplatten unter der LKW-Kolonne wurde der Untergrund durch Wellen seismisch erkundet (© GEO-Zentrum an der KTB).

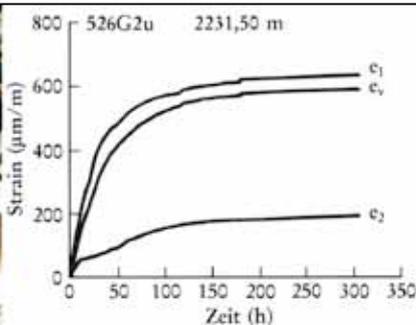


Zuerst erfasste und beschrieb man die Bohrkern
nach geologischen Kriterien mit dem bloßen Auge
(© GEO-Zentrum an der KTB).

Im Feldlabor

Erste Untersuchungen des Probenmaterials fanden im Feldlabor statt. In diesem Institut vor Ort arbeiteten Wissenschaftler aus den Fachdisziplinen Geologie, Mineralogie, Geochemie, Geophysik, Felsmechanik, Bohrtechnik und EDV. Zusätzliche Untersuchungen wurden an 36 Universitäten und Forschungseinrichtungen im In- und Ausland durchgeführt.

Die Bohrkern und alle anderen Proben wurden inventarisiert und der entsprechenden Tiefe zugeordnet. Markierungen gewährleisteten, dass sich die ehemalige Lage des Kerns im Gesteinsverband jederzeit exakt nachvollziehen ließ (Abb. oben).



Hauptspannungsrichtung $S_{11} = 155^\circ \pm 10$
 Horizontalspannung (N-S) $\sigma_{11} = 63 \text{ MPa}$
 Horizontalspannung (E-W) $\sigma_{22} = 47 \text{ MPa}$
 Vertikalspannung $\sigma_{33} = 61 \text{ MPa}$

In der Relaxationskammer registrierten sechs Druckaufnehmer rings um den zylindrischen Bohrkern die Entspannung des Gesteins infolge der völlig anderen Druckbedingungen an der Erdoberfläche
(© GEO-Zentrum an der KTB).

www.geozentrum-ktb.de

Gesteinsproben aus den Kernen zersägte man in dünne Scheibchen und fertigte daraus durchsichtige Gesteins-Dünnschliffe mit einer Dicke von 0,03 mm. Sie erlauben mikroskopische Untersuchungen zur exakten Mineralbestimmung und ortsgenaue chemische Analysen mit der Elektronenstrahl-Mikrosonde. Physikalische Gesteinseigenschaften konnten im Feldlabor unmittelbar nach der Entnahme der Gesteine aus dem Bohrloch untersucht werden, bevor sie sich an die Oberflächenbedingungen anpassen.

Bohrlochmessungen

Neben den Untersuchungen über Tage wurden Messungen direkt im Bohrloch durchgeführt. Viele gesteinsphysikalische Eigenschaften zeigen in der Natur andere Werte als unter den künstlichen Messbedingungen im Labor. Zudem helfen die Bohrlochmessungen, Verlauf und Stabilität des Lochs zu bestimmen. An einem Stahlkabel fährt man Messsonden in das Loch ein. Elektrische Leitungen übertragen die Daten zur Messstation über Tage, wo sie verarbeitet und gespeichert werden. Auf diese Weise wurden viele Gesteinseigenschaften direkt in der Erdkruste erfasst: Bohrlochgeometrie, -neigung, -richtung, natürliche Gammastrahlung, Gesteinsdichte, chemische Elemente, magnetische Felder, Schallwellengeschwindigkeiten, Schwerfeld, elektrischer Widerstand sowie Klüfte, Störungszonen und Brüche.

Die Hauptbohrung

Während für die Vorbohrung noch ein konventioneller Bohrturm eingesetzt war, wurde für die Anforderungen der Hauptbohrung die damals modernste und nach wie vor größte Landbohranlage der Welt errichtet. Der Bohrturm ist 83 m hoch. Seine Höhe ergab sich aus der Anforderung, die 40 m langen Bohrgestänge-Abschnitte im Turm abstellen und bewegen zu können. Zum Wechsel

eines nach etwa 50 Bohrmetern verschlissenen Bohrmeißels musste der gesamte Bohrstrang, in Abschnitte zerlegt, aus- und wieder eingebaut werden. Den Antrieb der Hauptkomponenten der Bohranlage - Hebewerk, Spülpumpen und Drehtisch - besorgten Elektromotoren mit einer Gesamtleistung von 9.500 kW.

Beim Bohren wurde die Bohrspülung mit einer Pumprate von bis zu 4.000 l/min. über den Spülkopf

*In der Vorbohrung gewann man mit Bohrkronen (links) die Bohrkern, während in der Hauptbohrung mit Rollenbohrmeißeln (rechts) Bohrklein erbohrt wurde
(© GEO-Zentrum an der KTB).*

durch den innen hohlen Bohrstrang mit hohem Druck nach unten gepumpt. Sie trieb den Sohlenmotor an und schmerte und kühlte den Bohrmeißel. Beim Bohren tritt die Spülung am Bohrmeißel aus, reinigt die Bohrlochsohle vom Bohrklein und kehrt dann im Ringraum zwischen Gestein und Bohrlochwand an die Oberfläche zurück. Dabei transportiert sie das Bohrklein und das Bohrmehl nach oben, wo es Siebe und Zentrifugen aus der Spülung entfernen, bevor die gereinigte Spülung wieder ins Bohrloch zurückgepumpt wird.

„Senkrecht“ heißt die Herausforderung

Für das Erreichen einer großen Bohrtiefe ist ein möglichst senkrechtes Bohrloch notwendig. Da Härte und Festigkeit der Gesteine nicht in allen Richtungen gleich sind, bewirken sie eine Richtungsabweichung des Bohrmeißels von der Senkrechten. Bei der Vorbohrung lagen deshalb der Bohransatzpunkt und der Endpunkt in 4.000 m Tiefe rund 190 m horizontal auseinander. Starke Krümmungen des Bohrlochs führen zu enormer mechanischer Beanspruchung des Bohrstranges und er kann abreißen. Aufwändige Fangarbeiten, Verlust von Bohrgestein bis hin zur Aufgabe des Bohrloches sind die Folge. Für die KTB-Hauptbohrung wurde deshalb ein Vertikalbohrsystem entwickelt, das automatisch den gewünschten Kurs verfolgt. Es reagierte selbständig, sobald seine Messgeräte eine Abweichung von der vertikalen Bohrrichtung registrierten. Drei seitlich zur Bohrlochachse wirkende Hydraulik-Steuerrippen drückten den Bohrmeißel solange gegen die Abweichungsrichtung, bis der Bohrlochverlauf wieder mit der Senkrechten übereinstimmte. So gelang es weltweit erstmals, ein nahezu senkrechtes Bohrloch über mehrere Kilometer voranzutreiben. Bis zu einer Tiefe von 7.490 m betrug die horizontale Abweichung nur 12 m! Dann verhinderten die hohen Temperaturen den weiteren Einsatz des Vertikalbohrsystems und bis zur Endtiefe von 9.101 m war eine Abweichung um über 300 m nicht mehr zu verhindern.

Was haben die Tiefbohrungen gebracht?

Am 12. Oktober 1994 wurden die Bohrarbeiten erfolgreich abgeschlossen. Der Turm der Hauptbohrung blieb stehen und weist als weithin sichtbares Wahrzeichen interessierten Besuchern den Weg zur geowissenschaftlichen Umweltbildungseinrichtung GEO-Zentrum an der KTB. Auf dem Gebiet der Bohrtechnik hat KTB mit dem Senkrechtbohrsystem und vielen weiteren technischen Entwicklungen neue Maßstäbe gesetzt, die seither



Anwendung in der internationalen Bohrindustrie gefunden haben. Die erreichte Endtiefe von 9.101 m stellt angesichts der unerwartet schwierigen geologischen Bedingungen zweifelsfrei eine Höchstleistung dar.

Die wissenschaftlichen Ergebnisse brachten etliche Überraschungen und zeigten so nicht vorhergesehene geologische Verhältnisse. Statt eine Erdkrusteneinheit zu durchbohren und einen darunterliegenden andersartigen Krustenbereich anzutreffen, verliefen beide Tiefbohrungen in steilgestellten und relativ monotonen, verfalteten Gesteinseinheiten. Aus der Interpretation geophysikalischer Messungen war dagegen ein großräumiger Strukturbau der Gesteinseinheiten mit flachem bis halbsteilem Einfallen vorhergesagt gewesen. Die Bohrungen ermöglichten so wesentliche Fortschritte in der Interpretation geophysikalischer Daten aus der kristallinen Kruste. Steilstehende und bewegungsaktive, teilweise mit Graphit belegte Störungszone, bereiteten sehr große bohrtechnische Probleme. Das Ausmaß der spröden Zerrüttung und Zerlegung der tieferen Kruste durch solche Störungen war eine der großen Überraschungen der Bohrung. Damit stellte sich heraus, dass die nach der Gebirgsbildung abgekühlte kontinentale Kruste keineswegs ruht, sondern sich in ständiger Bewegung und Umgestaltung befindet. Lange nach dem Ende der Gebirgsbildung wurde sie beträchtlich eingeeengt und gestapelt. Es wurden in den Bohrungen sogar offene Klüfte angetroffen und die Durchlässigkeit der kristallinen Erdkruste für Flüssigkeiten erwies sich beträchtlich größer als vermutet. Die Temperatur im Bohrloch stieg mit der Tiefe bedeutend stärker an, als durch die flachen Vorerkundungs-Bohrungen bekannt war.

Angesichts der vielen Überraschungen und unvorhergesehenen geologischen Fakten bei den Bohrungen formulierte man als zusammenfassenden Kommentar „Die Bohrungen ergaben Antworten auf Fragen, die wir anfangs gar nicht gestellt haben“.

Das Klimasystem der Erde

– Klimaänderung

Gerold Faß – WFS | Umweltbundesamt und PIK

Wetter – Klima

Als „Wetter“ beschreiben wir aktuelle Vorgänge und Ereignisse in der Erdatmosphäre, mit Auswirkungen auf die Oberfläche der Erde, die wir Lebewesen wahrnehmen. Wir Menschen verstehen das Wetter mit verschiedenen, bestimmten physikalischen und chemischen Kenngrößen, nach denen wir das Wetter zuordnen und klassifizieren. Diese sind: Temperatur, Niederschlag, Luftdruck, Luftfeuchte und Windstärke. Diese Messdaten werden gespeichert und sind jederzeit wieder abrufbar. So bekommen wir, solange es diese Aufzeichnungen bereits gibt, Kenntnis vom Wetter der Vergangenheit für jeden Ort der Erde.

Erleben können wir das Wetter nur lokal, im „Jetzt“.

Das natürliche „Klima“ wird über eine längere Zeitspanne, in der Regel über 30 Jahre „beschrieben“. In diese Beschreibung fließen, neben den messbaren Kenngrößen: Temperatur (in der Atmosphäre, am Boden, im Wasser), Niederschlag, Luftdruck, Luftfeuchte und Windstärke, sowie die nicht messbaren Beschreibungen der Meeresströmungen, der globalen Eisbedeckung, sowie der biologischen, chemischen und physikalischen Prozesse im Meer und auf den Kontinenten ein. „Das Klima“ ist demnach nicht „kurzzeitig wie das Wetter“, es entwickelt sich erst über einen längeren Zeitraum.

Ein exaktes Verständnis des Klimas ist wegen der Wechselwirkungen und Rückkoppelungen im System Boden – Wasser – Luft äußerst schwierig.

Klimaschwankungen und Klimawandel

Veränderungen im Klima sind immer und ausschließlich rückblickend feststellbar.

Begrenzte lokale Klimaschwankungen traten in dieser Geschichte des Klimas immer wieder auf, hier spricht man dann von „Klimavariabilität“. Eine dieser Klimaschwankungen war die „Mittelalterliche Warmzeit“ (ca. 950 bis 1250 n. Chr.), in der in manchen Regionen der Erde ungewöhnlich hohe Temperaturen herrschten. Nach dieser Warmzeit begann auf der nördlichen Hemisphäre um 1400 die „Kleine Eiszeit“, die mehrere Jahrhunderte dauerte. Auf ihrem Höhepunkt von 1600 bis 1700 lag die mittlere Temperatur 0,8 °C unter der von 1990. Die Eisbedeckung in der Arktis erreichte ein Maximum. Heute ist man sich einig, dass veränderte Meeresströmungen im Atlantik die Ursache für diese Klimaschwankungen waren.

Durch das weltweite Schmelzen der Gletscher werden die Meeresströmungen dermaßen verändert, daß auf der Nordhalbkugel der Erde wieder eine Eiszeit entstehen kann.

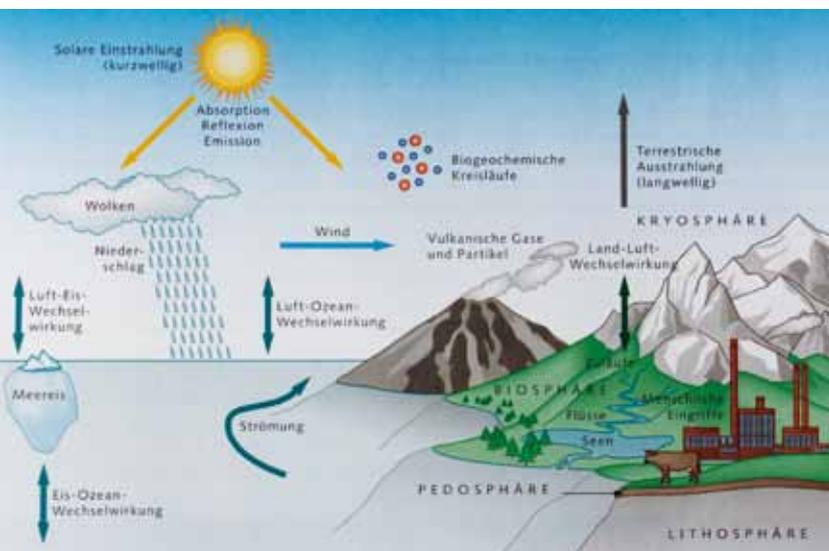
Der Klimawandel, der heute stattfindet, wird durch die seit über 140 Jahren global gestiegenen Temperaturen verursacht. Die globale mittlere Temperatur in Bodennähe stieg im Zeitraum von 1880 bis 2000 um mehr als 1,2 °C (Bericht des Umweltbundesamtes 2022). Dabei beträgt allein in den letzten 30 Jahren der globale Temperaturanstieg 0,7 °C. In den letzten 30 Jahren stieg die globale Temperatur demnach über viermal so schnell an wie in den über 110 Jahren davor.

Klimawandel in der Arktis und in der Antarktis

Auf ihrer MOSAIC-Expedition im Winter 2019/2020 driftete die „Polarstern“ des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung (AWI) durch das Eis der Arktis. Nach den dortigen Beobachtungen und Messungen berichtete Markus Rex vom AWI: „Der Klimawandel hat in der Arktis noch stärkere Auswirkungen als befürchtet“. Das Eis sei nur noch halb so dick wie vor fast 130 Jahren bei Fridtjof Nansens Arktisexpedition mit der „Fram“ in den Jahren 1893-1896. Die Temperaturen im nördlichen Polarmeer liegen im Jahr 2020 um 10 °C höher als 1893.

Folgen des Klimawandels

Dass das Eis in der Arktis nur noch halb so dick ist wie vor 130 Jahren ist eine Folge des Klimawandels. Ebenso wie der Abbruch eines riesigen Eisbergs im März diesen Jahres im Osten der Antarktis eine Folge des Klimawandels ist. Der rund 1200 Quadratkilometer große abgebrochene Eisberg entspricht etwa der Fläche





Die „Polarstern“ während der Eisdrift an der MOSAIC-Scholle durch die zentrale Arktis. (Foto: Michael Gutsche)

der Stadt Rom. Eine maßgebende Ursache für diesen Abbruch ist die am 18. März 2022 in der Forschungsstation Concordia gemessene Temperatur von minus 12,2 °C. Dass bei dieser Minustemperatur ein Eisberg abbricht, erscheint paradox, aber diese minus 12,2 °C sind 40 °C wärmer als in dieser Region zu dieser Jahreszeit üblich (dpa am 27.3.2022).

Nasa-Expertin Catherine Colello Walker warnt:
„Es ist ein Anzeichen für das, was kommen mag.“

Klimamodelle

Wir Menschen wollen natürlich wissen, was uns – die Natur – angesichts dieser zur Zeit schnellen Wandlung des Klimas in Zukunft erwartet. Welche Klimaänderungen sind wann und natürlich wo möglich? Können die Lebewesen dieser Erde die Klimaänderungen überhaupt mitmachen? Kann der Mensch sich auf diese Veränderungen vorbereiten und eventuell auch die Geschwindigkeit der Veränderungen bremsen?

Wissenschaftler*innen der ganzen Welt entwickeln seit über 30 Jahren „Klimamodelle“ und auch „Wettermodelle“, mit denen sie Prognosen für die Entwicklung des Klimas aufstellen. Diese „Modelle“ sind computergestützte mathematische Simulationsrechnungen, gefüttert mit den Messdaten (den Bestimmungsgrößen bzw. Kenngrößen) aus der Vergangenheit des Klimas und vergangener Wetterereignisse sowie aktueller Messgrößen.

Wie schwierig es ist, mit diesen computergestützten Modellierungen Prognosen für das zukünftige Klima aufzustellen, wird am Beispiel des Golfstroms im Atlantik deutlich:

Der Golfstrom befördert mit seinen Wassermassen in den oberen Schichten des Atlantiks Wärme aus dem Golf von Mexiko, entlang der Südostküste der USA bis in den Nordatlantik und Nordeuropa. Auf seinem Wege dorthin geben diese relativ warmen Wassermassen Wärme an das umgebende Wasser und an die Atmosphäre ab. Im Nordatlantik vermischen sich die

Wassermassen des Stroms mit dem kalten Schmelzwasser der Arktis und Grönlands. Dieses hat einen geringeren Salzgehalt, ist also „süßer“ und hat eine geringere Dichte. Die Wassermassen strömen übereinander in Schichten, verwirbeln und verzweigen sich. Die Strömungen zirkulieren, umwälzen einander. Die im Nordatlantik vermischten und abgekühlten Wassermassen sinken nach unten und fließen entlang der Westküste Afrikas in den südlichen Atlantik und weiter wieder in den Golf von Mexiko.

Eine Modellierung des Golfstromes muss demnach in einem dreidimensionalen Modell (Schichtenmodell) mindestens die physikalischen Kenngrößen Temperatur, Dichte, Strömungsgeschwindigkeit (Thermodynamik) sowie den Salzgehalt des Wassers abbilden.

Diese Modellierung ist so komplex, dass Prognosen daraus immer nur eine Tendenz beschreiben können. Eine Änderung des Golfstroms aufgrund eines veränderten Strömungsverhaltens ist nicht vorhersagbar, aber möglich.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird nach mehreren Modellierungen bei einer dauerhaften, weltweit um 2 bis 3 °C im Vergleich zu 1880 erhöhten Oberflächentemperatur der Erde der Meeresspiegel durch das Abschmelzen des Eises auf der Insel Grönland und in der Antarktis noch in diesem Jahrhundert um 80 cm bis 180 cm ansteigen. Schmilzt das Eis auf Grönland vollständig, so wird bis zum Jahr 2300 ein Meeresspiegelanstieg bis über 5 m prognostiziert und in 1000 Jahren sogar um 20 m (nach dem Bericht des Weltklimarates IPCC 2007).

Alle Simulationsrechnungen haben gemeinsam, dass ab einem bestimmten Punkt in diesen Klimamodellen die einmal in Gang gesetzten Prozesse aufgrund der Wechselwirkungen und Rückkoppelungen der beschreibenden Faktoren untereinander nicht mehr umkehrbar sind.

Der Westafrikanische Monsun verändert sich durch Rodung der Küstenwälder und ein Großteil der Niederschläge im Amazonasgebiet.



Das Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung PIK prognostizierte im Jahr 2007 die möglichen Folgen der einmal eingangegesetzten und nicht umkehrbaren (anthropogenen) Prozesse infolge einer globalen Erderwärmung.

Dieser Bericht wurde auch vom Umweltbundesamt 2007/2008 veröffentlicht.

Siehe auch: world ocean review: „Mit den Meeren leben“ (2010)

Gefahren des Klimawandels

„MÖGLICHE ANTHROPOGENE KIPP-PROZESSE IM ERDSYSTEM“ PIK (2007)

1| Verlust des arktischen See-Eises

Durch die Erwärmung der Atmosphäre schmilzt das Meereis in der Arktis und legt die dunklere Meeresoberfläche frei. Diese absorbiert mehr Strahlung als das Eis und verstärkt dadurch wiederum die Erwärmung. In den letzten 30 Jahren hat die Meereisbedeckung deutlich abgenommen. Das ist auch eine schlechte Nachricht für viele Tierarten wie Seehunde oder Eisbären, die zur Jagd oder Aufzucht der Jungen auf Meereis angewiesen sind. (Zeitraum: ca. 100 Jahre)

2| Schmelzen des Grönland-Eises

Das Grönland-Eis schmilzt durch die überdurchschnittlich starke Erwärmung der Arktis. Gegenwärtige Beobachtungen gehen von einer beschleunigten Destabilisierung des Eises aus, unter anderem durch in Risse drängendes Oberflächen-Schmelzwasser, das an der Unterseite des Eises wie ein Schmiermittel wirkt. Der völlige Kollaps des Grönländischen Eisschildes würde einen Meeresspiegelanstieg von 7 Metern verursachen. (Zeitraum: ca. 300-1000 Jahre)

3| Methanausgasung aus aufgetauten Permafrostböden und Kontinentalschelfen

Die globale Erwärmung könnte riesige Mengen des hochwirksamen Treibhausgases Methan freisetzen. Zunächst wird dieses aus den auftauenden Permafrostgebieten Sibiriens und Nordamerikas entweichen. Zusätzlich könnten fossile Methaneishydrate an den Kontinentalschelfen der Ozeane ins Spiel kommen, da jene langfristig instabil gegenüber erhöhten Wassertemperaturen und veränderten Meeresströmungen sind. (Zeitraum: ca. 1000 Jahre)

4| Rückgang der nordischen Nadelwälder

Die nordischen Nadelwälder umfassen fast ein Drittel der weltweiten Waldfläche. Mit dem Klimawandel erhöht sich der auf sie wirkende Stress durch Pflanzenschädlinge, Feuer und Stürme, während gleichzeitig ihre Regeneration durch Wassermangel, erhöhte Verdunstung und menschliche Nutzung beeinträchtigt wird. Das Absterben der Wälder würde nicht nur den Lebensraum vieler Tiere und Pflanzen vernichten, sondern auch eine Freisetzung von Kohlendioxid bedeuten, welche zur beschleunigten Erderwärmung beitragen dürfte. (Zeitraum: ca. 50-100 Jahre)

5| Unterdrückung der Atlantischen Tiefenwasserbildung

Der warme Oberflächenwasserstrom des Atlantiks ist für das milde Klima in Nordwest-Europa verantwortlich. Der Motor dieses „Energieförderbandes“ ist das kalte dichte Wasser, welches vor Grönland und Labrador in die Tiefe sinkt. Dieser Antrieb würde erlahmen, wenn ein erhöhter Süßwassereintrag die Dichte des Wassers erniedrigt und die Tiefenwasserbildung verhindert. (Zeitraum: ca. 100-500 Jahre)

6| Klimainduziertes Ozonloch über Nordeuropa

Besonders Nordeuropa könnte von einem klimainduzierten Ozonloch betroffen sein. Denn eine Erwärmung der unteren Atmosphärenschichten bedingt eine Abkühlung der Hochatmosphäre (Stratosphäre). Eine Abkühlung der Stratosphäre begünstigt die Eiswolkenbildung, welche wiederum den Katalysator für den Ozonabbau liefert. (Zeitraum: ca. 10-1000 Jahre)

7| Oberflächenverdunkelung des Tibet-Plateaus

Wenn die Schneebedeckung des Tibet-Hochlandes aufgrund des Klimawandels verschwindet, wird sich auch die regionale Erwärmung verstärken. Dies geschieht durch eine erhöhte Absorption der dunklen Gesteinsoberfläche. Darunter werden viele asiatische Länder leiden, deren Frischwasserversorgung vom Schmelzwasser der Gebirgsregion abhängt. Außerdem wäre eine Beeinflussung des Indischen Monsuns denkbar. (Zeitraum: ca. 50-100 Jahre)

8| Destabilisierung des Indischen Monsuns

Bis zu 90 % des indischen Regens sind dem regelmäßig auftretenden Sommermonsun zu verdanken. Sowohl CO₂ als auch Aerosole spielen eine Schlüsselrolle in diesem hochsensiblen System. Luftverschmutzung, Landnutzungsänderung und Treibhausgas-Emissionen könnten eine Pendelbewegung von abgeschwächten und verstärkten Monsunereignissen in Südasien erzeugen in Folge derer sich extreme Dürren und Flutkatastrophen abwechseln würden. (Zeitraum: 30-100 Jahre)

9| Wiederergrünen der Sahara und Versiegelung von Staubquellen

Durch den Klimawandel könnten sich die Niederschläge in der Sahelzone erhöhen und eine Wiederbegrünung der Sahara begünstigen - vorausgesetzt, die Region wird nicht überweidet. Durch dieses Ergrünen könnten die über den Atlantik gewehten Staubstürme versiegen, die den tropischen Atlantik und den Amazonasregwald mit Nährstoffen versorgen. (Zeitraum: ca. 50 Jahre)

10| Verlagerung des Westafrikanischen Monsuns

Der Westafrikanische Monsun verändert sich durch Rodung der Küstenwälder und steigende Oberflächentemperaturen des Atlantischen Ozeans. Der Klimawandel könnte die Anzahl der Dürrejahre in der Sahelzone bis Ende des Jahrhunderts verdoppeln oder zu einem völligen Zusammenbruch des Monsuns führen - beides mit großen Folgen für die Bevölkerung in der Region. (Zeitraum: ca. 50-100 Jahre)

11| Amazonas-Waldsterben

Ein Großteil der Niederschläge im Amazonasbecken stammt aus dem über dem Wald verdunstetem Wasser. Ein Rückgang der Niederschläge in einem wärmeren Erdklima und die Abholzung des Regenwaldes könnten den Wald an eine kritische Grenze bringen. Ein Verschwinden des Amazonas-Regenwaldes hätte grundlegende Auswirkungen auf das Erdklima und würde gleichzeitig einen gewaltigen Verlust von Biodiversität bedeuten. (Zeitraum: ca. 50-100 Jahre)

12| Störung der Südpazifischen Klima-Oszillation

Obwohl die Unsicherheiten noch groß sind, sagen einige Klimamodelle eine zunehmende Häufigkeit und/oder Intensität von El Nino-Bedingungen im Südpazifik voraus. Die Wirkung einer derartigen Veränderung der ozeanischen Oszillationsmuster wäre um den ganzen Globus zu spüren, insbesondere in Form von Dürrekatastrophen in Südost-Asien und vielen anderen Regionen. (Zeitraum: Schnelle Veränderungen sind in 10-100 Jahren möglich)

13| Störung der marinen Kohlenstoffpumpe

Diese „Pumpe“ dient als Senke für natürliches und anthropogenes Kohlendioxid und könnte durch die fortschreitende Versauerung und Schichtstabilisierung der Ozeane abgeschwächt werden. Die Versauerung hindert freischwebende und sesshafte Meeresorganismen wie Planktonalgen oder Korallen an der Bildung ihrer Kalkskelette, mit denen sie Kohlenstoff binden. (Zeitraum: einige Jahrhunderte)

14| Unterdrückung der Antarktischen

Tiefenwasserbildung und Nährstoffversorgung
Ähnlich wie im Nordatlantik kann die Konvektion von Wassermassen im Südpolarmeer durch den Einfluss von Süßwasser unterdrückt werden. Letzteres kann zum Beispiel aus schmelzendem Eis stammen. Das Aufströmen von Nährstoffen würde dadurch unterbunden und die Bestände an Krill und Phytoplankton reduziert, welche am Anfang der marinen Nahrungskette stehen. (Zeitraum: ca. 100 Jahre?)

15| Kollaps des Westantarktischen Eisschildes

Obwohl das Antarktische Eisschild bisher nicht als so verletzlich wie das Grönländische eingeschätzt wird, könnte sein Kollaps innerhalb dieses Jahrhunderts eingeleitet werden. Warmes Meerwasser kann die Eisberge an der Küste so weit schmelzen lassen, dass die dahinterliegenden Kontinentaleismassen ins Fließen geraten. Zwischen Fels und Eisschild geratenes Meerwasser beschleunigt den Zerfall des Eises zusätzlich. Durch den völligen Kollaps des Eisschildes würde der globale Meeresspiegel um 4-5 Meter steigen. (Zeitraum: ca. 300-1000 Jahre)

16| Antarktisches Ozonloch

Die Ozonschicht über der Antarktis wurde in der Vergangenheit durch die Emission von Fluorkohlenwasserstoffen stark geschädigt. Nachdem diese Chemikalien weltweit verboten wurden, geht man von einer nachhaltigen Regeneration der schützenden Ozonschicht aus. Doch das Wechselspiel zwischen stratosphärischem Ozonabbau und der Erwärmung der Erdatmosphäre kann das Ozonloch über der Antarktis wieder vergrößern. (Zeitraum: ca. 10-100 Jahre)

Der „Da Vinci Glow“

- der Mond als Messsonde der Albedo der Erde

Otto Wöhrbach – freier Journalist, insbesondere Tagesspiegel Berlin, Zeit online, Spektrum

Auf den ersten Blick ist es nur eine nette, kleine Himmelsbeobachtung: Wenn der Mond in der Morgen- oder Abenddämmerung erscheint, sehen wir nicht nur einen schmalen Teil seiner von der Sonne beleuchteten Hälfte als Lichtsichel. Sondern seltsamerweise schimmert auch seine restliche Oberfläche in einem fahlen Licht. Messungen dieses schwachen Lichtschimmers auf dem Mond hatten ein unerwartetes Ergebnis: Die Helligkeit der Erde hat sich verändert. Zeigt sich hier eine weitere Folge des Klimawandels?

Wie schon der italienische Universalgelehrte Leonardo da Vinci zu Beginn des 17. Jahrhunderts erkannte, ist der Lichtschimmer auf dem Mond nichts anderes als Licht, das von der Erde kommt. Genauer: Die Sonne beleuchtet die Erde, die einen Teil des Sonnenlichts zurückstrahlt und dadurch den Mond beleuchtet. Alexander von Humboldt beschrieb dieses Phänomen treffend als „Widerschein eines Widerscheins“.

Am hellsten leuchtet der „Erdschein“ auf dem Mond kurz vor oder nach Neumond. Neumond heißt: Auf seinem Flug um die Erde herum wandert der Mond zwischen Erde und Sonne hindurch. An den Tagen vor Neumond sehen wir seine Lichtsichel in der Morgendämmerung, nach Neumond leuchtet sie in der Abenddämmerung. Und der übrige große Rest der uns zugewandten Mondhälfte schimmert dann jeweils schon mit bloßem Auge sichtbar im fahlen Erdlicht. In Gedanken können wir uns schnell mal in diese schummerige Mondlandschaft stellen. Und am Himmel des Mondes sehen wir dann:

Eine – fast – vollständige Erdhälfte, strahlend hell beleuchtet von der Sonne, deren Licht aus großer Entfernung am Mond vorbei auf die Erde scheint. Diese Vollerde am Himmel des Mondes hellt die Mondnacht viel stärker auf, als der viel kleinere Vollmond die Nächte der Erde. In einer Vollerdnacht auf dem Mond könnten wir locker Zeitung lesen.

Schon Galileo Galilei schwärmte in seiner 1610 erschienenen Schrift „Sidereus Nuncius“ davon, wie der Mond die Nächte der Erde erleuchte, selber aber in „dankbarer Umkehrung“ auch wieder Licht von der Erde empfangen, so dass seine Nachthälfte in „beträchtlicher Helligkeit“ erscheine. Mit diesem Hinweis auf das Reflexionsvermögen der Erde hatte Galilei unseren Heimatplaneten ganz nebenbei als einen gewöhnlichen Himmelskörper beschrieben mit physikalischen Eigenschaften wie alle anderen Planeten.

Das Reflexionsvermögen der Erde, ihre sogenannte Albedo, liegt bei rund 0,3. Knapp ein Drittel des auf

die Erde treffenden sichtbaren Sonnenlichts wird also zurückgestrahlt von Wolken, sowie von den Land- und Wasserflächen. Dieses direkt in das Weltall zurückgespiegelte Sonnenlicht trägt nichts zur Erwärmung der Erde bei. Die Albedo spielt deshalb eine wichtige Rolle im Klimageschehen unseres Heimatplaneten. Und eine der Möglichkeiten, sie zu bestimmen, schenkt uns der Mond. Er ist gleichsam eine Messsonde, von der man die Albedo der Erde ablesen kann, ohne sie zu verlassen. Denn wie viel Licht die Erde reflektiert, spiegelt sich buchstäblich wider in der messbaren Helligkeit des Erdscheins auf dem Mond.

So einfach sich dieses Messverfahren anhört, so komplex sind die lunaren Lichtverhältnisse jedoch. Schon im 18. Jahrhundert wies der Berliner Mondbeobachter Johann Heinrich von Mädler darauf hin, dass die Helligkeit des Erdscheins davon abhängt, von welchem Teil der Erdoberfläche das Sonnenlicht zum Mond reflektiert wird. Auch sein Zeitgenosse Alexander von Humboldt erklärte im 3. Band seines „Entwurfs einer physischen Weltbeschreibung“, dass das Erdlicht auf dem Mond unterschiedlich hell ist „... je nachdem es von zusammenhängenden Continental-Massen voll Sandwüsten, Grassteppen, tropischer Waldung und öden Felsbodens oder von großen oceanischen Flächen zurückgeworfen wird“.

Wolken erhöhen den Anteil des von der Erde reflektierten Sonnenlichts

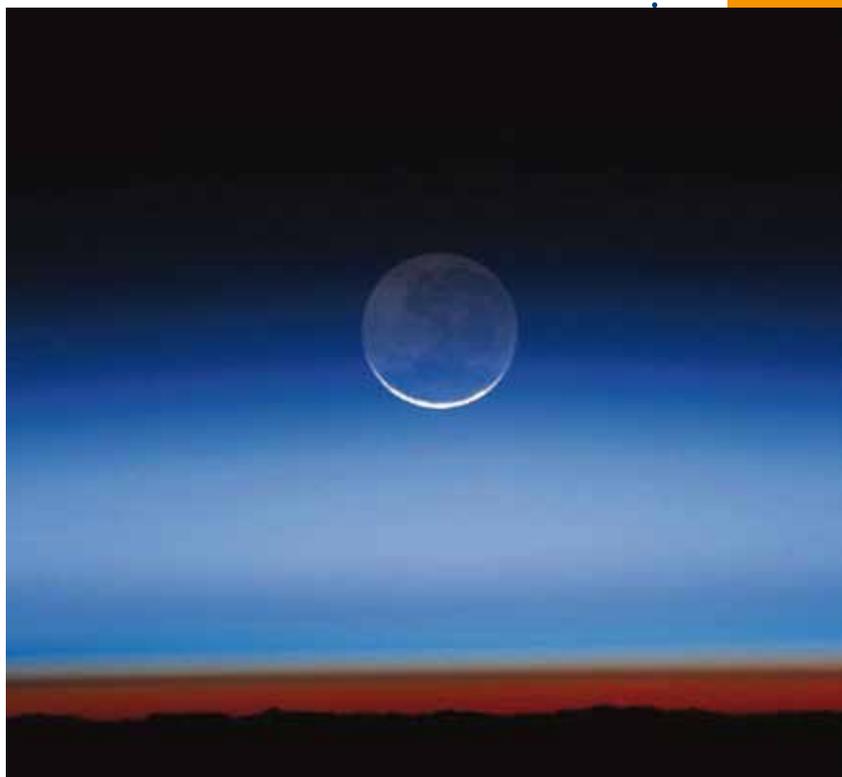
Heutzutage wird die Helligkeit des Erdscheins mit Hilfe von Teleskopen und präzisen Photometern gemessen. Eine der Messstationen ist das „Big Bear Solar Observatory“ in Kalifornien. Aus seiner Lage an der Westküste der USA ergibt sich, welcher Bereich der Erdoberfläche das Sonnenlicht zum Mond reflektiert, je nachdem, ob man das zugehörige Erdlicht vor oder nach Neumond beobachtet. Steht der Mond nach Neumond am kalifornischen Abendhimmel, ist zuvor die Sonne im Westen untergegangen. Sie beleuchtet dann also die westlich von Kalifornien gelegene Erdhälfte, sprich: Vor allem den Pazifischen Ozean. Dessen Wasseroberfläche spiegelt folgerichtig dasjenige Sonnenlicht zum Mond, das auf ihm von Kalifornien aus als Erdlicht sichtbar ist. Oder aus umgedrehter Perspektive: Ein Mensch auf dem Mond, der in dieser Zeit zur Erde schauen würde, hätte vor allem den Pazifik im Blickfeld. Sieht man den Mond dagegen in den Tagen vor Neumond in der kalifornischen Morgendämmerung, beleuchtet die Sonne vor ihrem Aufgang die Erdhälfte östlich von Kalifornien. In diesem Fall stammt das zum Mond reflektierte Erdlicht

Der Widerschein des Widerscheins.

Der „Da Vinci Glow“ des Mondes ist auch aus der Erdumlaufbahn zu beobachten. Dieses Foto wurde von Bord der Internationalen Raumstation ISS aufgenommen. Unklar ist, warum der Schimmer des Mondes nachgelassen hat.

also auch von den vergleichsweise hellen Landflächen des amerikanischen Doppelkontinents und Afrikas und nur zum Teil von der Wasserfläche des Atlantik. Neben Schnee- und Eisflächen besitzen Wolken den größten Einfluss auf das Reflexionsvermögen der Erde. Eine zusammenhängende große weiße Wolkendecke kann die Helligkeit des Erdlichts auf dem Mond messbar erhöhen. Wolkenfreie Meeresflächen als irdische Spiegelflächen ergeben dagegen ein dunkleres Erdlicht.

Eine Gruppe von Wissenschaftlern unter Leitung von Philip Goode vom New Jersey Institute of Technology, USA, hat nun die Messungen der variablen Helligkeit des Erdscheins auf dem Mond ausgewertet, die vom Big-Bear-Observatorium von 1998 bis 2017 gewonnen wurden. Insgesamt konnte das Erdlicht dabei in insgesamt etwa 1500 Nächten bei vielen verschiedenen Mondphasen vor und nach Neumond gemessen werden. Aus der kniffligen statistischen Berechnung der jährlichen Mittelwerte der beobachteten Helligkeiten des Erdlichts schälte sich ein unerwarteter Befund heraus: Während der 20-jährigen Messperiode war es um 0,5 Prozent dunkler geworden. Eine mögliche Erklärung: Die Lichtquelle selber, also die Sonne, war entsprechend dunkler geworden. In der Tat steigt und fällt die Leuchtkraft der Sonne in einem rund 11 Jahre langen Zyklus geringfügig, allerdings nur um knapp 0,1 Prozent. Die Forscher konnten auch keinen zeitlichen Zusammenhang finden zwischen den beobachteten Schwankungen der Sonnenhelligkeit und der stetig abnehmenden Helligkeit des Erdscheins. Damit bleibt nur eine Erklärung: Das Reflexionsvermögen der Erde, ihre Albedo, war kleiner geworden. „Diese Abnahme der Albedo hat uns auch deshalb überrascht, weil sie vor allem während der letzten drei Jahre der Beobachtungsperiode geschah“, schrieb Philip Goode dem Autor. Den raschen Rückgang des Reflexionsvermögens der Erde führt er darauf zurück, dass die Zahl von reflektierenden Wolken abgenommen hat. In der Tat haben Messungen von Satelliten aus ergeben, dass insbesondere die flächenhafte Überdeckung des Pazifik westlich von Nord- und Südamerika durch hochreflexive Stratocumulus-Wolken deutlich zurückgegangen ist. Und genau aus diesen Regionen stammt ja auch ein Gutteil des zum Mond reflektierten Erdlichts, dessen Abnahme das Big-Bear-Observatorium von Kalifornien aus festgestellt hat. Zum beobachteten Rückgang der Bewölkung passt auch, dass zeitgleich die Wassertemperaturen in diesem Bereich des Pazifik deutlich angestiegen sind. Eine solche Erwärmung des östlichen Pazifik wurde allerdings auch schon in der Vergangenheit immer wieder beobachtet. Bis jetzt war sie jeweils die



positive Phase der sogenannten Pazifischen Dekaden-Oszillation PDO, bei der die Wassertemperaturen aus noch ungeklärten, aber natürlichen Gründen mehr oder weniger regelmäßig schwanken. Auf unsere Frage, ob der dunklere Erdschein auf dem Mond nicht auch ein Indiz des globalen Klimawandels sein könne, äußerte sich Philip Goode zurückhaltend: „Bis jetzt haben wir keinen Grund zu sagen, dass das, was wir gemessen haben, keine Folge der natürlichen PDO ist“. Hoffentlich behält er Recht. Denn die gemessene Verdunkelung des Erdscheins auf dem Mond bedeutet, dass ein entsprechend größerer Anteil des Sonnenlichts auf der Erde verbleibt und sie zusätzlich erwärmt. Die Leistung dieser hoffentlich nur temporären Zusatzheizung der Erde durch den Rückgang der Bewölkung beträgt immerhin 0,5 Watt pro Quadratmeter. Dies ist ähnlich viel wie der Anstieg der Wärmeleistung durch den Treibhauseffekt des Kohlendioxids, das aus unserer Zivilisation während der vergangenen 20 Jahre in die Erdatmosphäre gelangt ist.

Noch wissen die Forscher nicht, ob der Rückgang des Erdlichts tatsächlich nur eine zeitlich begrenzte Folge der PDO ist und damit eine natürliche Klimaschwankung anzeigen würde. Doch wie Philip Goode dem Tagesspiegel mitteilte: „Nach einer 4jährigen Pause haben wir nun wieder mit Messungen begonnen“. In einigen Jahren werden wir erfahren, ob das Erdlicht auf der dunklen Seite des Mondes, der „Da-Vinci-Glow“, wieder heller wird oder dauerhaft dunkler bleibt. Dies wäre ein weiteres beunruhigendes Menetekel des Klimawandels, den unsere Zivilisation auf der Erde ausgelöst hat. Denn es würde verkünden, dass der durch die Erwärmung der Erde verursachte Rückgang der reflektierenden Wolken ihre Erwärmung weiter beschleunigt.

© Foto: NASA Earth Observatory
Der Erdschein auf dem Mond, aufgenommen von Bord der ISS

Friesland

– Sturmfluten und Klimawandel

Gerold Faß – WFS Berlin

Im Jahre 47 nach Christus diente der Schriftsteller Plinius der Ältere in jener Abteilung der Reitertruppe des Kaisers Claudius, die das zwischen Unterems und Unterweser gelegene, von dem germanischen Volksstamm der Chauken bewohnte Gebiet dem römischen Imperium erobern sollte. Es muss ein armseliges und kärgliches Leben gewesen sein, das die Menschen an dieser unwirtlichen Nordseeküste fristeten. Plinius schrieb in *historia naturalis*:

„... mit urgewaltiger Kraft überschwemmt das Meer an jedem Tage zweimal eine unendlich große Fläche und offenbart den ewigen Kampf der Naturgewalten um ein Gebiet, von dem man nicht recht weiß, ob man es als Meer oder Land ansehen soll. Dort wohnt auf Erdhügeln, die mit den bloßen Händen der Fluthöhe entsprechend aufgeworfen sind, ein beklagenswertes Volk. In den Hütten, die sie sich auf diesen Hügeln errichtet haben, gleichen sie Seefahrern, wenn das Meer das umliegende Land überflutet, Schiffbrüchigen, wenn es bei Ebbe zurückgewichen ist.“

(Nach Arthur Grunewald,
Stadtdirektor der Stadt Wilhelmshaven, 1960)

Anfänge des Deichbaus

1000 Jahre nach diesem Bericht des Plinius bewohnten die Friesen und Ostfriesen als Nachfolger der Chauken diese Region an der Nordseeküste. Der Meeresspiegel

Die Häufigkeit schwerer Sturmfluten nimmt zu, allein im Februar 2022 gab es in Hamburg drei schwere Sturmfluten in kurzer Zeit.

war in dieser Zeit ca. 1 m angestiegen, das Salzwasser überschwemmte regelmäßig Wiesen und Felder. Notgedrungen errichteten die Friesen Dämme, um das Land vor den Überflutungen zu bewahren. Das funktioniert aber nur dann, wenn eine geschlossene Deichlinie hergestellt wird. Die Nachbarn mußten folglich seeseits auch einen Damm errichten. Mit den aneinandergereihten Dämmen erwuchs aus der individuellen Verantwortung für den eigenen Deichabschnitt eine kollektive Verantwortung für den Unterhalt der geschlossenen Deichlinie. Formuliert wurde diese Verpflichtung in dem „Friesischen Deichrecht“: „De (wem) nich will dieken, de mutt wieken!“. Derjenige, der nicht mehr für seinen Deichabschnitt aufkam, verlor das Recht auf seinen Boden. Hinter den Deichen entwickelten die Bauern eine ertragreiche Landwirtschaft. Gleichzeitig nahm die Schifffahrt und der Handel zwischen den Orten an der Nordseeküste zu. Von den meist kleinen Häfen aus wurde Fischfang in den küstennahen Gewässern betrieben.

Sturmfluten – Neuanfang

Nach vier verheerenden Sturmfluten zwischen 1287 und 1377 wurde Edo Wiemken (1340-1415) im Jahr 1378 zum Häuptling (hoovd) der Gauen Östringen und Rüstringen und des Wangerlandes gewählt. Durch geschickte Bündnispolitik und einen daraus florierenden Handel, aber auch durch Seeraub – Edo Wiemken gewährte den Vitalienbrüdern unter Störtebeker Unterschlupf – gelangten diese friesischen Regionen zu Wohlstand. Dadurch konnte der Küstenschutz verbessert werden, die Deiche instandgesetzt und erhöht, die nach den Sturmfluten zerklüftete Küstenlinie teilweise wieder begradigt werden. Auf einem Zipfel an der Jade ließ Edo Wiemken die „Edenburg“, später „Sibetsburg“, auf einer Wurt errichten. Ab 1383 entstand abseits dieser Burg auf einer 3 Meter hohen Wurt die St.-Jacobi-Kirche in Neuende. Zu dieser Zeit reichte eine Erhöhung um 3 m aus, um vor der „normalen“ Flut geschützt zu sein. Heute liegt diese frühe steinerne Kirche auf ihrer Wurt, hinter 9 m hohen Deichen geschützt, mehrere Kilometer landeinwärts am Jadebusen.



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b6/Ostfriesland_um_1300



Die Deutsche Bucht:
Links die Ostfriesischen Inseln,
darunter der Jadebusen

https://rp-online.de/panorama/wissen/weltraum/raumfahrt-alexander-gersts-blick-von-der-iss-auf-die-erde_bid-9182713#5

Die Weihnachtsflut des Jahres 1717

– Ein Neubeginn

Wo heute der Jadebusen in das Land ragt, zerriss zu Weihnachten 1717 eine gewaltige Sturmflut die Küste. Ortschaften wie Bant im Gau Rüstringen verschwanden im Meer. Aus Perizonius: „Geschichte Ostfrieslands“ Weener 1868: „... die Flut war über alle Maßen furchtbar in ihren Wirkungen und rätselhaft in ihrem Entstehen. Nicht zur Zeit des Neu- oder Vollmonds, also nicht als Springflut, sondern im letzten Mondviertel und noch obendrein zur Zeit der tiefsten Ebbe ergossen sich die sturmgepeitschten Wogen urplötzlich manns- hoch über die Deiche.“ 2734 Menschen und annähernd 18000 Haustiere ertranken in den Fluten. 913 Häuser wurden weggespült. Die steinerne St.-Jacobi-Kirche und der nahegelegene Ort „Rüstersiel“ an der Mündung des Flusses Maade überstanden diese Katastrophe.

Zeitensprung – Die Sturmflut 1962

Mitte Februar 1962 blies der Orkan „Vincenette“ mehrere Tage lang mit Windgeschwindigkeiten über 120 km pro Stunde an der deutschen Nordseeküste aus nordwestlicher Richtung. In der Nacht zum 17. Februar erreichte die Flutwelle der Nordsee in diesem Orkan eine Höhe von 5,7 m über Normal Null (NN). Während die Deiche an der Nordseeküste, die mit knapp 6 m Höhe gerade so hoch waren wie die Flutwelle, weitestgehend standhielten, brachen sie in Hamburg. Über 300 Menschen ertranken in den Fluten. Die Zahl der ertrunkenen Haustiere ist nicht erfasst.

Im gesamten Küstenbereich wurden zwischen 1962 und 1990, unmittelbar nach dieser Katastrophe, die Deiche auf 7,20 m erhöht und das Deichprofil verändert.

Entscheidend für die Entstehung und das Ausmaß einer Sturmflut sind der Wind (Sturm), die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit. Eine schwere Sturmflut besteht dann, wenn die Fluthöhe mehr als 3,5 m über NN erreicht.

Die Nordseeküste und die Nordsee heute

Sämtliche Küsten Norddeutschlands haben zusammen eine Länge von ungefähr 3700 Kilometern. Davon entfallen auf die Nordseeküste mitsamt seinen Inseln 1580 Kilometer, auf die Ostseeküste inkl. Boddengewässer und Inseln etwa 2100 Kilometer. Die Deiche an der Nordsee wurden nach den Erfahrungen der letzten schweren Sturmfluten in den vergangenen 30 Jahren größtenteils auf 9,25 m erhöht. Diese müssen das Land mit seinen annähernd 3,2 Millionen Menschen, die in den küstennahen Regionen leben, vor den Fluten schützen.

Veränderungen in der Nordsee durch den Klimawandel

Die Nordsee als ein relativ flaches Randmeer des Atlantiks umfasst eine Fläche von cirka 0,575 Millionen Quadratkilometern. Im Mittel ist die Nordsee nur 95 m tief. Durch ihre zwei Öffnungen zum Atlantik, der Meerenge beim Ärmelkanal und beim Skagerrak, wird das Wasser der Nordsee innerhalb eines Jahres komplett ausgetauscht.

Nach dem 2021 veröffentlichten Sachstandsbericht des Weltklimarates IPCC stieg der Meeresspiegel im Mittel der Jahre 2006 bis 2018 um 3,7 Millimeter pro Jahr. Das ist dreimal so schnell wie in den 100 Jahren davor. Dementsprechend stieg der Meeresspiegel der Nordsee in den letzten 30 Jahren um 11 Zentimeter. Gleichzeitig stieg die Durchschnittstemperatur der deutschen Nordsee um 1,67 °C, die des Atlantiks im Mittel um 0,74 °C. Dadurch fließt das cirka 1 °C wärmere Nordseewasser in einem steten Austausch in das kühlere Wasser des Atlantiks. Die Strömungsverhältnisse verändern sich in einem dynamischen Prozess ständig. Als eine Folge der zunehmenden Wassertemperaturen wandert der Kabeljau der Nordsee zur Zeit verstärkt in den kühleren Nordatlantik ab. Hier beginnt eine nicht absehbare Verdrängung der Lebensarten aus der Nordsee.

Während diese Zustandsänderungen und deren Folgen als erstes in einem veränderten „Wirtschaftsfaktor Nordsee“ von uns Menschen bemerkt werden, werden erst mit dem zweiten Blick die Veränderungen und Gefahren für die Natur erkennbar. Welchen Einfluss werden der rasant ansteigende Meeresspiegel, die wesentlich höheren Temperaturen und die veränderten Strömungsverhältnisse in Zukunft auf das besondere „Weltnaturerbe Wattenmeer“ und seine einzigartigen Lebensformen haben? Und: Welchen Einfluss haben diese Veränderungen auf die Atmosphäre, auf das Wettergeschehen?

Nicole Kruse, „Klimawandel und Sturmfluten“, *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg. Band 109 (2017)*

Nicole Kruse untersucht in ihrer Studie die Wahrnehmung und Sensibilität der Küstenbewohner für mögliche Gefahren durch die Auswirkungen des Klimawandels. Die größten Sorgen machen sich die Menschen in den Küstenregionen demnach um Wetteränderungen (93%), danach um den Anstieg des Meeresspiegels und den daraus folgenden Überschwemmungen (87 %), gefolgt von den Gefahren durch Sturmfluten (57 %).

„Die Folgen des Klimawandels für das Leben in der Nordsee“
Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven (2014)

Gönnert, G., Jensen, J., von Storch, H., Thumm, S., Wahl, T. und R. Weisse,
Der Meeresspiegelanstieg – Ursachen, Tendenzen und Risikobewertung.
In: Die Küste, Band 76, S. 225-256 (2009)

LITERATUR

„Mittendrin“

Sturmfluten und Klimawandel

Uwe Tjaden – Rüstersieler

Die Betreiber des Hafens sind: Uwe Tjaden, Hafenmeister und zugleich Schlossermeister, zusammen mit Don Hollje, selbständiger Physiotherapeut – unterstützt durch Walter Iken, Besitzer der alten Bootswerft Iken sowie von Sven Trousil, pensionierter Marinesoldat.

Stellvertretend für alle führen Gerold Faß | WFS und Uwe Tjaden | Hafenmeister (Bild rechts) dieses Gespräch.

Seit 1424, der Einführung des Deichrechts, galt Jahrhunderte lang die Regel: „De (wem) nich will dieken, de mutt wiecken“. Fühlt ihr euch hier am Rande der Nordsee dem heute noch verpflichtet?

Dem fühlen sich sicher alle Nordseeanlieger auch heute noch verbunden, obwohl ja keiner mehr seinen eigenen Deich bauen oder Instandsetzen muss. Jeder Grundeigentümer hier an der Küste zahlt ja jährlich eine Deichumlage an die Wasser- und Bodenverbände, die für uns die Deiche instandsetzen, erhöhen, und auch neu bauen.

Kennt du, Uwe, die täglichen Zeiten für das Hochwasser und das Niedrigwasser (Tiden) hier an diesem Küstenabschnitt?

Selbstverständlich kenne ich die aktuellen Hochwasserzeiten für die Sommersaison vom 15. April bis 15. Oktober: diese sind maßgebend für unsere Schleusen- und Brückenzeiten, an die sich unsere Gastlieger beim Befahren der Jade- und Inselfahrwasser halten müssen.

Der Ort Rüstersieler, bereits 1620 in alten Zeitschriften des Jeverlandes so erwähnt, überstand mit seinem Hafen viele Sturmfluten, während viele Nachbargemeinden in den Fluten untergingen. Nur Glück?

Das war nicht nur Glück, sondern auch den Deichbauern damaliger Zeit zu verdanken, die in weiser Voraussicht die Deiche sehr hoch und fest aus Klei bauten.

Wie hoch liegt dieser Ort über dem Niveau des Meeresspiegels NN?

3,40 Meter über Normal Null. Schwere Sturmfluten, wie sie jetzt häufiger auftreten, würden ohne den Schutz durch hohe Deiche jedesmal das Land überschwemmen.

Erinnerst du dich an die schwere Sturmflut 1962?

Natürlich! In der Nacht zum 17. Februar 1962 stieg das Wasser der Jahrhundertflut hier auf 5,22 Meter. Der Sommer- oder auch Schlafdeich (niedriger als die Hauptdeiche) brach auf einer Länge von

Ein Gespräch mit den Betreibern und Unterstützern des alten Rüstersieler Hafens am Jadebusen – Nordsee



ca. 150 Metern beim damaligen alten Maadesiel. Die Schlickmassen wurden mit einer gewaltigen Welle in den Hafen von Rüstersieler gespült und beschädigten auf der Werft die technischen Anlagen.

Viel Vieh der Bauern ertrank in den Fluten. Hotel und Gastronomie „Zur schönen Aussicht“ am Hafen wurden ca. 80 cm unter Wasser gesetzt und das gesamte Inventar zerstört. Nur weil der damalige Schleusenwärter Enno Janssen die Bewohner Rüstersieler sofort vom 2,5 km entfernten Deichbruch informierte, konnten diese noch rechtzeitig das Tor im Deichschart schließen und den Ort so vor einer Katastrophe bewahren.

Was hast du in dieser dramatischen Nacht erlebt?

Ich saß mit meinen Eltern bei unseren Obermietern vor dem Fernseher, um die Katastrophe in Hamburg zu sehen, nichtsahnend wie es bei uns aussah. Gegen 22 Uhr sind wir dann alle auf den großen, hinter unserem Grundstück verlaufenden Seedeich geklettert und sahen das Wasser nur gut 2 Meter unter der Deichkrone. Soweit wir sehen konnten war bis zum Nachbarort Neuengroden alles nur noch eine endlos erscheinende Wasserfläche. Der Blanke Hans stand unmittelbar vor uns. Ich empfand, so erinnere ich mich, seltsamerweise wenig Angst. Auf dem Weg knapp oberhalb der Wassermassen, entlang der Deichkrone zum Hafen, wurde für uns das Ausmaß dieser Sturmflut sichtbar. Das Vieh aus den nahegelegenen Viehställen der „Schönen Aussicht“ trieb ertrunken im dunklen Wasser.

Am nächsten Tag erfuhren wir, dass mein Freund Walter in der Nacht unter Einsatz seines Lebens seinen Vater aus der überfluteten Werft gerettet hatte. Walter war ins eiskalte Wasser gesprungen, um zu einem Arbeitsboot zu schwimmen, mit dem er dann seinen Vater über das noch herausragende Dach der Bootswerft rettete. Dafür erhielt Walter in Hannover die Lebensrettungsmedaille.

Am 17. Februar versuchten Bewohner, unter ihnen mein Vater, zusammen mit der Bundesmarine den zerbrochenen Deich zu sichern.

Wenn, wie im Februar diesen Jahres, eine neue Sturmflut angekündigt wird, wisst ihr ja nicht, wie hoch diese wird. Bangt ihr dann jedesmal noch, dass die Deiche standhalten?

Ich denke, das wir uns im Moment nicht allzu große Sorgen über die Standsicherheit der Deiche machen müssen, da alle Deiche in dieser Küstenregion in den letzten 10 Jahren auf 9,50 bis 10,80 Meter erhöht wurden. Das ist schon sehr beruhigend. Andererseits sollte der schnelle Anstieg des Meeresspiegels uns doch zu denken geben.

Abgesehen von diesen Bedenken über den schnellen Anstieg des Meeresspiegels – was bereitet euch im Klimawandel die meisten Sorgen?

Sorgen bereitet uns, dass die Meere zu warm werden und dadurch die Meerestiere wie der Aal und auch der Kabeljau aus der Nordsee verschwinden. Eine weitere Sorge könnte die zunehmend schwierigere Entwässerung des Binnenlandes sein, wenn dieses irgendwann unterhalb des Meeresspiegels liegt. Wir orientieren uns aber an Holland, das ja in weiten Teilen schon jetzt unter dem Meeresspiegel liegt. Nach diesem Vorbild haben aus Vorsorge die Wasser- und Bodenverbände in den letzten Jahren neue leistungsstarke Pump- bzw. Schöpfwerke gebaut, die auch dann das Binnenland entwässern können, wenn es unter dem Meeresspiegel liegt. Bereits eine dieser Pumpen hat eine Pumpenleistung von 68400 Kubikmeter Wasser pro Stunde. Das ist sehr viel.

Der Meeresspiegel soll in den nächsten 30 Jahren um bis zu 30 cm ansteigen. Prognostiziert wird auch, dass er in den nächsten 300 Jahren bis um 5 Meter ansteigen kann. Was dann?



Ja, dann haben wir ein Problem. So hohe Deiche werden wir nicht bauen können, um uns vor den Sturmfluten zu schützen. Man muss ja auch bedenken, dass bei einem dermaßen höheren Wasserspiegel auch wesentlich höhere Flutwellen auftreten.

Rüstersiel – im ehemaligen Rüstringen - hatte immer wieder eine besondere Bedeutung in Friesland und auch für Deutschland. Heute befindet sich 3 Kilometer von hier entfernt der einzige Tiefwasserhafen an der deutschen Nordseeküste. Hier wurde ein riesiger Containerhafen gebaut. Noch in diesem Jahr soll dort ein Terminal für verflüssigtes Erdgas entstehen, um Deutschland in dieser „Zeitenwende“ in der Energieversorgung unabhängiger zu machen. Damit liegt Rüstersiel plötzlich „Mittendrin“ im Zeitgeschehen. Gut oder nicht gut?

Das halte ich für sehr gut. Schon länger hat Wilhelmshaven-Rüstersiel eine Baufläche für dieses Projekt ausgewiesen. Wir warten darauf, dass es losgeht. Wilhelmshaven wird dann zusammen mit dem von MOBIL und dem ICI Werk geplanten Wasserstoffwerk zur bedeutendsten Energiedrehscheibe für Deutschland.

„Mittendrin“ – Der Ort Rüstersiel heute



Vom Ende der Evolution und dem Sterben der Arten

Prof. Dr. Matthias Glaubrecht – Universität Hamburg, Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels (LIB)

Während alle vom Klima reden, findet noch weitgehend unbemerkt von den meisten Menschen ein von uns verursachtes Artensterben statt. Diese „Defaunation“ des Anthropozäns – die Entleerung der Tierwelt in der Menschenzeit – ist neben dem Klimawandel eine weitere große Bedrohung der Menschheit

Earthrise oder Glücksfall Erde

Als der amerikanische Astronaut William Anders vor einem halben Jahrhundert, am Heiligabend 1968, mit der Apollo 8-Mission in 780 Kilometer Höhe den Mond umrundete, sah und fotografierte er erstmals den Aufgang der Erde über dem Mond. Das Bild „Earthrise“, der Anblick unseres Heimatplaneten aus dem Weltall, wurde zum Symbol für die Fragilität und die Isolation der Erde im Kosmos. Dieser Blick markiert zugleich den Beginn eines neuen Umweltbewusstseins. Vielleicht beeindruckt uns das Bild dieser kleinen blauen Kugel vor dem unendlichen Schwarz des Universums bis heute auch deshalb so sehr, weil uns dabei klar wird, dass wir Erdlinge nur diesen einen Planeten haben. Selbst wenn Menschen irgendwann einmal zum Nachbarplaneten Mars fliegen – zum Leben haben wir nur diesen einen Planeten Erde, den wir schützen und erhalten müssen.

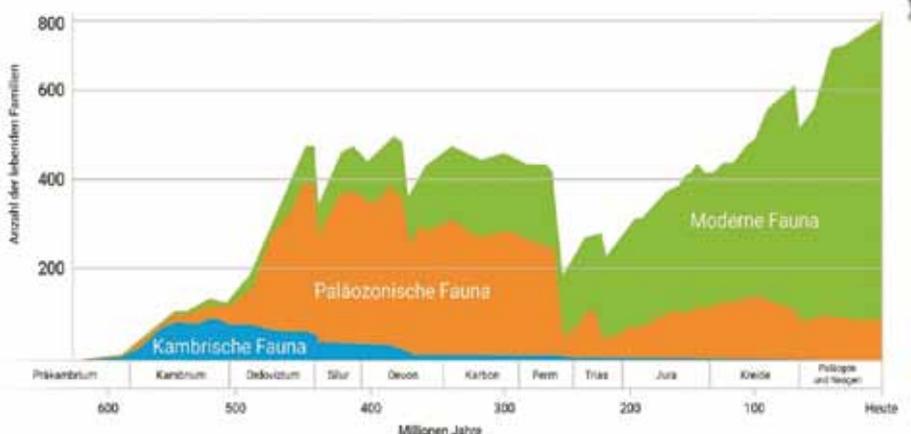
Später kommentierte William Anders: „Wir flogen hin, um den Mond zu entdecken. Aber was wir wirklich entdeckt haben ist die Erde“. Der Blick vom Mond zurück hat indes nicht nur die Sicht der Menschheit auf unseren Heimatplaneten verändert. Er führt uns den einmaligen kosmischen Glücksfall vor Augen: dass allein die Erde genau in der richtigen Entfernung zwischen den

terrestrischen Körpern innen und den gasförmigen Planeten weiter draußen in unserem Sonnensystem diesen Stern umrundet.

Diese Perspektive auf die Erde hält zudem ein Paradoxon bereit: Wir geben Milliarden Dollar dafür aus zu versuchen zum Mars zu fliegen, um dort etwa Spuren von fossilem Wasser zu finden, während wir auf der – eigentlich falsch benannten – Erde (deren Oberfläche zu 70 Prozent vom Wasser der Weltmeere bedeckt ist) nicht nur die Ozeane mit ihren Tiefen noch gar nicht hinreichend erkundet haben. Tatsächlich leben wir auf einem noch weitgehend unbekanntem Planeten, den wir in biologischer Hinsicht noch keineswegs hinreichend kennen.

Denn der Großteil irdischer Tier- und Pflanzenarten ist bisher noch unentdeckt und unbekannt, wissenschaftlich weder benannt noch beschrieben. Das gilt zwar kaum noch für die auffälligen Wirbeltiere wie Vögel oder Säugetiere, umso mehr aber für das Heer eher unscheinbarer Wirbelloser – etwa Gliedertiere wie vor allem Insekten, aber auch Spinnen, Krebse oder Schnecken. In erster Näherung sei beinahe jedes Tier ein Insekt, so das Bonmot der Biosystematik angesichts der tatsächlichen Artenfülle just jener Arthropoden. Aktuelle Schätzungen gehen von acht Millionen Spezies aus. Dagegen wurde bisher gerade einmal ein Viertel dieser ungeheuren Vielfalt an Tier- und Pflanzenarten systematisch erfasst; wobei etwa Bakterien und andere Mikroben hier gar nicht berücksichtigt sind. Diese Biodiversität ist nicht nur der größte Reichtum der Erde – und zwar nur auf diesem Planeten; sie ist auch im globalen Maßstab bedroht.

Phasen des Massensterbens



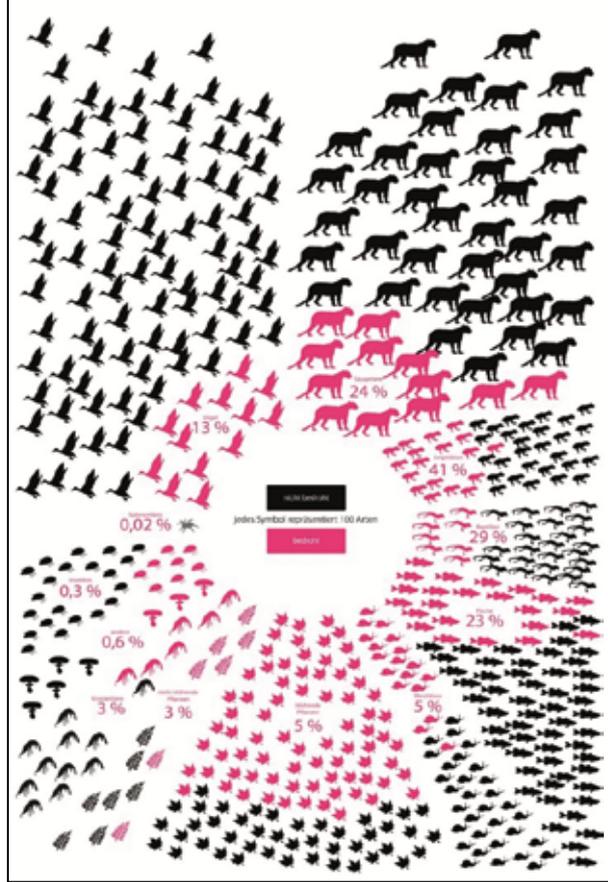
Das sechste Artensterben – eine Krise von globaler Dimension

In der Erdgeschichte sind fünf größere Massenaussterbe-Ereignisse dokumentiert, beim letzten verschwanden vor 66 Millionen Jahren infolge eines Meteoriteneinschlags unter anderem auch die Dinosaurier. Diesmal sind wir der Meteorit. Gegenwärtig verlieren wir überall weltweit in dramatischer Weise die biologische Vielfalt auf verschiedenen Ebenen – von

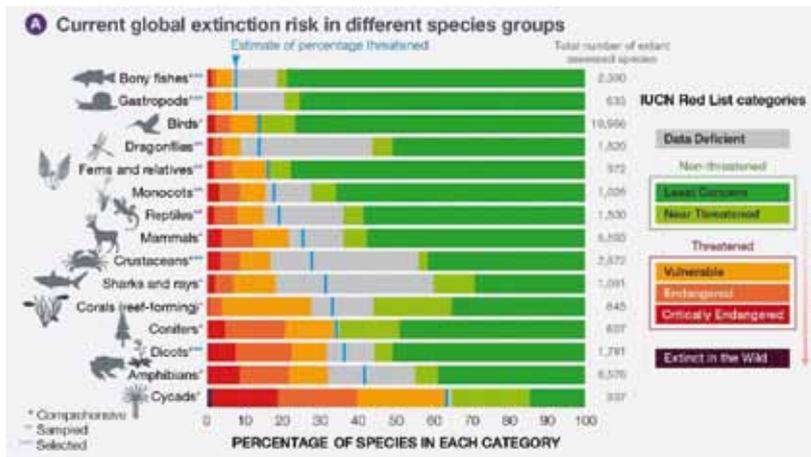
der genetischen Konstitution einzelner Populationen über die Vielfalt der Organismenarten bis hin zu den Lebensgemeinschaften ganzer Ökosysteme. Bald werden in der Natur nicht nur die großen charismatischen Tierarten – wie etwa Tiger und Löwe, Leopard und Jaguar, oder Elefanten und Nashörner – ausgestorben sein. Längst sind in Afrika und Asien die Bestände beispielsweise der Großkatzen ebenso wie von anderen imposanten Großsäugern zusammengebrochen. Oft gibt es von ihnen nur noch Restbestände, in denen die letzten ihrer Art ums Überleben kämpfen.

Längst aber geht es nicht mehr nur um die sogenannten „Flaggschiffarten“ des Naturschutzes; auf dem Spiel stehen vielmehr die Bestände und Vorkommen einer Vielzahl von Arten. Diese Schwindsucht der Vielfalt und Fülle der Arten beginnt unmittelbar vor der eigenen Haustür, im eigenen Garten und in unserer Kulturlandschaft, wo massenhaft Vögel und Insekten verloren gehen. In Deutschland sind davon nachweislich drei Viertel aller Fluginsekten betroffen; diese aber sind Nahrung etwa der Vögel. In Europa verschwanden deshalb in den letzten vier Jahrzehnten allein 300 Millionen Acker- und Wiesenvögel; in Nordamerika dürften es sogar drei 3 Milliarden (!) Vögel vor allem in landwirtschaftlich genutzten Flächen und in den Siedlungen sein. Betroffen von dieser „Defaunation“ – der Entleerung der Tierwelt – sind vor allem die letzten Urwaldregionen der Welt; aber auch Fließgewässer, die wir allerorten begradigen, eindeichen und durch Wehre und Staustufen verbauen. So haben wir hierzulande Lachs, Stint und Stör weitgehend verloren und mit ihnen zahllose andere Fische. Oder nehmen wir den Boden, den wir überdüngen und dessen Organismen wir vergiften. Durch all dies ist das Artensterben allgegenwärtig geworden und reicht in den Tropen von den Regenwäldern bis zu den Korallenriffen, von den weiten Savannenlandschaften bis zur Tiefsee. Überall haben die Verluste der Naturräume und ihrer Lebewesen eine erschreckende Dimension und Dynamik erreicht.

Dieser globale Verlust an Arten lässt die Lebensräume biologisch zu Wüsten werden. Eine Vielzahl einschlägiger Studien zeigt, dass auf allen sechs Kontinenten und in sämtlichen Lebensräumen die Bestände und Vorkommen von immer mehr Arten in dramatischer Weise und immer schneller schrumpfen. Ganze Regionen verarmen; übrig bleiben Allerweltsarten und einige wenige Artenwendegewinnler. Die Auswirkungen dieses rasanten Verlustes an biologischer Vielfalt aber dürfen wir nicht unterschätzen; sie sind von enormer ökologischer Brisanz – und auch für uns von erheblicher gesellschaftlicher Sprengkraft.



Der Weltbiodiversitätsrat IPBES hat im Mai 2019 vor dem Aussterben von einer Million Tier- und Pflanzenarten in den kommenden Jahrzehnten gewarnt.
Quelle: IPBES Global Assessment on Biodiversity Report May 2019

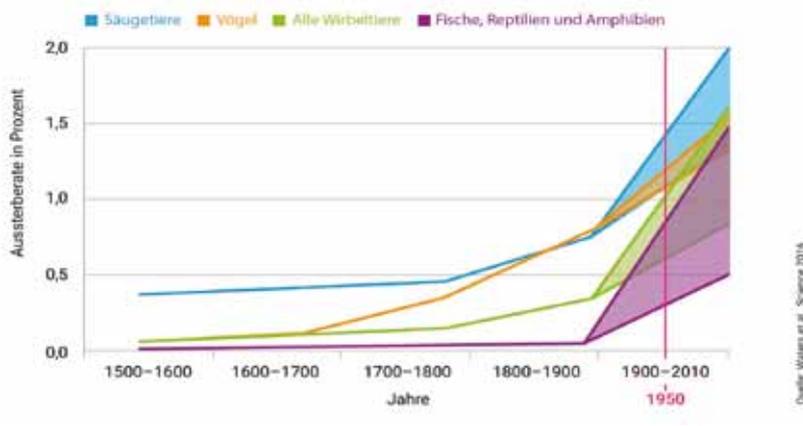


Das anthropogene Artensterben ist der neue Klimawandel

Gegenwärtig ist der menschengemachte Klimawandel in aller Munde. Dabei ist der vom Menschen verursachte massenhafte Exitus von Tieren und Pflanzen die wahre Krise des 21. Jahrhunderts. Denn ohne den einzigartigen biologischen Schatz der Artenvielfalt funktionieren die Ökosysteme der Erde nicht, auf die wir alle angewiesen sind. Auf ihnen basiert unsere Ernährung, angefangen von sauberem Wasser und gesunden Böden bis hin zu den unentgeltlichen Bestäuberdienstleistungen der vielen Insekten, die so für Kaffee und Kakao, für Äpfel und Birnen oder Tomaten und Gurken sorgen.

Wenn wir weiterhin Obst und Gemüse essen wollen, Fisch und Fleisch, das wir möglichst regional produzieren sollten, dann brauchen wir dazu überall auf der

Artensterben



Erde intakte Lebensräume, die aber nur von intakten Artengemeinschaften aufgebaut werden. Ohne eine vielfältige Natur können wir uns nicht ernähren und nicht überleben. Den wenigsten Menschen ist indes bewusst, in welchem Ausmaß wir von der Natur und einer mannigfaltig vernetzten Vielfalt ihrer Organismen abhängig sind – vom Brot bis zur Banane, vom Kaffee am Morgen über den Salat am Mittag bis zum Wein oder Bier am Abend. Deshalb sind der Erhalt der Arten, von funktionierenden natürlichen Ökosystemen und die Ernährung der Menschheit das zentrale Zukunftsthema.

Kein Thema Überbevölkerung?

Doch Dramatik und Dimension des gegenwärtigen Artensterbens ist den meisten Menschen nicht bewusst. Dabei geht es nicht zuletzt auch um das Thema Überbevölkerung, vor dem wir die Augen verschließen; weil es historisch mehrfach vorbelastet ist, als neokolonialistisch oder faschistisch verbrämt wird, weil es religiös aufgeladen ist. Sicher aber auch, weil alle früheren Cassandra-Rufe – etwa einer „population bomb“, die bald zündet – sich unter anderem dank der „grünen Revolution“ nicht erfüllt haben. Bevor sich aber die Wachstumskurve der Weltbevölkerung zum Ende des Jahrhunderts hin allmählich abflacht, werden es in den unmittelbar vor uns liegenden Jahrzehnten erst einmal mehr Menschen werden.

Mittlerweile leben 7,9 Milliarden Menschen auf der Erde. Nach den jüngsten Prognosen, etwa der Vereinten Nationen, kommen bis Mitte des Jahrhunderts im Mittel zwischen zwei und drei Milliarden Menschen bis zur zweiten Hälfte des Jahrhunderts hinzu. Bereits jetzt verbrauchen wir alle im Übermaß Ressourcen und Raum; was wiederum die biologische Vielfalt und das Überleben vieler Tierarten auf der Erde bedroht. Es werden aber nicht einfach nur mehr Menschen werden, die mehr Landwirtschaft betreiben und mehr Flächen dafür benötigen. Viele dieser Menschen wollen eine Lebensweise, wie wir sie ihnen bisher in den westlichen Industrienationen vorleben. Damit werden wir die natürlichen Lebensräume noch weiter überstrapazieren

Prof. Dr. Matthias Glaubrecht

– selbst wenn wir modernste Agrartechnologien und molekulargenetische Innovationen in der Landwirtschaft einsetzen.

Um weitere zwei oder gar drei Milliarden Menschen zu ernähren, werden wir noch mehr Natur opfern. Mit unserer Art der Landnutzung und Landwirtschaft werden wir bei noch mehr Menschen, die alle satt werden und sich besser ernähren wollen, in die Zwickmühle geraten, noch mehr Nahrung auf noch mehr Fläche zu erwirtschaften. Daher werden Überbevölkerung und Ressourcenknappheit die Biodiversitätskrise noch verschärfen. Wenn unsere lange steil nach oben weisende Bevölkerungskurve irgendwann gegen Ende des Jahrhunderts endlich kippt, wenn unsere Form der Bewirtschaftung von Landschaften zur Ernährung des Menschen an ihre letzten Grenzen stößt, werden wir Menschen längst ein Artensterben globalen Ausmaßes verursacht haben. Dazu kommt, dass die Menschheit wohl kaum friedlich schrumpfen wird; eher ist zu befürchten, dass dies mit Verteilungskämpfen und Migrationsbewegungen, mit Hunger und Chaos, Kriegen und Krankheiten verbunden sein wird. Das aber wollen wir unseren Kindern und Enkeln ersparen.

Vom Ende der Evolution

Dafür bleibt uns nicht mehr viel Zeit. Wir müssen mehr natürlichen Lebensraum erhalten und großflächig Naturlandschaften wirkungsvoll schützen. Statt der derzeit 15 Prozent an Land und 7 Prozent im Meer sollten zukünftig wenigstens 30 Prozent der Erde, besser noch 50 Prozent geschützt werden, um dort die Artenvielfalt zu bewahren. Zu diesem Ziel 30 Prozent geschützter Flächen bis 2030 hat sich unlängst auch die EU-Kommission in ihrer Vision eines „Green Deals“ bekannt. Es wird darum gehen, dies nun auch weiter international zu verankern, wie etwa bei der Biodiversitätskonferenz im Mai 2022 im chinesischen Kunming verhandelt.

Die nächsten Jahrzehnte bis Mitte des 21. Jahrhunderts werden darüber entscheiden, ob wir Millionen Tierarten vor dem Untergang retten – oder das Ende der Evolution jener Arten einleiten, mit denen der Mensch und seine Vorfahren während der vergangenen Jahrtausende gemeinsam entstanden ist. Kein Zweifel: Das Leben wird andere Wege einschlagen, wenn es nicht gelingt; doch dann sehr wahrscheinlich ohne uns.

LITERATUR

Matthias Glaubrecht, *Das Ende der Evolution. Der Mensch und die Vernichtung der Arten.* (C. Bertelsmann, München 2019)

Welche Belastungen hält unser Körper aus?

Hanns-Christian Gunga, *Extrem – was unser Körper zu leisten vermag*
 S. Fischer, Frankfurt am Main, 2021, ISBN 978-3103970029

SACHBUCH

Das Vorwort stammt von Alexander Gerst, der Schwerelosigkeit und entsprechende Untersuchungsprogramme auf der ISS durchlebt hat.

In sieben Kapiteln erklärt Gunga, Facharzt für Physiologie und Professor für Weltraummedizin und extreme Umwelten an der Charité Berlin, die Auswirkungen extremer Bedingungen auf den Menschen.

In diesem Buch werden Aktionen und Reaktionen des menschlichen Körpers in außergewöhnlichen Situationen anschaulich dargestellt.

Gunga beginnt mit unserem kosmischen Ursprung: Wir sind Teil des Universums, „die chemischen Grundbausteine, aus denen wir bestehen, sind aus kosmischen, katastrophalen Ereignissen hervorgegangen,“ (S. 58).

Dann wird ein Bogen gespannt von den Australopithecinen zum modernen Menschen. Die Schilderung unserer Herkunft macht verständlich, was an Widerstandskraft, Anpassungsfähigkeit und Durchhaltevermögen in uns stecken kann.

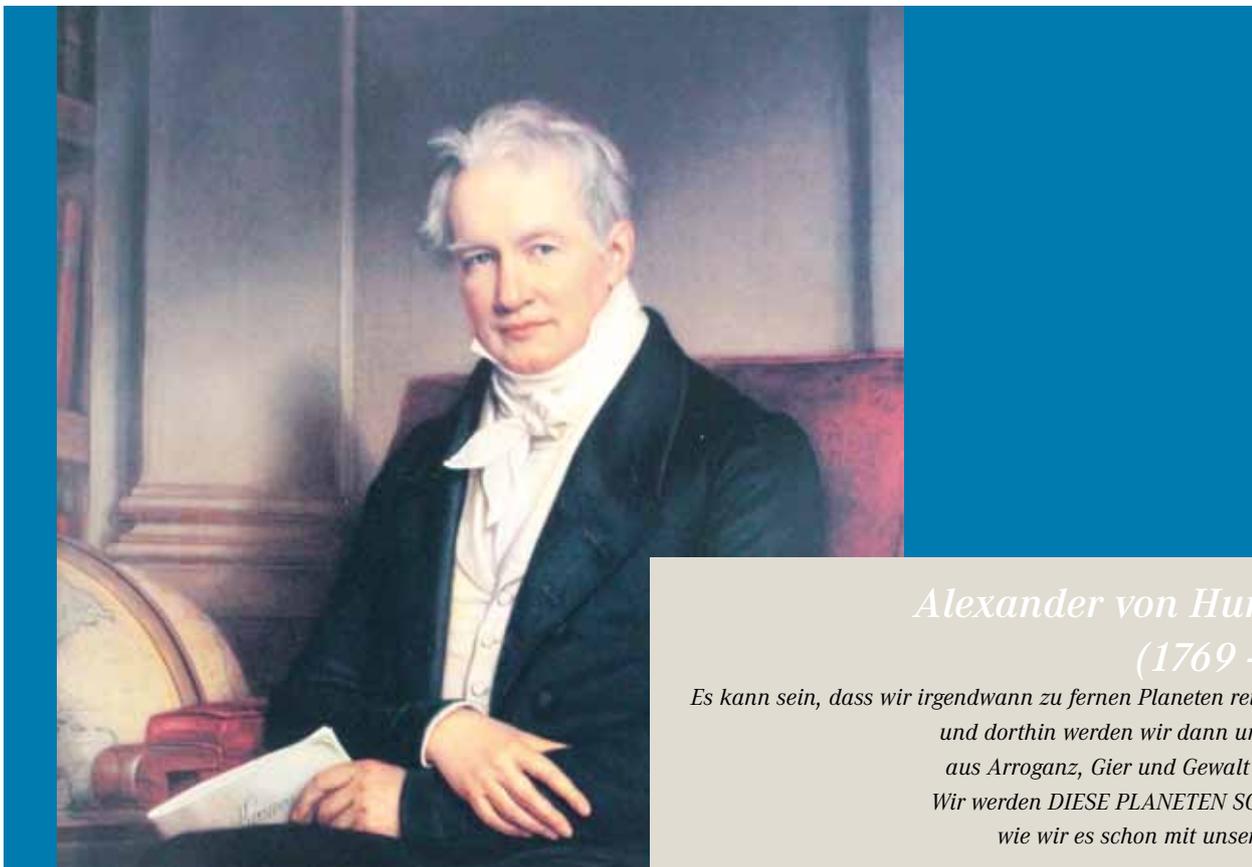
In weiteren Kapiteln werden, persönlich gefärbt und packend, die Auswirkungen von Hitze, Kälte und sauerstoffarmer Luft auf unsere Körper dargestellt. In diesem

Zusammenhang wird klar, dass der Klimawandel zu einer konkreten, persönlichen Gefahr wird. Das letzte Kapitel ist dem Einfluss der Schwerelosigkeit und verminderter Schwerkraft auf den Menschen gewidmet. Hier wird auch der Bezug zu den Untersuchungen auf der ISS hergestellt. Technisch wird die Besiedelung von extra-terrestrischen Orten vielleicht irgendwann möglich sein, aber zum Preis gravierender Schädigungen an unseren Körpern: Wir sind einfach nicht dafür geschaffen.

Wir haben, so das Fazit, unsere Erde, die wir auch aus Gründen der Selbsterhaltung bewahren müssen.



Siglinde Hacke – WFS Berlin



*Alexander von Humboldt
 (1769 - 1859)*

*Es kann sein, dass wir irgendwann zu fernen Planeten reisen werden,
 und dorthin werden wir dann unsere Mixtur
 aus Arroganz, Gier und Gewalt mitnehmen.
 Wir werden DIESE PLANETEN SO VERÖDEN,
 wie wir es schon mit unserer Erde tun.*

Informationen für unsere Mitglieder

Die Mitgliederversammlung der Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. findet am 15. Juni 2022 um 19 Uhr im Planetarium statt.

Arbeitsgruppen

Die **BERLINER MONDBEOBACHTER** treffen sich auch weiterhin regelmäßig online zu virtuellen Sitzungen via SKYPE und stellen diese Treffen dann als „Mondprotokolle“ ins Netz. Mitglieder können sich mit eigenen Beiträgen und mit eigenen Astroaufnahmen, auch außerhalb des „Themas Mond“, einbringen. Die Arbeitsgruppe der Berliner Mondbeobachter fängt damit Teilnehmer*innen der ehemaligen Arbeitsgemeinschaft auf.

mondbeobachter@planetarium-am-insulaner.de
www.facebook.com/mondbeobachter.berlin
sevenofnine62@gmx.de

Die AG **ASTRONOMIEGESCHICHTE (AGAG)** wird in Zukunft von Ulrich Franke geleitet. Sie trifft sich jeden ersten Dienstag im Monat um 18.30 Uhr in der Bibliothek (*siehe auch Seite 32*).

franke.ulrich@live.de

Kurs

Der **WELLTALL-FORSCHER-CLUB**, geleitet von Marcel Reiche und Amanda Stoffers, bietet neue Kurse für Kinder von 10 bis 13 Jahren und für Jugendliche ab 14 Jahren an. Schwerpunkt sind praxisnahe Himmelsbeobachtungen und Restaurierungen historischer Fernrohre auf der Sternwarte.

Anmeldungen zu den Kursen unter www.wfs.berlin

Teilnehmer*innen des Weltall-Forscher-Clubs beraten die „Initiative Planetengarten“.



Foto: Martina Haupt

Astro-Börse Berlin 2022 (ABB)

In 2022 ist es endlich mal wieder soweit: Am Samstag, den 8. Oktober 2022 findet zwischen 13 und 18 Uhr die 5. Astro-Börse in den Räumlichkeiten der Archenhold-Sternwarte statt. Wir hoffen, die ABB – nach 2-jähriger Zwangspause – diesmal durchführen zu können.

Traditionell wird die Veranstaltung von den gemeinnützigen Vereinen der Archenhold-Sternwarte und der Wilhelm-Foerster-Sternwarte mit Unterstützung der Stiftung Planetarium Berlin organisiert. Die Astro-Börse-Berlin bietet Hobby-Astronomen und Interessierten die Gelegenheit, astronomisches Equipment zu kaufen, verkaufen oder zu tauschen.

Angeboten und erworben werden kann alles mit vorrangig astronomischem Bezug, wie Teleskope, Okulare, Stative, Zubehör und Literatur.

Begleitet wird die für Besucher kostenfreie Veranstaltung durch ein spannendes und informatives Rahmenprogramm, so eine Vortragsfolge zur Auswahl und Optimierung optischer Beobachtungstechnik mit deren Prüfmöglichkeiten sowie ein Literaturshop.

Mitarbeiter*innen der Volkssternwarten Berlins und Vereinsmitglieder stehen wieder mit Rat und Tat zur Seite.

Das Rahmenprogramm der ABB 2022 ist aktuell noch in der Planung. Aktuelle Informationen zur ABB 2022 finden Sie unter www.astro-boerse.berlin

Wir freuen uns auf Ihren Besuch. Ihre Familie und Freunde sind ebenso herzlich eingeladen.

Ihr ABB-Team

- Die Mitgliedschaft berechtigt zum freien Eintritt bei allen Veranstaltungen des Vereins sowie zu geführten Beobachtungen auf der Wilhelm-Foerster-Sternwarte und der Archenhold-Sternwarte und zu allen Veranstaltungen der Kategorie „WISSENSCHAFT“ im Planetarium am Insulaner und im Zeiss-Großplanetarium.

- Die Zusendung unserer WFS-Broschüre ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.

- **Kurse und Praktika** der Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. sind ebenso kostenfrei für Mitglieder, wie die Teilnahme an Arbeitsgruppen.

- **Jahresbeitrag für eine Mitgliedschaft im Verein:** 60,- EUR normal; 30,- EUR ermäßigt.

- **Bankverbindung Berliner Volksbank**
IBAN DE17 1009 0000 2807 6560 00



Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V.
Zeiss-Planetarium am Insulaner

Öffnungszeiten

Jeden Mittwoch von 17 bis 20 Uhr

Die Bibliothek wird gepflegt und
verwaltet vom Bibliotheksteam.

INTERNES

Bibliothek



Ein Schatz!

Über 700 Fotos aus dem Weltall,
mit dem Motiv „Erde“ dokumentieren
das Gesicht der Erde zwischen 1965
und 2015



BÜROZEITEN VORSTAND MO und MI, jeweils von 18.00 bis 20.00 Uhr
KONTAKT Telefon 030 76953972, vorstand_wfs@gmx.de, www.wfs.berlin
Mitgliederservice: Olaf Fiebig, Telefon 030 790093-26

- Herausgeber** ©Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. _ Munsterdamm 90 _ 12169 Berlin
eingetragen beim Amtsgericht Berlin-Charlottenburg vom 21.4.2017
im Vereinsregister unter Nr. 95 VR 1849
- Vorstand** Dr. Karl-Friedrich Hoffmann (1. Vorsitzender), Dr. Friedhelm Pedde (2. Vorsitzender),
Olaf Fiebig (Schatzmeister), Gerold Faß (Schriftführer), Dieter Maiwald (stellvertretender Schriftführer)
- Beirat** Prof. Dr.-Ing. Felix Gross, Siglinde Hacke, Uwe Marth
- Redaktion** Gerold Faß mit Unterstützung von Dr. Friedhelm Pedde
Für die freundliche Unterstützung beim Korrekturlesen danken wir Ingrid und Helmut Vötter.
- Fotos** Verein, ESA, NASA, WIKIPEDIA, privat
- Koordinator** Zusammenarbeit zwischen der WFS und der Stiftung Planetarium Berlin: Oliver Hanke
- Gestaltung | Satz** Anja Fass, [farb.raum-Design](http://farb.raum-Design.com), Braunschweig _ www.anja-fass.de
- Auflage | Druck** 1.300 Exemplare | 3x im Jahr | ROCO Druck GmbH, Wolfenbüttel

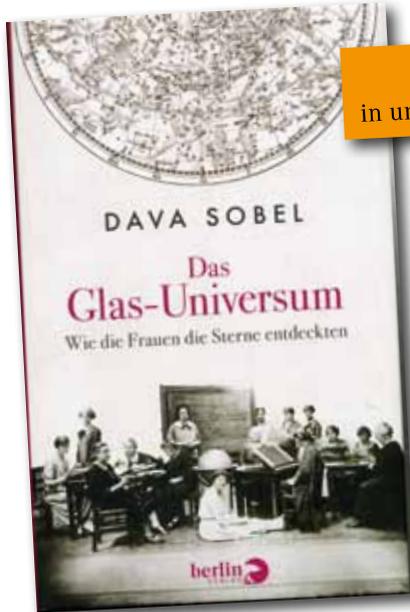
IMPRESSUM

Eine Erzählung über ambitionierte Wissenschaftlerinnen, die Astronomie-Geschichte schrieben

Dava Sobel: Das Glas-Universum – Wie die Frauen die Sterne entdeckten

berlin Verlag, 2019, ISBN 978-3492240420

SACHBUCH



NEU
in unserer Bibliothek

Das letzte Viertel des 19. Jahrhunderts gilt als Geburt der Astrophysik. Sie ist in der astronomischen Forschung eng verbunden mit der zunehmenden Verwendung der Photographie als Beobachtungsmittel. Dabei wurde die lichtempfindliche Schicht auf Glasplatten aufgetragen und über längere Zeit belichtet, z.T. über viele Stunden. Die Photoplatten verstärkten damit den Licht sammelnden Effekt der Optiken gegenüber dem Auge um viele Zehnerpotenzen, so dass auch immer lichtschwächere Objekte erfasst wurden. In Kombination mit Spektrographen gelang nunmehr auch die Dokumentation von Sternspektren – ein völlig neuer Zweig der Astronomie eröffnete sich.

In Amerika nutzte Edward Charles Pickering – seit 1877 Direktor des Harvard College Observatoriums – die neuen Methoden in extensivem Maße. Er ließ Instrumente bauen, die nahezu automatisch jede klare Nacht den Himmel fotografierten und für die damalige Zeit sprichwörtlich „astronomische“ Datenmengen dokumentierten. Für die Auswertung der vielen entwickelten Glasplatten beschäftigte er eine Reihe von talentierten Frauen (von Pickerings Kollegen spöttisch als „Pickerings Harem“ tituliert), die ihre Arbeit nicht nur als die sprichwörtlichen „Messknechte“ verrichteten, sondern bei den akribischen Auswertungen selbständig Entdeckungen machten, eine Spektral-Klassifikation der Sterne entwickelten und die Grundlagen zu fundamentalen Gesetzen der Veränderlichen Sterne legten.

Diese wegweisenden Entdeckungen stellen die Grundlage der modernen Astrophysik dar!

Wesentliche Kataloge über Stern-Helligkeiten, Sternspektren und Veränderliche Sterne beruhen auf ihren Arbeiten; sie dienen noch heute als Grundlage vieler Forschungsarbeiten.

Die Bestseller-Autorin Dava Sobel erzählt die Geschichte dieser ambitionierten Wissenschaftlerinnen, die Astronomie-Geschichte schrieben, noch bevor Frauen das Wahlrecht zugestanden wurde, mit tiefer Detailkenntnis. Nur wenige von ihnen erfuhren die verdiente Anerkennung ihrer Leistungen zu Lebzeiten. Dieses spannend erzählte Buch setzt ihnen ein verdientes Denkmal.



Eckhard Platow



Monika Staesche (Direktorin) meint:
„Herr Platow gehört zum
lebenden Inventar des Planetariums.“

In den 70er Jahren ging ich noch zur Schule. Ein Klassenkamerad war schon seinerzeit ein begeisterter Hobby-Astronom und ich fing an mich zu informieren, wo ich mehr erfahren konnte. Ich wurde beim Planetarium am Munsterdamm fündig. Auch mich begeisterte der Sternenhimmel und ich wurde 1978 Mitglied im Verein.

Ziemlich schnell schloss ich mich der Arbeitsgruppe „Astronomisch-geographische Exkursion“ an, die damals Uwe Bock leitete. In dieser Zeit suchte Herr Bock eine 2. Leitung. Wir arbeiteten bis zu seinem Tod eng zusammen und organisierten mindestens einmal jährlich eine 3-5-tägige Exkursion und führten diese mit ca. 12-18 Teilnehmer*innen durch. Mit seinem Tod war ich ebenfalls in der Situation eine 2. Leitung zu suchen. Ich sprach die Schwester von Uwe Bock, Karin Becker an, die dann für mehrere Jahre mit mir die Exkursionen vorbereitete und durchführte. In der gesamten Zeit traf sich die Gruppe einmal monatlich im Planetarium. Auch diese Gruppentreffen wurden von uns vor- und nachbereitet sowie durchgeführt. Die Teilnehmer*innen wurden immer älter, so dass die Teilnahme immer geringer wurde. Frau Becker und ich beschlossen, die Exkursions-Gruppe zu beenden. Herr Fitz (Teilnehmer) wollte sich damit nicht abfinden und machte noch einmal einen Versuch des Neuanfangs. Nach kurzer Zeit gab auch er auf aufgrund von mangelnder Teilnahme und Interesse.

Bei den Mitgliederversammlungen übernahm und übernehme ich die Einlasskontrolle, am Anfang gemeinsam mit Frau Zucht. Nach ihrem Tod half mir Herr Zucht und nach dessen Tod jeweils ein Vereinsmitglied. Während einer Amtszeit im Verein hatte ich die Funktion des 2. Kassenprüfers inne.

Für unseren Imker und Vereinsmitglied Uwe Marth verkaufe ich jährlich den sehr beliebten und inzwischen bekannten „Sternenstaubhonig“, der auf dem Gelände des Planetariums erzeugt wird.

Seit diesem Jahr bin ich Teilnehmer der „Mondgruppe“, in der ich bereits meinen 1. Vortrag gehalten habe.

Während meiner langen Mitgliedschaft übernahm ich u.a. die Einlasskontrollen, den Dienst an der Garderobe und an der Kasse, solange wie der Verein dafür selbstverantwortlich war. Seit der Verein „Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. Berlin“ zur „Stiftung Planetarium Berlin“ gehört, übernimmt die Firma Artis diese Aufgaben. Den Mitarbeiter*innen stehe ich gern mit Rat und Tat zur Seite.

Nach wie vor komme ich gern ins Planetarium und freue mich auf spannende und interessante Vorträge und Filme und damit auf viele neue Erkenntnisse und Einsichten.



Geburtshelfer gesucht

– für unsere Arbeitsgruppe Astronomie-Geschichte

Ulrich Franke – WFS

Ob es sich um einen Planeten oder um ein Menschenkind handelt – jeder Geburt geht ein Entwicklungsprozess voraus.

HD100546b im Sternbild Fliege ist ein Gas-Planet, der gerade entsteht.
<https://www.n-tv.de/wissen/Astronomen-beobachten-Planeten-Geburt-article15442756.html>



So verhält es sich auch mit unserer Arbeitsgruppe Astronomie-Geschichte. Wir sind dabei, diese neu aufzubauen. Derzeit besteht unsere Gruppe erst aus vier Leuten: Denise, Philipp, Norbert und mir. Im April saßen wir in unserer Bibliothek im Planetarium am Insulaner zusammen und diskutierten, in welchem Rahmen sich unsere Gruppe bewegen könnte. Wie viele Mitglieder sollten es sein, welche Themen sind interessant, wann und wie oft wollen wir uns treffen, was sind dabei unsere Ziele? Vor allem aber, womit wollen wir uns beschäftigen, einzeln oder zusammen? Was gilt es noch zu erforschen? Auf welchem Gebiet wollen wir unser Wissen vertiefen? Die Spielwiese ist riesig, wie das Mindmap unten zeigt. Es entstand der erste Entwurf unserer Leitsätze. Aber sich festlegen, ist noch verfrüht, denn wir warten noch auf weitere Mitglieder.

Dich interessiert Astronomie, du hast bisher aber keine Zeit gefunden, dich damit zu beschäftigen? Vom Schüler bis zum Rentner – du bist bei uns richtig und auch als Gast herzlich willkommen! Wir treffen uns jeden ersten Dienstag im Monat um 18.30 Uhr für 90 Minuten im Planetarium am Insulaner in der Bibliothek, Eingang rechts neben dem oberen Parkplatz.

Es gibt viel Interessantes zu erforschen; hier vier Beispiele: Science Fiction kann ein Blick in die Zukunft sein. Ein bekannter Beleg dafür ist der Communicator der TV-Serie Star Trek Enterprise aus dem Jahre 1966 – ein Vorgriff auf unsere heutigen Klapp-Handys, ohne eine sichtbare Antenne(!).

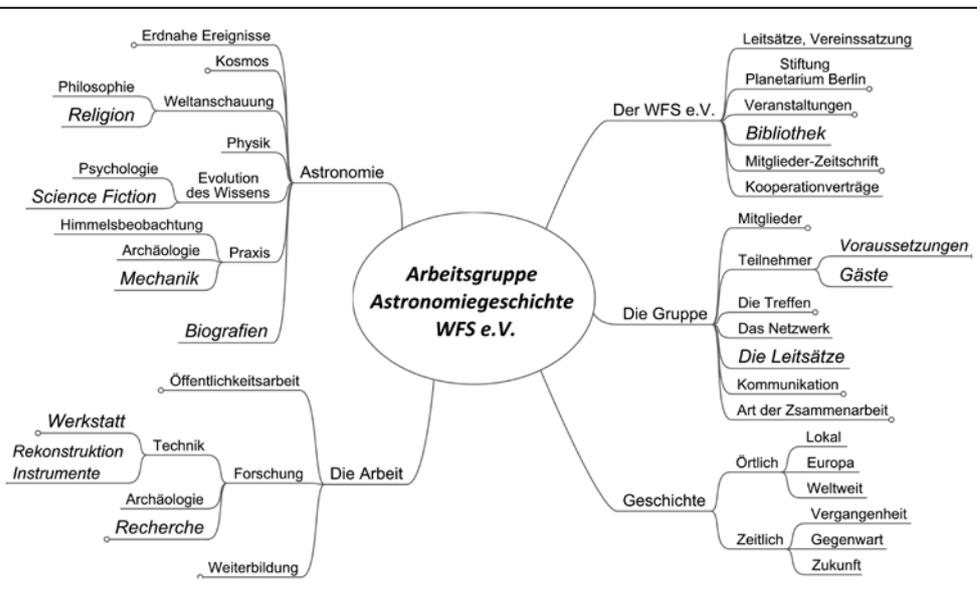


Kirk mit Communicator.

<https://the-gadgeteer.com/2016/07/13/star-trek-bluetooth-communicator-review/>

Texte, wie wir sie in alten Science Fiction Romanen, wie bei Perry Rhodan aus dem Jahre 1961 finden, laden förmlich zum Diskutieren ein. Wie hat sich die Welt doch verändert: Rhodan und Bully betreten auf dem Mond ein gestrandetes Alien-Raumschiff: »Der menschenähnliche Crest erklärt: „Die Notlandung auf Ihrem Mond liegt in einem Maschinenversager begründet ... Es ist ein nur kleiner Schaden ... Es sind fünfzig

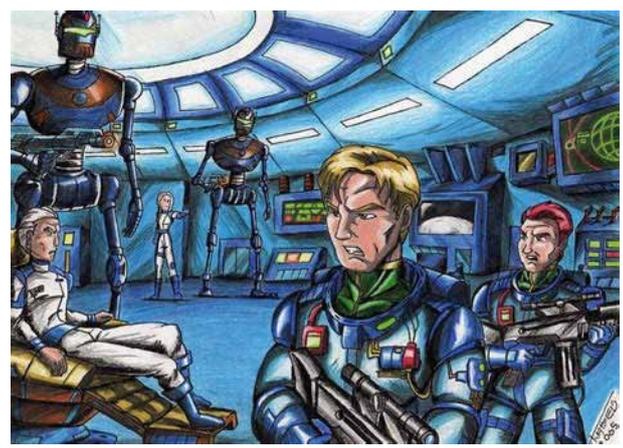
Leute an Bord. Ich sehe sie sehr selten, doch wenn man sie sieht, liegen sie verückt vor den Fiktiv-Schirmen.“ Unsere Dekadenz bewegt sich in einem totalen Erschlaffen der Willenskraft.« Über seinen Heimatplaneten Arkonia erzählt Crest: „Die Frauen unserer Rasse werden von dem allgemeinen Zerfall weniger betroffen als die männlichen Wesen. Daher kommt es, dass sehr viele wichtige Positionen von Frauen besetzt wurden. Das übliche Simulator-Spiel ist am geistigen und willensmäßigen Untergang maßgeblich beteiligt.



Luther und das heliozentrische Weltbild
https://de.wikipedia.org/wiki/Martin_Luther
#1: <https://www.deutschlandfunk.de/luther-copernicus-narren-100.html>



Milliarden Arkoniden liegen täglich vor den Schirmen. Wir waren immer zu friedfertig und zu weich. Selten führten wir Kriege. Wir eroberten die Milchstraße durch das bloße Vorhandensein unserer Technik und Wissenschaft. Niemand wagte einen Krieg oder einen Aufstand.“« (Kap. 8, Unternehmen „Stardust“)



Perry Rhodan, Heft 1, Stardust.
<https://www.youtube.com/watch?v=sNYAdjU8q2w>

Andreas Kleinert von der Universität Halle sieht in den Luther zugeschriebenen Bemerkungen eine „handgreifliche Geschichtslüge“. Kleinert weist nach, dass Luther erst im 19. Jahrhundert von zwei katholischen Historikern zum Anti-Copernicaner gemacht worden ist – während des Kulturkampfes zwischen Kaiserreich und katholischer Kirche.« #1 Gründete sich vielleicht die Evolution des Wissens auf beide Fakultäten?

Rekonstruktion und Nachbau astronomischer Instrumente kann vielleicht dein Interesse finden. Der WFS e.V. besitzt eine kleine Werkstatt mit Schraubstock, Ständer-Bohrmaschine, Drehmaschine und mehr. In unserer Gruppe gibt es Fachleute, die dir mit Rat und Tat zur Seite stehen werden.



Biographien sind nicht nur spannend, sondern zeigen auch den Wissens-Fortschritt in der Gesellschaft, deren Widerstände und lernpsychologischen Hintergründe. Margaret Geller machte folgende Erfahrung: „Wenn mich jemand im Flugzeug fragte, was ich beruflich mache, habe ich früher gesagt ich sei Physikerin, und damit war das Gespräch beendet ... Wenn ich »Astronom« angebe, verwechselt man es mit Astrologen. Heute sage ich, dass ich Landkarten mache.“



Geller kartographierte das Universum und widerlegte die Hypothese, dass die Galaxien gleichförmig im Weltall verteilt sind.

Es gibt natürlich noch viele weitere interessante Themen!
Die Fachbibliothek steht uns mit einer Vielzahl an Büchern und Zeitschriften zum Nachforschen zur Verfügung.



Unser Leitbild und das ausführliche Mindmap kannst du dir im Internet unter »Veranstaltungen/Arbeitsgemeinschaften« der Adresse <https://wfs.berlin/sternwarte/> im Detail ansehen. Es sind unsere ersten Entwürfe. Für jede Anregung, Verbesserung und Korrektur sind wir offen. Oder komm einfach vorbei und geselle dich zu uns. Alter und Vorkenntnisse sind nebensächlich.

Du kannst uns aber auch eine E-Mail schreiben: AGAGberlin@gmail.com

Ulrich Henke

https://de.wikipedia.org/wiki/Margaret_Geller

Astronomen und Theologen sind keine gleichgesinnten Freunde – oder? Was zeigt die Geschichte? War es nicht ein Theologe, der vergeblich versuchte, Albert Einstein vom Urknall zu überzeugen? Andererseits, war es nicht Martin Luther, der Kopernikus einen Narren schimpfte: »„Dieser Narr will die ganze Kunst Astronomiae umkehren“, soll Luther bei Tische gepoltert haben. Und weiter: „Aber Josua hieß die Sonne stillzustehen und nicht das Erdreich.“ Der Physiker und Wissenschaftshistoriker

Sonne, Mond ...

von Juni bis September 2022

Uwe Marth – WFS Berlin

Sonnenlauf

Am 21. Juni 2022, um 10.14 MEZ, erreicht die Sonne den nördlichen Scheitelpunkt ihrer Jahresbahn. Nach astronomischer Rechnung beginnt jetzt der Sommer auf der Nordhalbkugel. Auf einer geografischen Breite von $23,5^\circ$ N steht die Sonne genau im Zenit; ein in die Erde gesteckter Stab würde genau zu Mittag keinen Schatten werfen. In der Geschichte wird auf die Bedeutung dieses Tages verwiesen, weil der griechische Universalgelehrte Eratosthenes ca. 200 v.u.Z. an diesem Tag durch zwei Messungen des unterschiedlichen Schattenwurfes in Alexandria und Syene, heute Assuan, den Erdumfang zum ersten Mal recht exakt bestimmen konnte.

Noch ein weiterer jahreszeitlich wichtiger Tag liegt im Zeitraum unserer Mitteilungen. Am 23. September 2022 beginnt um 2.04 MEZ mit dem exakten Moment der Tag- und Nachtgleiche (Äquinoktium) auf der Nordhalbkugel der Erde das Winterhalbjahr, umgekehrt auf der Südhalbkugel das Sommerhalbjahr. Astronomisch beginnt damit der Herbst. Wieder geht

die Sonne am Äquator bei einem exakt 12 Stunden dauernden Tagbogen bei ihrem Höchststand genau durch den Zenit. Ein hier stehender Beobachter würde keinen Schatten werfen.

Mond

Der Mond bietet in den 4 Monaten auch vier Vollmonde (14. Juni, 13. Juli, 12. August, 10. September) und ebenso vier Neumonde (29. Juni, 28. Juli, 27. August, 25. September). Es finden keine Finsternisse statt, lediglich eine Sternenbedeckung von Interesse am 6. August 2022 um 22.50 Uhr durch den Mond. Er bedeckt den recht hellen (Helligkeit 2,3m), auch mit bloßem Auge gut sichtbaren Stern Dschuba in den Zangen des Skorpions, auf offiziellen Karten d Sco. Am 14. September 2022 kommt es auch noch zu einer Uranusbedeckung durch den Mond zwischen 23.00 Uhr und 0.30 Uhr MESZ. Dieses Ereignis ist bei klarem Himmel eine Gelegenheit, Uranus sogar mit einem Fernglas sicher zu sehen, besonders sein Austritt auf der unbeleuchteten Mondseite nach der Bedeckung (abnehmender Mond!).

„Per Tegimen Cervisia Ad Astra“ – „Durch den Bierdeckel zu den Sternen“

Nach diesem Motto erleichtern wir den Besucher*innen auf der Sternwarte die Beobachtung der Sterne am großen Bamberg-Refraktor.

Ein normaler Bierdeckel saugt als Untersetzer das aus den Gläsern übergelaufene Bier auf. Bei unserem besonderen Pappdeckel kann jeder durch ein 14 mm großes Loch hindurchsehen. An dieser Stelle lässt der Deckel zum Beispiel das Mondlicht hindurch. Die Beobachter*innen halten den Deckel mit dem Loch vor das Okular des Refraktors und sehen Planeten, den Mond oder die Sterne. Das Auge berührt so nicht mehr direkt das Okular. Die Infektionsgefahr für das Auge wird vermieden! Jede*r Beobachter*in darf die verwendete Beobachtungshilfe mit nach Hause nehmen und dort natürlich auch als Bierdeckel verwenden.

Vor Ort, in der großen Refraktorkuppel, wird von den Vorführenden eine Betriebsanweisung für den „Durchblickdeckel“ gegeben.

Beobachtungen auf der Sternwarte sind bei gutem Wetter im Anschluss an die öffentlichen Vorführungen im Planetarium möglich.



– und Planeten

von Juni bis September 2022

MERKUR bietet in unseren Breiten keine Chance zur Sichtbarkeit, weder am Morgen- noch am Abendhimmel. Trotz teilweise großer Winkelabstände zur Sonne ist seine Lage zur Ekliptik sehr ungünstig. Lediglich südlich des Mittelmeeres kann Merkur am Morgenhimmel Ende Juni bis Anfang Juli gesehen werden.

VENUS behält ihre Rolle als Morgenstern, wird aber im Laufe des Sommers im Glanz immer schwächer und verschwindet gegen Ende unseres beschriebenen Zeitraums vom Morgenhimmel.

MARS ist zunächst ein noch durchschnittlicher Planet am Morgenhimmel. Aber er steigert sowohl seine Helligkeit, von 0,7m bis auf -0,6m, als auch seine Aufgangszeit vom Morgenhimmel bis auf 20.56 Uhr MESZ. Dabei durchläuft er, zunächst noch zügig, im September in Vorbereitung auf seine Oppositionsrunde im Winter, langsamer werdend die Sternbilder Fische, Widder und Stier.

JUPITER wird vom Planeten der zweiten Nachthälfte im Laufe des Sommers zum strahlenden Beherrscher der Nacht, die er am 26. September, also kurz nach dem Herbstanfang, mit seiner Oppositionsstellung krönt. Dabei wandert er zunächst rechtläufig durch die Fische, dann ab 29. Juli, nach seinem „Stillstand“ im Sternbild Cetus (Walfisch), wieder rückläufig in das Sternbild Fische zurück. Seine Helligkeit steigert sich bis zum Oppositionszeitpunkt 26. September 2022 auf glanzvolle -2,9m. Er erreicht genau an diesem Tag seine geringste Entfernung von der Erde (591 Millionen Kilometer). Diese Distanz gehört zu den geringst möglichen Abständen zwischen Erde und Jupiter überhaupt. Durch seine schnelle Rotation ist Jupiter stark abgeplattet. Sein Durchmesser von Pol zu Pol beträgt $46''7$, aber am Äquator $50''$. Das lässt sich schon in kleinen Fernrohren eindrucksvoll beobachten. Es sei aber immer bedacht, dass die Entfernung trotzdem unvorstellbar groß ist (fast 4mal größer als der Abstand von der Erde

zur Sonne) und das Licht immerhin 33 Minuten benötigt, um zur Erde zu gelangen. Beeindruckend gerade deshalb, dass es schon mehrfach gelungen ist, Raumsonden trotz dieser Signalverzögerung auf die Sekunde genau zu programmieren, um fantastische Forschungsergebnisse zu erhalten. Das gilt natürlich in noch viel größerem Maße für die noch viel weiter entfernten Planeten, auch den

SATURN Dieser verbleibt das ganze Jahr im Sternbild Steinbock und ist nach seinem Stillstand schon am 5. Juni die ganze beschriebene Zeitperiode bis September rückläufig unterwegs. Ab Mitte Juli wird er fast schon zum Planeten der ganzen Nacht, bevor er am 14. August am frühen Abend in Opposition zur Sonne steht. Seine Helligkeit beträgt nun 0,3m. Zur Zeit sieht man gut auf die Nordseite des Ringsystems. Im Vergleich zu Jupiter beträgt der Abstand an diesem Tag 1325 Millionen Kilometer; das Licht benötigt 1 Stunde und 14 Minuten vom Saturn zur Erde. Vom Morgenhimmel zieht sich Saturn bis zum Ende September zurück. Ende September geht er bereits um 2.54 MESZ unter.

URANUS ist im Juni praktisch unsichtbar am Morgenhimmel. Erst ab Juli ist er am Morgenhimmel zu finden, nach dem 24. August beginnt er seine rückläufige Bewegung durch den Widder. Sein Aufgang verlagert sich zunehmend in die Zeit vor Mitternacht, dann in den früheren Abend. Spektakulär ist die am Mond beschriebene Uranusbedeckung am 14. September 2022.

NEPTUN läuft ab 29. Juni seine rückläufige Bahn an der Grenze vom Sternbild Fische zum Sternbild Wassermann und kommt in der Nacht vom 16. zum 17. September in Opposition zur Sonne. 4325 Millionen Kilometer beträgt an diesem Tag der Abstand zur Erde; das Licht benötigt 4 Stunden, um die Erde zu erreichen. Wie immer hier der Hinweis, besonders um die Zeit der Opposition des Neptun die Sternwarte zu besuchen und sich das winzige bläuliche Scheibchen zeigen zu lassen.



Anfang dieses Jahres wurde mit dem Weltraumteleskop Hubble ein 12,9 Milliarden Lichtjahre von uns entfernter Stern entdeckt („Nature“).

Die Astronomen um Brian Welch von der Johns Hopkins University taufte den Stern „Earendel“ nach dem altenglischen Wort für den Morgenstern. Earendel ist der nun am weitesten von uns entfernte bekannte Stern des Universums.

..... der Erde verbunden



Beobachterin am Bamberg-Refraktor der Sternwarte