



Lynx

Druck

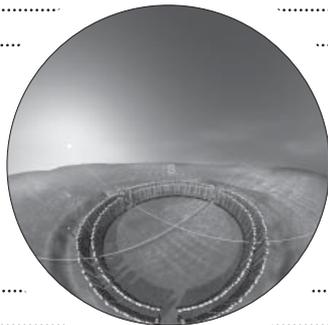
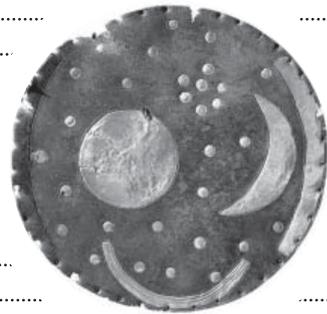
DIE MACHT DER STERNE

Himmelscheibe
von Nebra



INHALT

Vorwort	4
1. Die Himmelsscheibe von Nebra	9
1.1 Bronzezeit	9
1.2 Eine kleine Zeitreise	10
1.3 Die Kalender	12
1.3.1 Der Sonnenkalender	12
1.3.2 Der Mondkalender	12
1.3.3 Der Mond-Sonne-Kalender	13
1.4 Die Plejaden	13
1.4.1 Mond und Plejaden	14
1.4.2 Die Schaltregel	16
1.5 Die Himmelsscheibe von Nebra	18
1.5.1 Raubgräber	18
1.5.2 Material, Aufbau, Echtheit und Alter	19
1.5.3 Die Umarbeitung der Scheibe, die „Phasen“	20
1.5.4 Die Urscheibe – die 1. Phase nach Professor Schlosser	20
1.5.5 Die Urscheibe – die Ergänzungen von mir: die Schaltregel	22
1.5.6 Die 2. Phase – die Horizontbögen und das Weltbild	23
1.5.7 Die 3. Phase – die Barke	25
1.5.8 Die 4. Phase – die Randlöcher	25
1.5.9 Die 5. Phase – das Begräbnis	26
1.6 Jahresbeginn und Ostern	26
1.6.1 Jahresbeginn in Babylon und Ostern	26
1.6.2 Jahresbeginn auf der Scheibe	27
1.7 Erwartungshaltung als Ausblick	28
1.7.1 Die Erwartungshaltung	28
1.7.2 Ausblick	30
1.8 Literatur	31
1.9 Danksagung	31
1.10 Copyright-Hinweise	31
1.11 Zu meiner Person	31
2. Die Himmelsscheibe von Nebra – Anregungen für den Unterricht in Klasse 4–7	32
2.1 Einleitung – Kurzgeschichte	32
2.2 Fragen zum Textabschnitt „Bronzezeit“	33
2.3 Fragen zum Textabschnitt „Eine kleine Eiszeit“	34
2.4 Fragen zum Textabschnitt „Kalender“	35
2.5 Fragen zum Textabschnitt „Die Plejaden“	36
2.6 Fragen und Bastelanleitung zum Textabschnitt „Mond und Plejaden“	37
2.7 Fragen zum Textabschnitt „Die Schaltregel“	38
2.8 Fragen zum Textabschnitt „Raubgräber“	39
2.9 Die einzelnen Phasen der Himmelsscheibe	40
2.10 Bilder des Fundortes	42
2.11 Vereinfachte Textversion für Klasse 4–7	43
2.11.1 Einleitung	43
2.11.2 Die Zeit der Himmelsscheibe	43
2.11.3 Vom Kupfererz zum Himmelsbild	43
2.11.4 Die Plejaden – die sieben Töchter des Atlas	44
2.11.5 Die Schaltregel – die Ordnung der Zeit	45
2.11.6 Die Horizontbögen – jahrtausende altes Wissen	45
2.11.7 Die Barke – Schiffe am Horizont	45



2.11.8	Naturwissenschaftliche Untersuchungen	46
2.11.9	Echt oder unecht?	47
2.12	Vorlagen für einen Unterrichtseinstieg	48
2.13	Anregungen zur praktischen Umsetzung im Unterricht	51
2.14	Gedichte	52
2.15	Literatur	54
3.	Beobachten – Staunen – Fragen – Begreifen. Astronomie in Klasse 5–10	55
3.1	Einführung	55
3.2	Didaktische Überlegungen	55
3.3	Schwerpunkte eines Unterrichtskonzeptes für Kinder	56
3.4	Thematische Ab- und Eingrenzung	57
3.5	Erste unverzichtbare Exkursion: Abenteuer Sternenhimmel	57
3.6	Themen	60
3.6.1	Wir entwerfen „Individuelle / persönliche“ Sternbilder und schreiben eine neuezeitliche Sternfigurengeschichte	60
3.6.2	Wir übertragen die Sternbilder in ein Punktemuster, das heute bei Astronomen gebräuchlich ist.	61
3.6.3	Wir erzählen eine antike Sternbildsage und zeichnen das Sternbild dazu	62
3.6.4	Wir basteln einen Sternbildfinder	63
3.6.5	Polfindung: Wir fragen nach bei PETER APIAN	64
3.6.6	Die Polachse verfehlt den Polarstern knapp	66
3.6.7	Karrieren von berühmten Gelehrten in der Zeit der Renaissance	69
3.6.8	Messinstrumente zur Vermessung von Irdischem und des Himmels	70
3.6.9	Wir eichen die eigene Hand als Winkelmessgerät	71
3.6.10	Wir bauen einen Quadranten	72
3.6.11	Wir bauen einen Jakobsstab und ein Knotenbandlineal	74
3.6.12	Wir messen die Winkelabstände zwischen den Sternen des Großen Wagens	76
3.6.13	Entfernungsmodell Erde – Mond – Sonne – nächster Fixstern	78
3.6.14	Wir beobachten und vermessen die Sonne	79
3.6.15	Wir schauen genau hin: Lichtmuster auf dem Waldboden, unter den Hamburger Straßenlinden und in der Malerei	80
3.6.16	Wir beobachten Sonnentaler	81
3.6.17	Die Wanderung der Sonnentaler	82
3.6.18	Wir basteln ein Modell zur Größe des Himmelsbogens	83
3.6.19	Wie das Größere hinter dem Kleineren versteckt werden kann	84
3.6.20	Wir bauen ein Modell für die Himmelskörper Sonne – Mond – Erde	85
3.6.21	Scheibe oder Kugel	86
3.6.22	Vom flachen zum gewölbten Ägypten	87
3.6.23	Die Vermessung der Erdkugel durch ERATOSTHENES	88
3.6.24	Wir bauen einen Sonnenring	90
3.6.25	Wir messen die Tagesbahn der Sonne	91
3.7	Literatur	92
3.8	Hinweise auf weitere Themen	92
3.9	Anhang: Skalen- und Bildmaterial	93
	Planetarium Hamburg	95
	Aus der Arbeit des FSH – Entwicklungen im Jahr 2010	105
	Lageplan ZSU	106
	FSH-Aufnahmeantrag	107
	Impressum	108

VORWORT



Liebe Leserinnen
und Leser!

Geleitet von der Erfahrung,
dass viele Menschen ein
großes Interesse an astro-
nomischen Phänomenen
haben und dass hiervon
eine starke Motivation zur

Beschäftigung mit Naturwissenschaften ausgehen kann, zielen die Bemühungen der Schulkommission Planetarium Hamburg sowohl auf die Planung von Unterrichtseinheiten und Kursen im Bereich Astronomie und Naturwissenschaften als auch auf die verstärkte Einbettung astronomischer Themen in den Unterricht naturwissenschaftlicher Fächer. Die Kommission macht es sich zur Aufgabe, einen nachhaltigen Beitrag zur Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts und seiner Akzeptanz in den Schulen zu leisten. Hierbei soll die fächerübergreifende Sichtweise der Astronomie und der Astrophysik zum Tragen kommen.

Nun liegen neue Materialien zur Astronomie und zur Himmelscheibe von Nebra für den Unterricht vor, die bereits Kolleginnen und Kollegen im Helmsmuseum vorgestellt wurden. In der Planetariumsshow „Die Macht der Sterne – von der Himmelscheibe zum Sternenstaub“ können sich Schulklassen und Lehrkräfte vertieft mit dem Thema beschäftigen.

Ausgehend vom Text des Astronomen Rahlf Hansen, der die Himmelscheibe von Nebra weitgehend entschlüsselte, hat Iris Brückner, Mitglied der Schulkommission und Lehrerin an der Grundschule Rönneburg, im neuen Lynx erste Vorschläge dargestellt, dieses Thema in den Unterricht einzubinden und mit wissenschaftlichen und anspruchsvollen Texten zu arbeiten.

Ein weiteres Mitglied der Schulkommission, Joachim Reinhardt, Mitarbeiter des Landesinstitutes für Lehrerbildung und Schulentwicklung und Physiklehrer, hat umfangreiche Arbeitsmaterialien u. a. auch mit Experimenten zur Astronomie zusammengestellt.

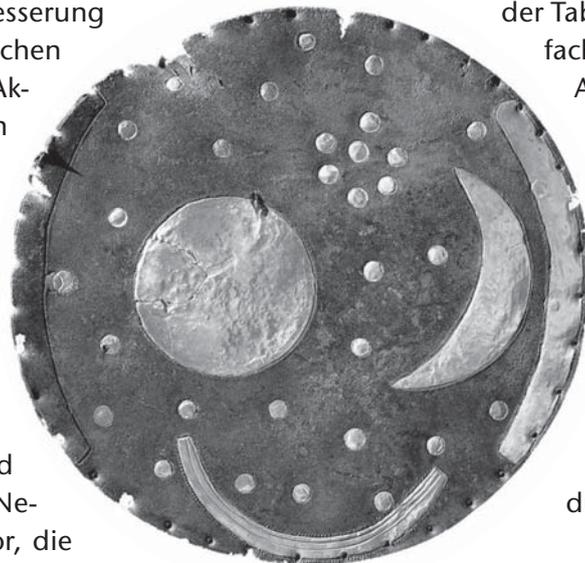
Die Himmelscheibe von Nebra und der Themenbereich Astronomie bieten vielfältige Bezüge zu den Hamburger Rahmenplänen und zu verschiedenen Unterrichtsfächern. In den naturwissenschaftlichen Fächern gibt es vier fachdidaktisch begründete Kompetenzbereiche. Die Kompetenzbereiche heißen: Orientierung durch fachliche Strukturen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung (vgl. Rahmenplan Naturwissenschaften und Technik, Stadtteilschule und Gymnasium 2010). In der Tabelle auf Seite 6 werden die fachlichen Bezüge dargestellt.

Auch zu weiteren Fächern können Bezüge hergestellt werden, z. B. im Fach Geschichte für die Jahrgangsstufe 6 ist das Thema „Menschen in der Ur- und Vorgeschichte“ verbindlich. Im Fach Mathematik können z. B. Berechnungen zur Entfernung von Himmelskörpern durchgeführt werden.

Ich wünsche den Kolleginnen und Kollegen, viel Spaß beim Erproben der Unterrichtsmaterialien und danke, Thomas W. Kraupe, Planetariumsdirektor und Mitglied der Schulkommission, für die Unterstützung dieses Lynx.

Regina Marek
(1. Vorsitzende des FSH)

Abb.: Die Himmelscheibe von Nebra. © Juraj Lipták,
LDA Sachsen-Anhalt



Kompetenzbereiche	Standards	Bezug zur Himmelscheibe von Nebra und zum Themenbereich Astronomie
Orientierung durch fachliche Strukturen	Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, ihr Wissen wiederzugeben, anzuwenden, zu strukturieren und zu vernetzen. Sie erklären Phänomene und Sachverhalte mit Hilfe einfacher Fachkonzepte und Modellvorstellungen, verallgemeinern und abstrahieren punktuelle Erkenntnisse und lösen Probleme in naturwissenschaftlichen, technischen und informatischen Anwendungssituationen.	<p>Im Fach Naturwissenschaften und Technik (NuT) im Jahrgang 4-6 sind im Rahmen des Themas Bewegung folgende Mindestanforderung bis Ende Jahrgangstufe 6 zu erreichen: Schülerinnen und Schüler beschreiben den Aufbau des Sonnensystems und nennen die Planeten, Sterne, und Monde.</p> <p>Im Fach Chemie ab Klassenstufe 7 ist das Thema Stoffe und Stoffeigenschaften verbindlich vorgesehen. Hier könnten die Begriffe Bronze, Gold, Eisenzeit und Verhüttung von Erzen geklärt werden.</p> <p>In den naturwissenschaftlichen Fächern ab Klassenstufe 10 bis zur Oberstufe könnte die Altersbestimmung der Himmelscheibe von Nebra mit der C14-Methode besprochen werden.</p>
Erkenntnisgewinnung	Die Schülerinnen und Schüler sammeln Erfahrungen mit Methoden des Experimentierens (planen, aufbauen, durchführen, auswerten) sowie mit der Entwicklung von Lösungsstrategien. Sie erkennen naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen und wenden diese bei der Bearbeitung naturwissenschaftlicher, technischer und informatischer Fragestellungen an.	<p>Zu den erhöhten Anforderungen bis Ende Jahrgangstufe 6 gehört die Erklärung der Entstehung der Mondphasen auch mit Modellexperimenten.</p> <p>Experimente im Fach Chemie zur Gewinnung von Metallen aus Erzen.</p>
Kommunikation	Die Schülerinnen und Schüler nutzen unterschiedliche Informationsquellen, präsentieren Arbeitsergebnisse sachgerecht und tauschen sich darüber aus. Sie unterscheiden dabei zwischen Alltags- und Fachsprache.	Es wird z. B. ein Zeitungsartikel aus der TAZ oder der Beitrag von Rahlf Hansen genutzt, um grundlegende Informationen zur Himmelscheibe von Nebra zu gewinnen.
Bewertung	Die Schülerinnen und Schüler erkennen naturwissenschaftliche, technische und informatische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten. Sie urteilen bei überschaubaren Kontroversen auf der Grundlage eigener Erfahrungen und erworbenen Fachwissens.	Hier können verschiedene Weltbilder mit der Fragestellung „Die Erde oder die Sonne im Mittelpunkt der Welt?“ behandelt werden.

VORWORT



Liebe Leserinnen
und Leser!

Seit Jahrtausenden betrachten die Menschen den Nachthimmel, getrieben von dem Wunsch, das Universum und die Geheimnisse des Lebens zu verstehen. Doch dieser Blick in den Himmel hinterlässt kaum Spuren. Nur selten haben die Menschen ihre Beobachtungen in Objekten oder Monumenten festgehalten. Daher ist die im Jahre 1999 entdeckte „Himmelscheibe von Nebra“ ein besonderer Glücksfall und einer der größten Schätze der Archäologie. Denn als älteste konkrete Darstellung des gestirnten Himmels erlaubt sie uns eine Art „Schlüssellochblick“ in die geistige Welt der Bronzezeit.

Das Planetarium Hamburg kooperiert seit dem Jahre 2004 mit dem Landesmuseum für Vorgeschichte in Halle (Sachsen-Anhalt), um die Geheimnisse der „Himmelscheibe von Nebra“ der Öffentlichkeit zu präsentieren.

In akribischer Arbeit gelang es dem interdisziplinären Team aus Wissenschaftlern rund um Prof. Harald Meller, den Landesarchäologen von Sachsen-Anhalt, nachzuweisen, dass die Himmelscheibe echt ist. Aufbauend auf den Erkenntnissen von Prof. Schlosser konnte Rahlf Hansen vom Planetarium Hamburg schließlich herausfinden dass die Himmelscheibe von Nebra offenbar in der Bronzezeit als eine Art „astronomische Uhr“ zur Synchronisation von Sonnen- und Mondkalender diente.

Im Jahre 2007 entstand aus der Kooperation Halle-Hamburg die erste digitale Planetariumsshow über die astronomischen Hintergründe der Himmelscheibe von Nebra, die seitdem im Besucherzentrum „ArcheNebra“ nahe dem Fundort am Mittelberg zum Besuchermagnet wurde.

Am 28. Januar 2009 feierte im Planetarium Hamburg dann eine weitere, umfassende 360-Grad-Sternenreise über die Rätsel der Himmelscheibe unter dem Titel DIE MACHT DER STERNE ihre

Weltpremiere. Diese 50-minütige Zeitreise, die weiterhin regelmäßig auf dem Spielplan des Hamburger Sternentheaters sowie mittlerweile auch anderer Planetarien (u. a. in Wolfsburg, Münster, Osnabrück) steht, führt von der Bronzezeit ins Weltraumzeitalter und ist insbesondere auch für Schüler ab etwa 12 Jahren geeignet.

Das Planetarium Hamburg ist ja als außerschulischer Lernort ein besonders geeigneter Platz für das Lernen mit allen Sinnen, wobei die einzigartige Simulationstechnik des Planetariums den Schülern Beobachtungen für das eigene Auge zugänglich macht (z. B. Himmelserscheinungen und Bewegungen der Himmelskörper sowie Perspektivwechsel) wie sie oft selbst in jahrelanger eigener Naturbeobachtung nicht möglich wären.

Die seit Jahren schon besonders gute Zusammenarbeit mit dem LI und der gemeinsamen beratenden „Schulkommission Lernort Planetarium Hamburg“ münden nun in diese überaus vielfältige und reichhaltigen Ausgabe von LYNX. Mein Dank gilt allen die dabei mit so großem Einsatz mitgearbeitet haben und dies ermöglicht haben – allen voran Regina Marek, Iris Brückner, Joachim Reinhardt und Rahlf Hansen. Danken möchte ich auch dem scheidenden Leiter des LI, Herrn Peter Daschner und seinem ganzen Team zu dem auch Frau Marek gehört.

Das Heft bietet Ihnen Anregungen und Beispiele für eine nachhaltige Beschäftigung, Vor- und Nachbereitung rund um die Planetariumszeitreise DIE MACHT DER STERNE und die „Himmelscheibe von Nebra“ insgesamt. Weitere Infos auch zu den anderen Sternenreisen des Planetariums finden Sie ebenfalls am Ende des Heftes. Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

Klare Sicht wünscht Ihnen Ihr

Thomas W. Kraupe
(Direktor des Planetariums Hamburg)

DIE MACHT DER STERNE

DAS ERSTE ABBILD DES HIMMELS

1999 begeisterte ein sensationeller Fund nahe Nebra (Sachsen-Anhalt) die Fachwelt: Die „Himmelsscheibe von Nebra“. Verblüfft erkannten die Wissenschaftler, dass auf dieser 3600 Jahre alten Bronzescheibe das astronomische Wissen der Menschen in der Bronzezeit verschlüsselt ist. Auf der Scheibe sind Zusammenhänge zwischen Sonne, Mond und Sternen dargestellt, deren Entschlüsselung erst den Astronomen des Planetarium Hamburg und der Universität Bochum gemeinsam mit den Archäologen des Landesmuseums in Halle gelang. Die Himmelsscheibe entpuppt sich als „Schlüsselloch“ für einen Blick zurück in die geistige Welt der Menschen der Bronzezeit. Diese älteste Himmelskarte offenbart, wie die Menschen schon damals die Regentschaft von Sonne und Mond über die Zeit erkannten und nutzten.

ZUM RAUM WIRD HIER DIE ZEIT
 Unsere Sternenreise beginnt 5000 vor Christus. Schon damals kannten unsere Ahnen den jahreszeitlichen Wechsel des Sonnenstandes. Die Kreisgrabenanlage von Goseck im heutigen Sachsen-Anhalt war nicht nur Kultstätte sondern auch ein präzises Sonnenobservatorium.

VON PLANETENGÖTTERN ZU WELTKÖRPERN

Ein System aus kristallinen Sphären rund um eine Erdkugel ersetzt in der griechischen Antike vor 2000 Jahren das Bild der flachen Erde und des Himmelsgewölbes. An diesen vermuteten kristallinen Sphären befestigt laufen nicht nur Sonne und Mond, sondern weitere „Wandersterne“ (Planeten) mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten durch den Tierkreis. Die Erde erschien als Zentrum, auf das die von diesen sieben Planetengöttern ausgehenden Kräfte wirken. Erst vor 400 Jahren – im Jahre 1609 – als Galilei sein Fernrohr zum Himmel richtete, wurde die eingekapselte Erde „befreit“. Die Planeten erwiesen sich als Welten wie die Erde, die zusammen mit ihr um die Sonne kreisen.



AUFBRUCH ZU NEUEN HORIZONTEN

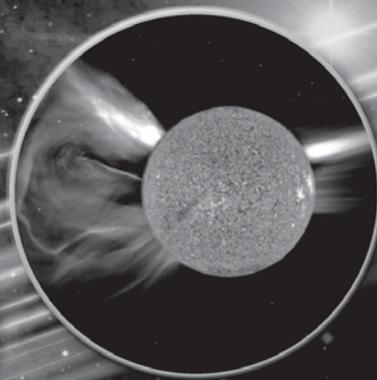
In der neuen Zeit des „Findens und Erfindens“ gingen die Vermessung der Welt und des Himmels Hand in Hand und in rasantem Tempo weiter. Zeit- und Positionsmessungen der Gestirne mit immer größeren und genaueren Fernrohren in neu gegründeten Sternwarten ermöglichten die verlässliche Navigation, um weltweite Handelswege planbar zu machen, und gleichzeitig die Kartierung der Tiefen des Sternenhimmels.

IM MACHTBEREICH DER SONNE

Atemberaubend schnell haben sich unser Wissen und unsere Modellvorstellungen des Kosmos weiterentwickelt seitdem wir begannen, mit modernen Großteleskopen und Computern die Tiefen des Himmels auszuloten. Bei einem simulierten Flug zu den Sternen erleben wir, welch schier unglaublichen Kräften und Wirkungen die moderne Forschung dabei auf die Spur kam. Eindrucksvoll zeigt sich, wie sehr unsere Welt den titanenhaften Kräften unseres Zentralgestirns Sonne ausgesetzt ist.

VON STERNENSTAUB UND STERNENKINDERN

Heute, 400 Jahre nach Galilei, haben die Astronomen einen „Neuen Himmel“ entdeckt, dessen Dramatik uns verblüfft und dessen Auswirkungen auf unsere eigene Existenz ganz anders und viel gravierender sind, als es jemals die so genannten „Sterndeuter“, die Astrologen, geahnt hätten. Beim Flug zu den Sternen des „Siebengestirns“ und in die Weiten unserer Milchstraße erfahren wir von dieser ungeahnten „Macht der Sterne“, der die Astronomen von heute auf die Spur gekommen sind, und wir erkennen, was uns selbst mit den Sternen verbindet.



Erleben Sie **DIE MACHT DER STERNE**, eine Zeitreise vom „geschmiedeten Himmel“ der Bronzezeit bis zu den Beobachtungen der Gestirne im Weltraumzeitalter. Eine Produktion des Planetarium Hamburg mit eindrucksvollen Visualisierungen als 360° Rundumerlebnis.

Buch und Regie:

Produktionsleitung:

Wissenschaftliche Mitarbeit:

Musik:

Sprecher:

Thomas W. Kraupe

Tim Florian Horn

Rahlf Hansen

Alexander Bubenheim

Gert Heidenreich

1. Die Himmelscheibe von Nebra

Rahlf Hansen, Planetarium Hamburg

1.1 Die Bronzezeit

Die Bronzezeit ist benannt nach der Bronze, was uns nicht wirklich überrascht. Die Zeit danach heißt Eisenzeit (da konnte man Eisen verarbeiten), davor lag die Steinzeit (man konnte aus Stein hervorragende Werkzeuge herstellen, hatte aber die Verhüttung von Erzen zu Metallen noch nicht gelernt). Bronze ist eine Mischung (man sagt „Legierung“) von den beiden Metallen Kupfer und Zinn. Es gehört schon einiges an Naturverständnis dazu, Erze abzubauen und daraus Metalle zu gewinnen. Man muss die Erze im Berg erkennen und aus den Erzen die Metalle gewinnen, wozu diese meist stark erhitzt werden müssen. Um Eisen zu bearbeiten benötigt man Öfen, die weit über 1000 °C heiß werden. Solche Öfen zu bauen ist schon sehr aufwendig, was man lange nicht konnte. Um Kupfer aus dem Erz zu gewinnen benötigt man nicht so hohe Temperaturen, das konnte man schon früher als die Eisenerzeugung. Genau genommen folgte der Steinzeit erst die Kupferzeit, dann die Bronzezeit und danach die Eisenzeit.

Bronze ist ein besonderes Material. Veredelt man Kupfer, in dem man etwas Zinn hinzufügt, entsteht Bronze. Durch den Anteil des Zinns kann man die Eigenschaften der Bronze verändern. Außerdem kann man Bronze leichter verarbeiten als Kupfer allein. Zum Beispiel kann man Gegenstände aus Bronze wieder im Ofen einschmelzen und neue Dinge daraus machen. Bronze ist ein idealer Stoff für das Recycling, was doch sehr modern klingt. Ein Problem gibt es aber bei Bronze: Von den beiden Zutaten, Kupfer und Zinn, gibt es Zinn nur an wenigen Orten. So stammt zum Beispiel das Zinn für die Himmelscheibe von Nebra, gemacht im heutigen Ostdeutschland, aus Südeuropa. Der Transport von Erzen oder Metallen über gewaltige Entfernungen in der damaligen Zeit ist schon erstaunlich. Noch verrückter ist dies im Nahen Osten. Die Babylonier (das lag im heutigen Irak) haben ihr Zinn entweder aus Mittelasien (z. B. den



Abb.1: Rekonstruktion der Fundsituation von Nebra, © LDA Sachsen-Anhalt, Juraj Lipták

heutigen Usbekistan) bekommen oder vielleicht auch aus England. Hier lohnt sich der Blick in einen Atlas. Schaut mal nach der Entfernung von Südeuropa nach Ostdeutschland oder von Usbekistan nach Irak, oder gar von England nach Irak. Heute ist das kein Problem, aber vor 4000 Jahren ... schon verblüffend.

Um Zinn über solche Entfernungen zu transportieren braucht man offene Handelswege und darf nicht an jeder Ecke ausgeraubt werden. Die Archäologen finden nun Erstaunliches: Die Skelette in den Gräbern zeigen seltener Verwundungen durch Waffengewalt als zu anderen Zeiten. Die Zeit scheint überwiegend friedlich gewesen zu sein. Außerdem findet man in weiten Teilen Europas ähnliche Moden, wie zum Beispiel beim Schmuck oder bei Waffen. Die Waffen in den Gräbern bestehen häufig aus Bronze, zeigen aber keine Benutzungsspuren. Es waren eher Statussymbole. Friedliches Zu-

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

sammenleben erlaubt Handel, und durch Handel kann man reich werden. Von dem Gewinn aus dem Handel scheinen damals viele etwas abbekommen zu haben. Damit zeigt sich, dass die Bronzezeit schon eine globalisierte Welt war. Die Mehrheit der Menschen werden meist in Ihrer Heimat geblieben sein. Aber manche zogen über weite Entfernung als Händler und gaben Waren und sicher auch Ideen und Moden weiter. Heute weiß man bald, wenn es irgendwo auf der Erde ein supertolles neues Handy gibt. Damals haben sich Neuerungen auch über weite Strecken verbreitet. Alle konnten so von dieser globalisierten Welt etwas haben. Die bei uns bekannte Welt erstreckte sich damals auf den Bereich Europa, Naher Osten und auf weiten Teilen von Asien. Andere Teile, wie Amerika und Australien waren noch nicht entdeckt. Wie weit man Afrika kannte, wissen wir nicht.

1.2 Eine kleine Zeitreise

Vor rund 12000 Jahren endete für Norddeutschland die letzte Eiszeit. Die gewaltigen Gletscher, die bis Norddeutschland reichten, zogen sich zurück. Das Klima änderte sich in der Folge weltweit. Die Menschen reagierten auf diesen Klimawechsel, indem sie ihr Verhalten änderten. Im Südosten der heutigen Türkei (Göbekli Tepe) entstand so über Tausende von Jahren eine Art Heiligtum. Meterhohe und tonnenschwere Steinblöcke wurden aus dem Felsen gehauen und im Kreis aufgestellt. Auf den Steinblöcken wurden Reliefs von Tieren und einigen Symbolen angefertigt. Es waren vermutlich Jäger, die immer wieder hier zusammen kamen. Warum sie dies taten wissen wir nicht. Es ist eines der frühesten „Bauwerke“, die wir kennen. Vor 8000 Jahren entstanden in der heutigen Türkei und im Nahen Osten erste Vorstufen von kleinen Städten. Gleichzeitig lernten die Menschen Getreide anzubauen und Tiere als Haustiere zu halten und zu züchten. Von Anatolien ausgehend wanderten die Bauern langsam nach Europa und erreichten vor etwa 7500

Jahren Mitteleuropa. Sie brachten einige ihrer Feldfrüchte und Zuchttiere mit. Hier entstanden dann vor knapp 7000 Jahren die ersten größten Bauwerke der Menschheit: Kreisgrabenanlagen. Eine wurde in Goseck in Sachsen-Anhalt so gut wie möglich nachgebaut (Abb. 2). Es wurde ein Graben ausgehoben, ein Wall aufgeschüttet und zwei Palisadenringe (Abb. 3 u. 4) aus Holzpflocken errichtet. Das ganze mit einem Durchmesser von über 70 Metern. Das muss den Menschen damals, die nur ihre vergleichbar kleinen Holzhäuser kannten, sehr imponiert haben. Wozu man diese Kreisgrabenanlagen nutzte, kann man nur erahnen. Zum Teil werden sie der Stern- und Sonnenbeobachtung gedient haben, um den jährlichen Lauf der Sonne besser beobachten zu können. Die Jahreszeiten genau zu erkennen war für die Landwirtschaft wichtig, um zum richtigen Zeitpunkt auszusäen. Später, vor etwa 4500 Jahren begann man die Holzbauten durch Steinsetzungen zu ersetzen. Die bekannteste dieser Anlagen ist sicher Stonehenge in Südengland. Auch diese Anlagen sind häufig nach dem Lauf der Sonne ausgerichtet. Man lebte aber durchweg in kleinen dörflichen Gemeinschaften und baute seine Häuser aus Holz.

Anders verlief die Entwicklung im Nahen Osten. Es bildeten sich an den Flussläufen vom Nil in Ägypten und des Euphrat und Tigris im heutigen Irak die ersten Städte. Hier bei uns kann man Landwirtschaft mit Regenwasser betreiben.



Abb. 2: Sonne und Mond in einer teilweise Sonnenfinsternis schön vereint. © Rahlf Hansen



Abb. 3: Doppelpalisadenreihe in Goseck, Abb.4: Der Autor in der Rekonstruktion der Kreisgrabenanlage von Goseck.
Beide: © Rahlf Hansen

Dort muss man die regelmäßigen Überschwemmungen der Flüsse nutzen, um die Felder zu düngen und zu bewässern, weil zu wenig Regen fällt. Um die Wassermassen der Überflutungen zu beherrschen, hat man große Gräben und Deiche gebaut. Dafür braucht man viele Menschen, was gut organisiert sein muss. Es bildeten sich vor über 5000 Jahren die ersten Städte an diesen Flüssen und wohl auch die ersten Königreiche mit einer strengen gesellschaftlichen Ordnung. Die Ernte musste aufbewahrt und verteilt werden. Beamte führten zur Erleichterung der Verwaltung vor über 5000 Jahren die Schrift ein. Später hat man mit dieser Schrift auch Verträge aufgesetzt, alte Legenden niedergeschrieben und zum Beispiel astronomische Beobachtungen archiviert. Man findet in Gräbern in Ägypten, wo als weltbekannte Bauwerke vor etwa 4500 Jahren die Pyramiden entstanden, und Babylon schon vor fast 5000 Jahren Schmuck und Siegel aus dem Halbedelstein Lapislazuli. Dieser stammt aus dem Gebirge in Afghanistan! Er könnte über Flüsse nach Indien gebracht worden sein. Dort gab es vor 4500 Jahren auch schon Städte, die Harrapakultur, von der wir aber wenig wissen. Sie haben über Arabien, wo es auch schon früh Städte gab, von denen wir aber noch wenig wissen, mit Babylon gehandelt. Von Babylon aus ging der Transport des begehrten Lapislazuli dann weiter, zum Beispiel über das heutige Syrien und dann über das Mittelmeer nach Ägypten. Der Handel reichte wirklich weit!

In Europa dauerte es etwas länger bis die ersten Städte entstanden. Auf Kreta entwickelte sich vor etwa 4000 Jahren die so genannte minoische Kultur. Kreta gehört zwar noch zu Europa, liegt aber im Mittelmeer in Reichweite der Kulturen von Ägypten und Babylon. Vor knapp 4000 Jahren wurden die ersten Städte in Griechenland gegründet. Die so genannte Mykenische Kultur unterhielt Handel und diplomatische Beziehungen zum Nahen Osten. In dieser Zeit kam auch der Handel mit Bernstein aus dem Ostseeraum auf. Dieser Bernstein kam nach Mykene und Griechenland und von hier weiter in den Nahen Osten. Es gab also Handel vom Mittelmeerraum nach Mitteleuropa, obwohl es hier immer noch keine Städte gab.

Vor 3200 Jahren gab es eine einschneidende Änderung. Die Verhüttung von Eisen wurde erfunden. Eisen ist ein Rohstoff, der, anders als Zinn, fast überall vorkommt. Um ihn zu erhalten, benötigt man keine weit reichenden Handelsverbindungen. Eisen ist ein festeres Material als Bronze. Waffen aus Eisen sind Bronzewaffen überlegen. Diesen Vorteil scheinen einige genutzt zu haben, um andere zu überfallen und Krieg zu führen. Die damalige Welt im Nahen Osten verwandelte sich stark. Große Reiche zerfielen und aus den Resten bildete sich langsam die Welt, die wir die klassische Antike nennen, mit Griechenland, Persien und Rom. Doch so weit soll unsere Zeitreise nicht mehr gehen.

1.3 Die Kalender

Um die Zeit zu sortieren, benutzen wir Kalender. Diese richten sich nach der Natur, vor allem der Sonne und dem Mond. Die Sonne geht jeden Tag in östlicher Richtung auf und in westlicher Richtung unter. Der Rhythmus des Tages scheint mit der Sonne zusammen zu hängen. Die Tage sind im Winter kurz und im Sommer lang, die Sonne steht im Winter nur sehr niedrig und im Sommer sehr hoch. Auch das Jahr scheint mit der Sonne zusammen zu hängen.

Die Beobachtung des Mondes ist besonders interessant. Er zieht schnell durch die Sterne hindurch. Außerdem ändert er dabei regelmäßig seine Gestalt. Bis der Mond wieder ähnlich erscheint, zum Beispiel als schmale Sichel am Abendhimmel im Westen auftaucht, vergehen immer 29 bis 30 Tage, es sind gemittelt fast genau $29 \frac{1}{2}$ Tage. Aus diesem Mondlauf hat man den Monat gebildet.

Möchte man die Zeit sortieren gibt es jetzt verschiedene Möglichkeiten. Man kann sich nur nach der Sonne, nur nach dem Mond oder nach beiden richten.

1.3.1 Der Sonnenkalender

Wir benutzen heute im alltäglichen Leben einen Sonnenkalender. Er stammt ursprünglich aus dem alten Ägypten, wurde von Julius Caesar (julianischer Kalender) im römische Reich mit einigen Abwandlungen eingeführt und dann später vom Papst Gregor (gregorianischer Kalender) leicht korrigiert. Seine Tage beziehen sich, wie auch das Jahr, auf die Sonne. Ein Sonnenjahr dauert normalerweise 365 Tage. Von Weltraum aus betrachtet sieht man, wie die Erde sich täglich, wie ein Kreisel, um sich selbst dreht. Das ist unser Tag. Außerdem umrundet die Erde die Sonne. Nach etwa $365 \frac{1}{4}$ Tagen erreicht die Erde wieder ihren Startpunkt, das ist unser Jahr. Um die Anzahl der Tage an den Umlauf der Erde um die Sonne anzupassen, muss man alle 4 Jahre einen zusätzlichen Tag einführen. Dieser Tag wird Schalttag genannt und wird am 29. Februar eingesetzt. Die Jahre in denen dies passiert heißen Schaltjahre. Es sind die Jahre, die durch 4 teilbar sind, also wieder 2012 und 2016.

Die Monate unseres Kalenders sind eine willkürliche Unterteilung des Jahres in 12 Abschnitte. Zwar kommen die Monate im römischen Kalender ursprünglich vom Mond her, haben im Sonnenkalender aber ihren Bezug zum Mond verloren. In unserem reinen Sonnenkalender gibt es keinen Bezug zum Mond mehr.

Der Sonnenkalender ist nützlich für die Landwirtschaft, die sich nach den Jahreszeiten richten muss, also für Bauern. Für Händler, die auch das nächtliche Licht des Mondes für ihre Reisen nutzen möchten, ist dieser Kalender, der keinen Hinweis auf die Mondphasen liefert, nicht so gut.

1.3.2 Der Mondkalender

Der Mond liefert mit seiner Gestalt am Himmel eine gute Anzeige für den Kalender (Abb. 6). Bei den meisten Kulturen beginnt der Mondmonat mit der ersten sichtbaren Mondsichel am Abendhimmel, dem so genannten Neulicht. Kennt man sich mit dem Mondgestalten aus, was nach einiger Übung leicht gelingt, kann man an der Dicke des Mondes den Tag im Monat ablesen, was sehr praktisch ist.

Um eine gewisse Übereinstimmung des Mondlaufs mit dem Sonnenjahr zu erhalten, wählt man ein Mondjahr mit 12 Monaten. Dies tut man, da es in einem Sonnenjahr rund 12 Mal Vollmond gibt. Alle 3 Jahre etwa gibt es sogar einen 13. Vollmond. Da der Mond nach rund $29 \frac{1}{2}$ Tagen wieder als Neulicht auftaucht, dauert ein Mondmonat 29 oder 30 Tage. 12 solcher Mondmonate ergeben dann 354 Tage (das sind im Vergleich zum Sonnenjahr mit 365 Tagen 11 Tage weniger).

Im Islam benutzt man heute noch einen Mondkalender mit 12 Monaten a $29 \frac{1}{2}$ Tagen und einer Jahreslänge von 354 Tagen (genau sind es $354 \frac{1}{3}$ Tage). Das führt dazu, dass der Jahresbeginn oder der Beginn eines wichtigen Monats, wie des Fastenmonats Ramadan, im Vergleich zu unserem alltäglichen Kalender jedes Jahr sich um rund 11 Tage nach vorne verschiebt. Beginnt Ramadan in einem Jahr am 30. September, kann es im nächsten Jahr schon der 19. September sein und im folgenden Jahr der 8. September.



Abb. 5: 12 Mondmonate mit jeweils gerundet 29,5 Tagen ergeben 354 Tage. Das Sonnenjahr ist mit gerundet 365 Tagen etwa 11 Tage länger. © R.Hansen / M. Wiegmann, LDA Sachsen-Anhalt.

1.3.3 Der Mond-Sonnen-Kalender

Am besten ist ein Kalender, der sowohl die Sonne als auch den Mond nutzt (Abb. 2) – einen Mond-Sonnen-Kalender. Die 11-tägige Lücke (siehe Abb. 5), die sich jedes Jahr zwischen 12 Mondmonaten und dem Sonnenjahr auftut, ist nach 3 Jahren schon auf 33 Tage angewachsen. Diese Lücke füllt man jetzt mit einem 13. Monat, dem Schaltmonat. Früher war ein solcher Kalender weit verbreitet. Heut nutzt man noch im Judentum einen Mond-Sonnen-Kalender. Durch die Berücksichtigung von Wochentagen und einige Einschränkungen der Schaltmöglichkeiten ist dieser Kalender aber recht kompliziert.

In unserem Kalender taucht der Mond auch auf – aber eher versteckt. Ostern wird gefeiert am Sonntag nach dem ersten Vollmond nach Frühlingsanfang. Es muss also erst Tag- und Nachtgleiche sein (Frühlingsanfang), dann wartet man den nächsten Vollmond ab und am folgenden Sonntag ist dann Ostern. Durch die Berücksichtigung des Mondes „eiert“ das Datum des Osterfestes etwas hin und her. Schaut man sich die Termine des Osterfestes aber genauer an, merkt man, dass meist zwei Jahre nacheinander zwischen den Osterfesten 12 Vollmonde liegen, im dritten Jahr aber sogar 13! Es werden eigentlich im christlichen Kulturkalender, der Ostern festlegt, sowohl die Sonne (über den Frühlingsanfang) und als auch der Mond (über den ersten Vollmond nach Frühlingsanfang) berücksichtigt.

Liegt nach einem Jahr der 12. Vollmond vor Frühlingsanfang wird praktisch ein 13. Monat

dazu genommen (eben dazu „geschaltet“). Nur wir nennen das nicht so, sondern nehmen den Termin einfach so hin – er steht ja im Kalender. Früher aber hatte man keine praktischen Taschenkalender oder Handys mit Kalenderfunktion. Man richtete sich nach den Gestirnen, um den Kalender zu führen. Ein Blick zum Himmel war für unsere Vorfahren in etwa das, was für uns ein Blick in unser Handydisplay ist. Wie liest man aber die Zeit am Himmel ab?

1.4 Die Plejaden

Der Mond und die Planeten laufen nicht wahllos durch die Sterne, sondern halten sich an eine Straße. Wir nennen dieses Band am Himmel den Tierkreis mit den Tierkreissternbildern. Diese „Straße“ markiert die Ebene unseres Sonnensystems, also die Ebene in der die Planeten die Sonne umkreisen. Wir könnten das Sonnensystem gut auf einer Tischplatte unterbringen. Die Planeten wären alle nahe der Eben der Tischplatte und nicht weit darüber oder darunter. Auch die Sonne läuft in einem Jahr scheinbar durch die Tierkreissternbilder, wir können dies nur nicht direkt beobachten, da wir tagsüber keine Sterne sehen können. Indirekt merken wir diese scheinbare jährliche Bewegung der Sonne durch die Sterne aber doch, indem wir in jeder Jahreszeit andere Sternbilder erkennen.

Spielen wir im Klassenzimmer einmal Sonne und Erde. Die Sonne steht in der Mitte des Raumes (sucht Euch jemanden aus der Klasse aus, der die Sonne spielt – er muss nur in der Mitte des

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

Raumes stehen bleiben – vielleicht könnte die Sonne noch eine Taschenlampe halten). Die Erde hat schon mehr zu tun – sie muss einmal im Jahr (das könnt ihr schneller machen) um die Sonne kreisen. Nun denkt Ihr Euch „Sternbilder“ aus, die die Wände der Klasse bilden, wie Tafel, Tür, Fenster und so weiter. Guckt jetzt die Erde zur Sonne, dann wäre die Erde so von der Sonne geblendet, dass man die „Sternbilder“ dahinter, z.B. Fenster, nicht sehen kann. Das Sternbild „Fenster“ steht jetzt mit der Sonne am Tageshimmel. Damit man das mit dem Blenden wirklich glaubt, kann die Sonne die Taschenlampe (bitte keine so starke Taschenlampe nehmen!) auf die „Erde“ richten. Geht die Erde jetzt halb um die Sonne herum (1/2 Jahr!), dann guckt die Erde in Richtung Sonne auf andere Sternbilder, das „Sternbild“ Fenster ist jetzt aber von der Erde aus auf der anderen Seite der Sonne, und so gut zu sehen. Während die Erde um die Sonne kreist, überblendet die Sonne immer die Sternbilder (die „Sonne“ folgt mit der Taschenlampe der „Erde“, dann ist es anschaulicher), die „hinter“ ihr stehen. Diese Sternbilder nennt man am Himmel eben die Tierkreissternbilder. Auch die Planeten und der Mond laufen durch den Tierkreis, nur dies können wir, im Gegensatz zur Sonne, direkt sehen.

Es gibt Tierkreissternbilder, die man leicht erkennen kann, zum Beispiel den Stier. Er hat ein V aus Sternen (den „Stierkopf“), am Ende des einen V-Strichs steht ein schön roter Stern (das „Auge des Stieres“). Zum Stier gehört für uns heute (welche Sternbilder man früher hatte, wissen wir nicht genau) das Siebengestirn, auch Plejaden genannt. Man darf sich an dem Namen Siebengestirn nicht stören, schon die Griechen und die Babylonier haben die Plejaden als Siebengestirn bezeichnet, obwohl man selten ge-

nau 7 Sterne dort erkennt. Es sind eher 6, oder bei gutem, dunklem Himmel auch mal 8, 9 oder 10 (selten sogar noch mehr). Im Fernglas (das lohnt sich einmal aus zu probieren) sind es sogar noch viel mehr – aber in der Bronzezeit gab es noch keine Ferngläser. Die Zahl 7 bedeutete für die Babylonier und Griechen so etwas wie „Viele“, was ja auch gut passt.

Diese Plejaden sind die auffälligste Sterngruppe, die dicht gedrängt am Himmel erscheint.

Heute fallen die Plejaden in der Großstadt mit der ganzen künstlichen Beleuchtung kaum auf. Aber früher, wo nur der Mond den nächtlichen Himmel aufhellen konnte, waren die Plejaden sehr auffällig. Sie sind damals weltweit eigentlich allen Menschen aufgefallen. Egal wo wir auf der Erde gucken, die Plejaden sind in allen Kulturen bekannt. Auch bei Völkern, die sich sonst mit dem Himmel eher wenig beschäftigen und kaum Sternfiguren kennen – die Plejaden werden beachtet! Das

liegt zum einen daran, dass sie wirklich unter dunklem Himmel sehr auffällig sind und auch daran, dass sie an der Bahn von Mond und Planeten liegen – im Tierkreis. Sie bilden auf dieser Bahn eine auffällige Station.

Die Plejaden werden auch meist als Kalendersterne benutzt, um zum Beispiel verschiedene Jahreszeiten anzuzeigen.

1.4.1 Mond und Plejaden

Die Plejaden bilden am Himmel also eine wichtige Marke auf der „Straße“ des Tierkreises. Auch der Mond kommt knapp einmal im Monat an den Plejaden vorbei. Dabei hat er aber im-



Abb. 6: Eine schmale abnehmende Mondsichel.
© Rahlf Hansen

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

mer eine etwas andere Gestalt – woher kommt das? Der Mond hat kein eigenes Licht sondern erhält sein Licht von der Sonne. Die eine Seite des Mondes ist hell, die andere liegt im Schatten und bleibt dunkel (wie ein Ball, den man mit einer Taschenlampe beleuchtet). Sehen wir die ganze beleuchtete Seite des Mondes, haben wir Vollmond, gucken wir auf die dunkle Seite des Mondes haben wir Neumond (den sehen wir also gar nicht). Dazwischen liegen, je nach Beleuchtung die Sichel, die Halbmonde und die „Bohnen“ zwischen Halb- und Vollmond. Steht jetzt die Sonne an verschiedenen Stellen des Tierkreises, sie wandert ja in einem Jahr scheinbar durch den Tierkreis, so verändert sich auch die Beleuchtung des Mondes bei den Plejaden. Im Frühling sehen wir den Mond bei den Plejaden eher als Sichel, im Herbst eher voll.

Dies können wir uns im Klassenzimmer leicht klar machen. Wir haben in der Mitte des Klassenraumes ja die Sonne mit der Taschenlampe und die Erde, die die Sonne umkreist. Jetzt brauchen wir noch einen Mond. Da nehmen wir einen Ball, den die Erde hält. Dieser Ball kreist um die Erde (am besten um den Kopf) herum, und zwar so, dass auch der Mond immer vor den Tierkreissternbildern steht, das sind im Klassenraum ja die Wände (wie oben als Sternbilder, z. B. „Fenster“). Wir suchen uns ein „Sternbild“ aus, z. B. Fenster, dies sollen die Plejaden sein. Vor etwa 3600 Jahren (heute ist das etwas in den Jahreszeiten verschoben) war Frühling, als die Plejaden etwa „hinter“ der Sonne standen. Das

bedeutet die Erde muss so stehen, dass die Sonne zwischen den Plejaden (= dem Fenster) und der Erde steht. Die Sonne blendet also wieder die Erde (mit der Taschenlampe – bitte nicht zu stark), so dass man das Fenster (= die Plejaden) nicht sehen kann. Hält nun die Erde den Ball (= den Mond) in Richtung Plejaden (= Fenster) stünde der Mond von der Erde aus gesehen bei den Plejaden – aber man sieht ihn nicht. Die Taschenlampe beleuchtet nämlich den Teil des Mondes der zur Sonne zeigt, die „Erde“ guckt aber gerade auf die dunkle Seite des Mondes. Im Frühling stand damals der Neumond vor den Plejaden, die man gerade am Tage auch nicht sehen konnte.

Jetzt umrundet die Erde die Sonne halb. Statt Frühling hätten wir jetzt Herbst. Das Fenster liegt von der Erde aus gesehen der Sonne gegenüber. Die Sonne blendet in diese Richtung nicht mehr, man kann die Plejaden die ganze Nacht beobachten. Hält die Erde jetzt den Mond (also den Ball) in Richtung des Fensters (= den Plejaden), dann wird der Ball von der Sonne (die Taschenlampe muss also der Erde folgen) wieder angestrahlt. Jetzt sieht man aber von der Erde aus, die ganze beleuchtete Mondseite (der Kopf der „Erde“ könnte einen Schatten auf den „Mond“ werfen, das wäre in Wirklichkeit eine Mondfinsternis, was uns aber jetzt nicht interessiert, deshalb den Ball etwas höher halten, dass er Licht von der Sonne bekommt). Es steht jetzt der Vollmond vor den Plejaden. Steht die Erde woanders, so ist nur ein Teil des Mondes



Abb. 7: Neulicht bei den Plejaden, Abb. 8: Schaltsichel bei den Plejaden. Beide: © C. Schauer, LDA Sachsen-Anhalt

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

(wieder in Richtung Fenster = Plejaden halten) zu sehen. Es ist dann eine andere Mondphase bei den Plejaden zu sehen. Im Jahreslauf stehen so nacheinander alle Mondphasen beim Mond, unterbrochen von etwa zwei Monaten, wo man die Plejaden am Tageshimmel nicht sehen kann. Dann läuft der Mond zwar auch bei den Plejaden vorbei, aber als Neumond kann man ihn auch nicht sehen.

Im alten Babylon gab es einen Kalender, in dem die Monate angegeben wurde, durch die Gestalt des Mondes bei den Plejaden. Genau einen solchen Kalender nutzt man in Teilen des Jemen noch heute für die Landwirtschaft – über 3000 Jahre später!

1.4.2 Die Schaltregel

Es ist sehr raffiniert, sich die Mondgestalt bei den Plejaden anzusehen. Zum einen sind die Plejaden die auffälligste Sterngruppe im Tierkreis und damit eine gute Marke für den Mondlauf durch den Tierkreis. Zum anderen hängt die Gestalt des Mondes mit der Beleuchtung durch die Sonne zusammen und damit von der Richtung in der die Sonne steht. Wir haben dies mit unserem Spiel Erde, Sonne, Mond im Klassenzimmer versucht uns klar zu machen. Am Himmel sieht es so aus, dass Vollmond ist, wenn sich Sonne und Mond gegenüber stehen. Das kennt man eigentlich, denn der Vollmond ist die ganze Nacht zu sehen. Er geht abends im Osten auf wenn die Sonne im Westen unter geht und versinkt im Morgen im Westen, wenn die Sonne im Osten aufgeht. Wie eine Wippe stehen sich Sonne und Vollmond gegenüber, geht der eine auf, dann verschwindet gegenüber der andere.

Mit Neumond ist das leider nicht so anschaulich, einfach weil wir den dunklen Neumond am Tage neben der hellen Sonne nicht sehen können. Wir erkennen den Mond erst als schmale Sichel, etwa zwei Tage nach Neumond. Mit diesem so genannten Neulicht beginnt der Mondmonat, wie im Islam. Das Neulicht steht dicht bei der Sonne und ist nur für kurze Zeit am Abendhimmel im Westen zu sehen, bevor er auch schon der Sonne folgt und untergeht. In den folgenden Tagen wird die Mondsichel

dicker und der Mond entfernt sich von der Sonne. Man kann eine dickere Sichel auch noch später abends sehen, wenn es schon dunkel ist. Einige haben vielleicht auch schon einmal eine dicke Mondsichel am Tage neben der Sonne gesehen. Der Mond ist so hell, dass man ihn, wenn die Sichel nur dick genug ist, auch am Tageshimmel neben der Sonne sehen kann. Am folgenden Tag ist der Mond noch etwas „dicker“ und steht weiter von der Sonne entfernt. Mit dem weiter entfernt meine ich nicht, dass er der wirklich „wegläuft“, sondern dass der Winkel zwischen Sonne und Mond größer ist. Steht der Mond der Sonne als Vollmond gegenüber sind dies am Himmel 180 Winkelgrad, steht er im „rechten“ Winkel, das sind 90 Winkelgrad, dann haben wir Halbmond. Entweder ist der Halbmond zunehmend (er steht dann am Abendhimmel und wird zu Vollmond weiter zunehmen), oder abnehmend (er steht dann am Morgenhimmel und wird zu Neumond weiter abnehmen).

Im alten Babylon gab es ja die Angabe, wie dick der Mond in jedem Monat bei den Plejaden sein sollte. Ein Monat war dabei besonders interessant, der Monat, in dem der Frühling anfängt, also nach den kurzen Wintertagen endlich die Tag- und Nachtgleiche ist. Danach werden dann die Tage länger als die Nächte.

Der Frühlingsmonat begann, wie jeder Monat, mit einer sehr schmalen Sichel, dem Neulicht. Dieses Neulicht stand damals im Frühlingsmonat bei den Plejaden (Abb. 7). In einem Mondkalender ist ein Mondjahr aber schon nach 354 Tagen, 12 Mondmonaten, vorüber. Ein Jahr später begann der nächste Frühlingsmonat damit 11 Tage früher, verglichen mit dem Frühlingsanfang also 11 Tage zu früh. Genauso verschiebt sich ja auch der Anfang des Ramadanfestes jedes Jahr um 11 Tage. Nach drei Jahren war die Verschiebung schon auf 33 Tage angewachsen. In einem reinen Mondkalender, wie dem islamischen, stört das nicht. Möchte man aber den Kalender auch mit den Jahreszeiten in Übereinstimmung bringen, dann muss man etwa alle drei Jahre einen Schaltmonat einführen. Ansonsten beginnt der vermeintliche Frühlingsmonat nach drei Jahren nicht in unserm heutigen März, sondern

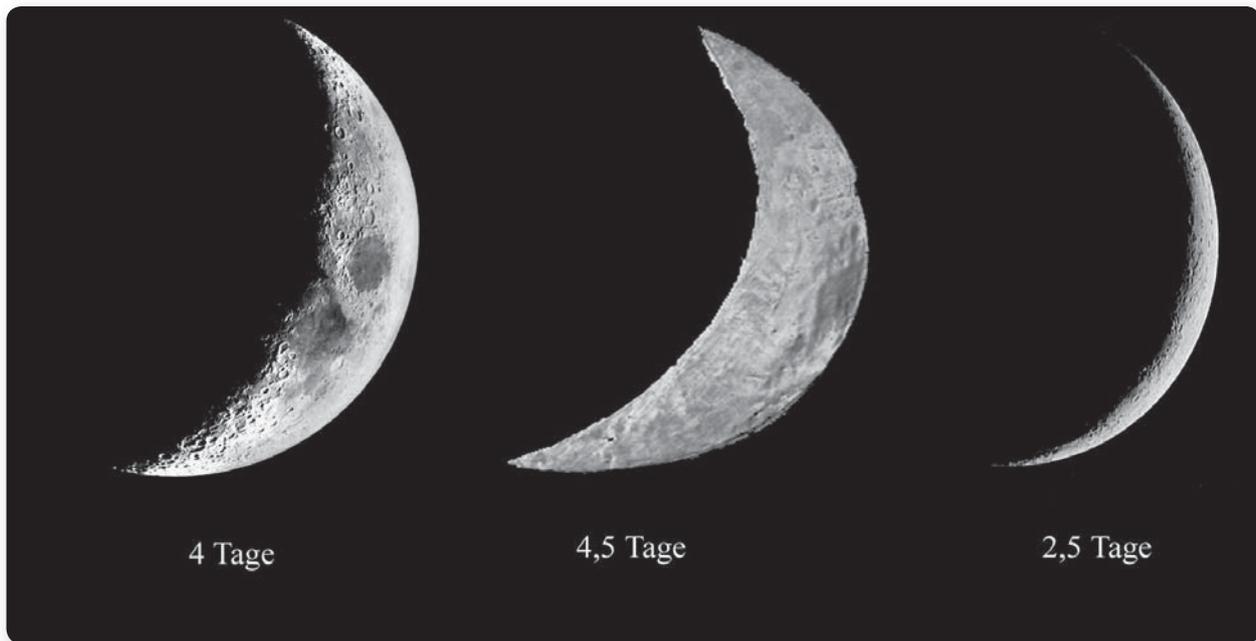


Abb. 9: Fast Schaltsichel (links), Nebra-Sichel (Mitte), Neulichtsichel (rechts). © Rahlf Hansen; Juraj Liptak, LDA Sachsen-Anhalt; Prof. Klaus-Peter Schröder; Bearbeitung: R. Hansen

im Februar, nach weiteren drei Jahren schon im Januar. Der „Frühlingsmonat“ verschöbe sich in den Winter und letztlich durch alle Jahreszeiten, wie es der Ramadan tut. Das will man in einem Mond-Sonnen-Kalender aber gerade nicht und so „schaltet“ man eben einen zusätzlichen 13. Monat ein.

Wann man diesen 13. Monat einschalten muss, hat man in Babylon am Himmel abgelesen. Man wusste, dass im Frühlingsmonat eine sehr dünne (Neulicht-) Sichel bei den Plejaden stehen muss (Abb. 7). Auch für die anderen Monate kannte man die jeweiligen Mondicken bei den Plejaden. Stand bei den Plejaden eine dicke Sichel des Mondes (etwa 4,5 Tage nach Neumond [Abb. 8]), dann war das der Monat vor dem Frühlingsanfang. Jetzt hat man einfach geguckt, wie dick die Sichel des Mondes bei den Plejaden im vermeintlichen Frühlingsmonat ist. War sie dünn war alles OK, wurde sie aber so dick wie 4,5 Tage nach Neumond (oder gar noch dicker), dann war man gar nicht mehr im Frühlingsmonat, sondern im Monat davor. Dann hat man den extra 13. Schaltmonat eingefügt (Abb. 9). Nach diesem Schaltmonat war man (was nicht erstaunt) einen Monat später und man lag wieder richtig im Frühling. Man doppelte in Gedan-

ken den 12 Monat (als 13. Monat) und begann mit der neuen Monatszählung erst einen Monat später, jetzt wieder im Takt mit den Gestirnen, was bedeutet, dass wieder eine sehr schmale Mondsichel bei den Plejaden stand.

Das ganze Jahr könnte man so durch die Dicke des Mondes bei den Plejaden abgleichen. In Babylon hat man dies aber meist im Frühling gemacht.

Die daraus abgeleitete Schaltregel bedeutet: Steht im (vermeintlichen) Frühlingsmonat eine sehr schmale (Neulicht) Sichel bei den Plejaden, dann ist alles OK, ist die Sichel aber 4,5 Tage nach Neumond dick, dann muss geschaltet werden.

Die Neulichtsichel ist maximal 2,5 Tage nach Neumond zu sehen, mit ihr beginnt ein neuer (Mond)Monat. Dies ist der erste Tag des Monats. Die 4,5 Tage nach Neumond Sichel taucht am 3. Tag nach Neulicht auf:

2,5 Tage alte Sichel nach Neumond = Neulicht = 1. Tag des Monats

1. Tag des Monats + 2 Tage = 3. Tag des Monats und damit von 2,5 Tage Sichel am 1. Tag zu einer 4,5 Tage Sichel am 3. Tag.

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

Dadurch, dass man den Monat nicht mit dem Neumond beginnt, sondern mit der ersten sichtbaren Sichel des Mondes (was Sinn macht, da man den Neumond ja nicht sehen kann), ist am 3. Tag des Monats eine Sichel zu sehen die 4,5 Tage nach Neumond ist.

In Mondmonatstagen ausgedrückt lautet die Schaltregel: Steht im Frühlingsmonat der Mond am 1. Tag des Monats bei den Plejaden, dann ist dies Jahr OK, steht der Mond am 3. Tag des Monats bei den Plejaden, dann muss geschaltet werden. Dieser Text ist uns aus dem alten Babylon überliefert.

Ich hatte, als ich die Schaltregel auf der Himmelsscheibe fand, erst einmal verstehen müssen, was da in dem babylonischem Text stand. Das nämlich der Tag im Mondmonat eine Dicke des Mondes bedeutet. Jeder Moslem versteht dies leichter, weil er in Mondmonaten denkt: 1. Tag des Monats = sehr schmale Sichel des Mondes (2,5 Tage nach Neumond), 3. Tag des Monats = dicke Sichel des Mondes (4,5 Tage nach Neumond). Das kann man verstehen, ist aber ungewohnt und damit nicht ganz einfach.

1.5 Die Himmelsscheibe von Nebra

1.5.1 Raubgräber

Die Himmelsscheibe von Nebra lag über 3500 Jahre lang in der Erde, bis Raubgräber sie fanden. Raubgräber sind Leute, die mit Metallsonden durch die Gegend gehen und nach metallischen Altertümern suchen, die sie dann sammeln oder verkaufen wollen. Für die Archäologie ist dies ein Ärgernis. Graben Laien Gegenstände aus, dann tun sie dies meist recht rüpelhaft und machen viel kaputt. So haben die Raubgräber den Rand der Himmelsscheibe eingerissen und Gold abgesplittert, als sie die Scheibe ausgruben. Neben der Scheibe gab es noch andere Funde, wie Schwerter. Mit diesen konnten die Grabräuber zunächst mehr anfangen als mit der Scheibe. Später „säuberten“ sie die Gegenstände, so wie wir eine total verdreckte Pfanne reinschrubben, was sich auch wirklich nicht gehört, da man so viel zerstört (nicht bei der Pfanne zu Hause, die darf man ruhig richtig sauber machen, aber bei

mehreren tausend Jahren alten Gegenständen muss man schon vorsichtiger sein). Später wurde die Scheibe und die anderen Gegenstände, die man mit ihr gefunden hat, mehrfach verkauft (dabei wurde sie immer teurer). Schließlich gelang es, die Hehler und Grabräuber zu stellen und zu verurteilen. Sie zeigten den Archäologen, wo sie die Scheibe gefunden hatten. Dies war ein großes Glück. Das Hautproblem bei Raubgräbern ist nämlich, dass sie meist den Fundort verschleiern. Aber gerade der Fundort und die Untersuchung des Zusammenhanges des Fundes in der Umgebung sind für die Archäologen sehr wichtig. Ohne diesen Zusammenhang könnte man zum Beispiel mit der Himmelsscheibe nichts anfangen. Sie hätte dann auch vielleicht aus China kommen können oder aus einem römischen Grab – also aus einer ganz anderen Kultur oder einer ganz anderen Zeit.

Weitere Untersuchungen konnten den Fundort aber zum Glück bestätigen. Heute befindet sich die Scheibe an ihrem rechtmäßigen Ort, im Museum für Vor- und Frühgeschichte in Halle. In der Nähe des Fundortes wurde ein extra Museum (die „Arche Nebra“) gebaut.

Der Wert der Scheibe ist nicht zu ermessen. Die Grabräuber verkauften ihren Fund für etwa 30.000 DM (das war 1999, vor der Einführung des Euro), dies entspricht etwa 15.000 €. Der Versicherungswert der Scheibe beträgt heute 100.000.000,- € (Einhundert Millionen Euro).

Die Scheibe ist in Halle im Museum hinter Panzerglas ausgestellt. Es gibt sehr genaue Kopien (die wirklich gut sind, ich hatte das Original und die Kopie in Händen). Hier kostet eine Kopie 50.000,- € (das ist der Wert der Arbeit, sie zu machen). Grobe (aber auch hübsche) Kopien der Scheibe kann man für knapp 1000,- € kaufen, was in etwa dem Materialwert entspricht (und natürlich der Gewinnspanne des Verkäufers). Schöne Poster, auf denen man jede Kleinigkeit erkennt, kosten wenige Euro.

1.5.2 Material, Aufbau, Echtheit und Alter

Die Himmelsscheibe von Nebra hat einen Durchmesser von 32 cm, was einer alten Langspielplat-

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

te entspricht, die aber kaum noch einer kennt. Sie ist etwa 2 Kilogramm schwer und besteht aus Bronze, was eben eine Mischung (Legierung) aus Kupfer und Zinn ist. Eingelegt sind verschiedene Objekte aus Gold. Sowohl vom (damals besonders) teuren Material, als auch von der kunstfertigen Verarbeitung ist klar, dass die Himmelscheibe ein sehr wertvolles Objekt war.

Man kann durch materialtechnische Untersuchungen feststellen, dass das Kupfer wohl aus den Alpen kommt, das Gold aus Südeuropa und das Zinn vielleicht auch aus Südeuropa. Diese Zuordnungen können sich durch moderne Materialuntersuchungen aber vielleicht noch ändern. Die verschiedenen weit entfernten Herkunftsorte zeigen, dass das Material wirklich sehr wertvoll war, weil es über große Entfernungen transportiert wurde.

Das Gold wurde festgemacht, indem man die Umrisse der Goldfolie der jeweiligen Objekte mit einem Meißel in die Bronze trieb. Es entstand z. B. für die goldene Kreisscheibe eine passende kreisförmige Mulde mit einem überstehenden Rand aus Bronze. In diese Form wurde das Gold gelegt und die überstehende Bronze über das Gold gehauen. Damit hält diese überstehende Bronze jetzt das Gold fest. Diese Technik wird Tauschieretechnik genannt und ist aus Mykene (Griechenland) bekannt.

Das Material der Scheibe und die Bearbeitung zeigen also weit entfernte Kontakte auf, was aber für die Bronzezeit mit ihren weiten Handelsverbindungen ja typisch war.

Die Echtheit der Scheibe ergibt sich über den grünen „Rost“, die Patina. Man kann diese Patina zwar fälschen, unter dem Mikroskop kann

man aber gefälschte Patina von echter leicht unterscheiden. Die Scheibe ist sehr alt.

Wie alt, kann man aus dem Material nicht ablesen. Es gibt auf der Welt auch keinen ähnlichen Fund, die Himmelscheibe ist einmalig. So kann man auch nicht über Stilvergleiche ihr Alter bestimmen. Das geht aber über die Beifunde, besonders bei den Schwertern. Es gibt bei solchen Objekten Moden. In jeder Zeit gab es etwas andere Schönheitsideale, das gilt auch für

Formen von Schmuck und Waffen. Die

Schwerter stammen aus dem 16.

Jahrhundert vor Christus, sind

also zwischen 3500 und

3600 Jahre alt. In den

Schwertern fand man

Reste von Birkenholz.

Bei Holz kann man

aber über eine physikalische Methode

(C-14-Methode) das

Alter bestimmen.

Man kommt auf ein

Alter von etwa 3550

Jahren, was mit dem

Alter aus dem Stilvergleich

der Schwerter gut

passt. Ist die Scheibe also

zusammen mit den Schwertern

in die Erde gebracht worden, was

sehr wahrscheinlich ist, dann ist die Scheibe

vor 3550 Jahren „begraben“ worden. Dieses

„Grab“ ist kein echtes Grab, es gab keine Leiche.

Wertvolle Gegenstände wurden damals häufig

zusammen begraben, warum genau wissen wir

nicht. Es hängt vielleicht mit der Weltvorstellung

und der Religion der Menschen damals zusammen.

Wann die Himmelscheibe hergestellt wurde,

kann man so nicht feststellen, sie kann ja lange

Zeit in Gebrauch gewesen sein.

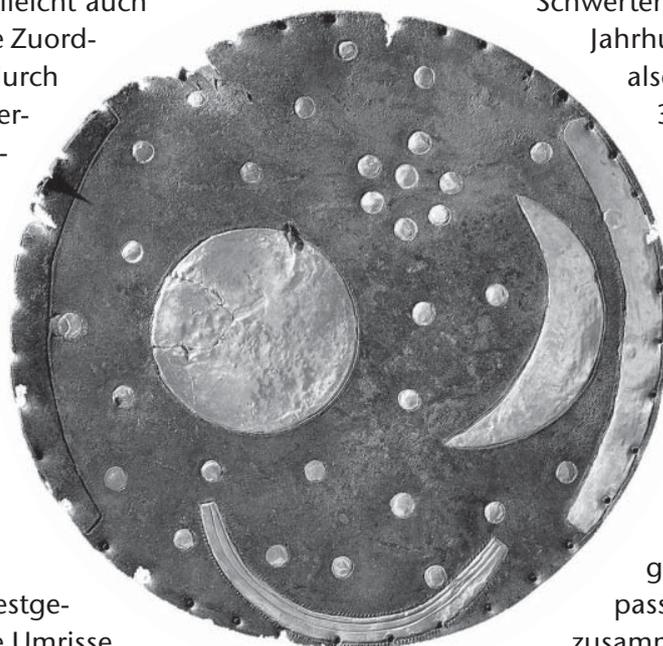


Abb. 10: Die Himmelscheibe von Nebra. © Juraj Lipták, LDA Sachsen-Anhalt

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

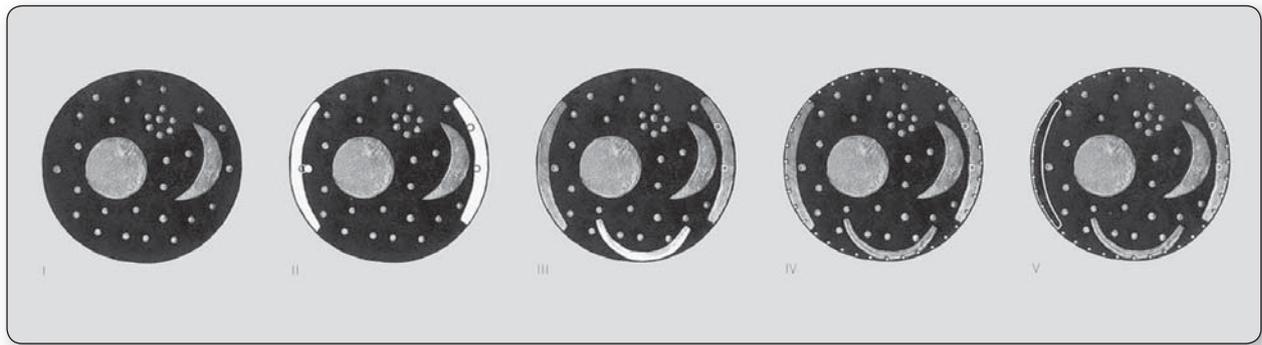


Abb. 11: Schema der Phasen der Scheibe. © C. Schauer, LDA Sachsen-Anhalt; bearbeitet von R. Hansen.

1.5.3 Die Umarbeitungen der Scheibe, die „Phasen“

Was wir bei der Scheibe sehen (siehe Abb. 10), war nicht der ursprüngliche Zustand. Das beginnt mit der Farbe. Das Grün der Scheibe kommt von dem Rost (der Patina). Ursprünglich sah die Scheibe tiefdunkel, etwas bräunlich ins rötliche gehend, aus. Sie symbolisierte damit viel besser als heute einen dunklen Himmel (was man bei Sternen und Mond auch erwartet).

Betrachtet man den Goldrand rechts (hier muss die „Barke“ unten sein), dann sieht man, dass dieser Rand zwei „Sterne“ zudeckt. Nun wird man aber nicht annehmen, dass man sich die Mühe macht, diese Sterne einzuarbeiten, nur um sie dann zu zudecken. Der Goldrand muss später aufgebracht worden sein. Links gab es auch einen Goldrand, der schon damals vor der „Beerdigung“ abgemacht wurde. Als er aufgebracht wurde fiel ein Stern ab. Er wurde daneben erneuert. Interessant ist jetzt die Goldzusammensetzung, die man sehr schonend mit einer speziellen Methode festgestellt hat. Der große Kreis, die Sichel und die Sterne (inklusive dem abgefallenen, von dem noch Rest anhängen) sind aus demselben Gold. Der Randbogen und der neu aufgetragene Stern sind aus einer anderen Goldzusammensetzung.

Die Barke wiederum ist aus einer dritten Goldzusammensetzung und wurde zu einem anderen Zeitpunkt aufgetragen. Danach wurde der Rand gelocht, schließlich ein Randbogen abgerissen und die Scheibe vergraben.

Damit ergeben sich folgende Phasen, die die Archäologen unterscheiden (siehe Abb. 11):

- I. Die Urscheibe mit großem Kreis, Sichel und 32 Sternen.
- II. Zwei Randbögen wurden aufgetragen. Ein Stern fiel ab und wurde etwas seitlich versetzt durch einen neuen ersetzt.
- III. Die Barke wurde aufgetragen.
- IV. Die Scheibe wurde am Rande gelocht.
- V. Ein Randbogen wurde abgerissen.

Achte auf den versetzten Stern! Man sieht einen leichten Buckel um ihn. Der Künstler kannte die Technik des Einlegens des Goldes nicht sehr gut. Das war bei dem Schöpfer der Scheibe zuerst auch so. Oben erkennt man den ersten Stern, den er aufarbeitete auch an einem solchen Wulst. Dann konnte er es immer besser. Dieser Künstler hatte den versetzten Stern besser aufgetragen. Damit müssen zwischen dem ersten Künstler (für die Urscheibe) und dem der 2. Phase einige Zeit verstrichen sein. Dafür spricht auch das andere Gold. Die späteren Umarbeitungen haben mit der ursprünglichen Idee hinter der Scheibe wohl nichts zu tun.

1.5.4 Die Urscheibe – die 1. Phase nach Professor Schlosser

Man meint auf der Scheibe sofort Sonne, Mond und Sterne zu erkennen (siehe Abb. 12). In dieser Art der natürlichen Darstellung ist die Himmelsscheibe in der Bronzezeit einmalig. So einfach die Objekte scheinbar zu erkennen sind, so ungewöhnlich ist dieses Bild. Gehen wir unvoreingenommen ran: Wäre die große Scheibe die Sonne, dann sähe man keine Sterne. Außerdem

müsste die Sichel zur Sonne zeigen. Ist die große Scheibe aber der Vollmond, dann gibt es wieder ein Problem: wir haben dann zwei Monde auf der Scheibe, einen Sichel- und einen Vollmond, was auch nicht gleichzeitig sein kann. Man sieht schon, die Scheibe ist kein einfaches Himmelsbild, sie will uns etwas anderes verraten – nur was?

Professor Schlosser aus Bochum, ist ein schon etwas älterer aber dafür sehr erfahrener Astronom. Er hat sich auch viel mit der Geschichte der Astronomie beschäftigt. Er hat die Himmelsscheibe als erster näher nach astronomischen Zusammenhängen untersucht. Seine Ergebnisse halte ich für hervorragend und habe sie etwas weiter entwickelt. Hier zunächst seine Ergebnisse:

Als erstes untersuchte er die Verteilung der Sterne. 7 Stück fallen sofort auf, sie bilden eine so genannte Rosette. Die anderen scheinen gleichmäßig verteilt zu sein. Dies testete er, indem er Testpersonen bat 25 Sterne so anzuordnen, dass sie möglichst gleichmäßig verteilt seien. Dabei kamen Verteilungen heraus, die dem Bild auf der Himmelsscheibe ähneln. Macht man mit dem Computer eine Zufallsverteilung, sieht es ganz anders aus, die Sterne bilden manchmal „Klumpen“, die wir sofort zu Bildern zusammen fassen würden. Das gilt auch für unseren echten Sternenhimmel. Die Sterne sind zufällig verteilt. Aus den „Klumpen“ machen wir Sternbilder. Daraus schloss er, dass der Schöpfer der Scheibe keinen konkreten Sternenhimmel meinte (dann gäbe es leicht erkennbare Sternbilder), sondern einen abstrakten Sternenhimmel, ohne konkrete Bilder. Die Himmelsscheibe stellt kein konkretes Bild des Himmels dar!

Die Rosette, die 7 Sterne, setzte er mit den Plejaden, dem Siebengestirn gleich, was bei der

Anzahl der Sterne nahe liegt. Außerdem haben wir oben erfahren, dass die Plejaden am Himmel besonders auffällig sind und dass fast alle Kulturen die Plejaden kannten und viele sie als Kalendersterne nutzten. Die Rosette mit den Plejaden zu verbinden ist nahe liegend. Als erstes hat dies übrigens Herr Richter aus dem Landesmuseum in Halle vermutet. Aus Babylon kennen wir ebenfalls solche Rosetten, die häufig auch die Plejaden darstellen.

Die Kombination von Sichelmond und Plejaden einerseits und Vollmond und Plejaden andererseits deutet er auf die Frühlings- und Herbstsituation. Wie wir oben sahen, sieht man den Mond bei den Plejaden in jeder Jahreszeit in einer anderen Gestalt. Im Herbst als Vollmond, im Frühling als Neulichtsichel. In diese Zeiten fallen auch besondere Termine für die Plejadenbeobachtung: Die Tierkreissterne (auch andere Sternbilder, aber nicht alle) verschwinden nach und nach in der

Abenddämmerung, wenn die Sonne sich ihnen auf dem Tierkreis langsam scheinbar nähert. Wir haben oben in unserem Sonne-Erde-Spiel gesehen, dass die Sonne scheinbar durch unsere Klassenzimmersternbilder wandert. In Wirklichkeit verschwinden die Tierkreissternbilder nach und nach im Westen in der Abenddämmerung, dann sind sie rund 2 Monate am Tageshimmel nicht zu sehen, und tauchen schließlich im Osten in der Morgendämmerung wieder auf.

Die Plejaden konnte man vor 3600 Jahren am 9. März (auf unseren Kalender heute bezogen) letztmalig am Abendhimmel sehen. Der Mond, der jetzt neben den Plejaden steht, ist eine sehr

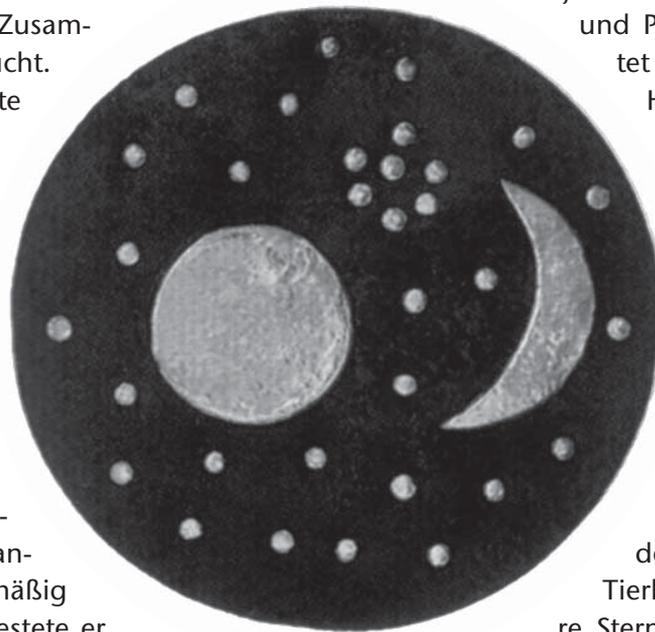


Abb. 12: Schema der Urscheibe. © C. Schauer, LDA Sachsen-Anhalt; bearbeitet von R. Hansen.

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

schmale Sichel (eine Neulichtsichel). Dann sind die Plejaden zwei Monate nicht zu sehen. Schließlich tauchen sie am Morgenhimmel wieder auf. Zunächst sieht man sie nur früh morgens. Sie gehen aber immer früher auf und man kann sie länger in der Nacht sehen. Dann gibt es einen Termin, wo die Plejaden abends aufgehen und am frühen Morgen erstmals in der Morgendämmerung sichtbar untergehen, bevor es zu hell wird. Dies war damals der 17. Oktober. Zu diesem Termin, wenn die Plejaden die ganze Nacht zu sehen sind, steht der Mond als Vollmond neben ihnen. Die Kombination Plejaden Sichelmond einerseits und Plejaden Vollmond andererseits geben recht gut zu beobachtende Termine im Sonnenjahr wieder (der 9. März und der 17. Oktober beziehen sich auf unseren Kalender, der sich nach der Sonne richtet).

Die Himmelscheibe verschlüsselt so zwei wichtige Termine im Sonnenjahr, ist also nach Professor Schlosser eine Kalenderhilfe.

1.5.5 Die Urscheibe – die Ergänzung von mir: die Schaltregel

Als ich die Deutung von Professor Schlosser kannte, diskutierte ich mit meiner Frau über die Scheibe. Sie fand, dass man auf der Scheibe noch mehr erklären sollte. Folgende Fragen blieben für uns offen:

Falls die Verteilung der Sterne keine Bedeutung hat, worin ich Professor Schlosser folge, dann könnte die Anzahl der Sterne wichtig sein. Außerdem ist der Sichelmond auf der Scheibe größer als der Vollmond, was in Wirklichkeit nicht so ist. Zusätzlich erwartet man bei der Deutung mit dem Sichelmond und dem Termin am 9. März eine sehr dünne Sichel (eben die Neulichtsichel), die Sichel auf der Scheibe ist aber viel dicker! Außerdem gibt es um den Vollmond herum noch sehr kleine Kerben, die nach außen gerichtet sind, die die Sichel nicht hat (das sieht man nur in sehr guten Bildern).

Fassen wir die Fragen noch einmal zusammen:

1. Warum gibt es auf der Scheibe 32 Sterne?
2. Warum ist die Sichel größer als der Vollmond dargestellt

3. Warum ist die Mondsichel so dick?
4. Warum hat die Goldscheibe einen geriffelten Rand?

Wie kann man das alles erklären?

Als Ausgangspunkt meiner Überlegungen diente mir die Beobachtung, dass man in Babylon auch die Plejaden in Form der Rosette mit 7 Sternen darstellte. Außerdem wusste ich, dass man die Plejaden in sehr vielen Kulturen nutzte, aber nur in Babylon einen Kalender hatte, der sich nach den Plejaden und dem Mond richtete, was wirklich sehr geschickt ist! Dazu kam die Einmaligkeit der realistischen Darstellung der Sterne und des Mondes. In anderen Kulturen sind Himmelskörper immer als Götter dargestellt. Was konnte man daraus folgern?

Ich vermutete, dass die Idee hinter der Scheibe aus Babylon stammt und das ein babylonischer Astronom (damals vermutlich Priester genannt) oder einer, der sich mit babylonischer Astronomie auskennt einen Interessenten (Händler, Kaufmann, Astronomen – was auch immer er war) aus Mitteleuropa kennen lernte und ihn seinen babylonischen fortschrittlichen Kalender erklären wollte. In Babylon gab es eine Schrift, in Mitteleuropa nicht. Wie erklärt man dem Mitteleuropäer den babylonischen Kalender und zwar so, dass der Mitteleuropäer es auch weiteren erklären kann. Der Babylonier war sozusagen der Lehrer, der Mitteleuropäer der Schüler, der aber selbst Lehrer werden sollte, aber keinen Text schreiben konnte, da er keine Schrift hatte. Wie kann man dies machen? Man sucht nach einem Bild als Erinnerungshilfe für das Gesagte, damit sich der Schüler später leichter erinnern könnte und das Wissen auch selbst weitergeben könnte. Das alles muss nicht so gewesen sein, aber so stellte ich es mir vor, als ich die Schaltregel aus Babylon (die wir oben schon hatten) in meinem Buch als Text las und mir dann überlegte, wie ich daraus ein Bild formen könnte. Das Ergebnis dieser Überlegungen ist folgendes:

Als erstes habe ich vermutet, dass die dicke Sichel auf der Himmelscheibe die Schaltsichel aus der babylonischen Schaltregel sein könnte. Das be-

deutet zu prüfen, wie dick die Sichel des Mondes am 3. Tag eines Mondmonats sein müsste. Hier kam ich auf 4,5 Tage nach Vollmond. Dies verglich ich dann mit der Dicke des Mondes auf der Scheibe. Dazu vermaß ich den Mond auf der Scheibe. Das passte beides zusammen. Der Mond auf der Himmelsscheibe entspricht der Schaltsichel der babylonischen Schaltregel.

Die Gebrauchsanweisung für die Scheibe lautet folgendermaßen: schaue im vermeintlichen Frühlingsmonat auf die Dicke des Mondes bei den Plejaden. Ist der Mond eine sehr dünne oder dünne Sichel, ist alles OK, ist die Sichel aber dick, so wie auf der Scheibe (oder sogar noch dicker), dann muss man einen Schaltmonat einlegen. Das Erinnerungsbild auf der Scheibe sind also die Plejaden als Rosette mit der dicken Mondsichel. Um hervorzuheben, dass man auf die Mondsichel achten soll, und nicht etwa auf den Vollmond, ist die Mondsichel größer als der Vollmond dargestellt.

Damit waren zwei meiner Fragen gelöst, nämlich warum die Mondsichel auf der Himmelsscheibe so dick ist und keine schmale Neulichtsichel und warum die Sichel größer als der Vollmond ist.

Kommen wir zu nächsten Frage: warum gibt es 32 Sterne?

Hierzu erinnerte ich mich an die babylonische Astronomie. Ich hatte mich früher schon mit ihr beschäftigt. In Babylon gab es ja einen Mond-Sonnen-Kalender mit den Schaltmonaten. Grundlage für diesen Kalender ist der Mondmonat. Dieser dauert 29 oder 30 Tage. Man kann nicht immer genau vorhersagen, wann das nächste Neulicht erscheint und damit der Monat beginnt. Deshalb hat man teilweise einfach in den nächsten Monat hineingezählt. Also über den 30. Tag hinaus. Dies kann zum Beispiel sinnvoll sein, wenn man wegen schlechten Wetters die Neulichtsichel gar nicht sehen konnte. Wenden wir dies auf das Beispiel unserer Schaltregel an. Wir gehen vom letzten Monat des Vorjahres aus, also dem 12. Monat. Nach 30 Tagen erwarten wir das nächste Neulicht, den ersten Tag des neuen Monats (der 30. Tag des Vormonats).

Wann aber steht der Mond bei den Plejaden? Bei der Schaltsichel erst am 3. Tag des vermeintlichen Frühlingsmonats, dies entspricht dem 32. Tag des Vormonats – deshalb gibt es auf der Himmelsscheibe 32 Sterne, für jeden Tag ein Stern. Dies ist eine zweite Verschlüsselung der Schaltregel auf der Scheibe. Die Anweisung dazu lautet: Zähle am 12. Monat die Tage, bis der Mond im nächsten Monat bei den Plejaden steht. Sind dies 30 oder 31 Tage ist alles OK, sind es aber 32 (oder mehr) dann muss geschaltet werden. Das Ergebnis ist wieder, dass die dicke Sichel des Mondes bei den Plejaden steht, nur wird dies hier anders ausgedrückt. Damit ist auch die Frage nach den 32 Sternen gelöst. Es bleibt die Frage nach der komischen Riffelung um den Vollmond herum, dazu später mehr.

1.5.6 Die 2. Phase – die Horizontbögen und das Weltbild

Um die zweite Phase (siehe Abb. 13) zu entschlüsseln hat Professor Schlosser die Randbögen genau ausgemessen. Der linke Randbogen (die „Barke“ wieder unten) ist zwar abgerissen worden, man sieht aber noch wo er aufgebracht war. Die Winkel dieser Bögen sind 82 bis 83 Grad – und zwar auf beiden Seiten gleich! Diesen Winkel kann man auf den jährlichen Sonnenlauf beziehen. Wenn Du zu Winteranfang und Sommeranfang jeweils guckst, wo die Sonne auf- und untergeht, wirst Du merken, dass das jeweils ganz woanders ist. Das kann man auf dem Schulhof zum Beispiel einmal ausprobieren. Wichtig ist dabei, einen festen Beobachtungsplatz zu haben. Für unsere geografische Breite ist es grob so, dass die Sonne im Winter im Südosten aufgeht und im Südwesten versinkt. Im Sommer steigt sie im Nordosten empor und geht im Nordwesten unter. Im Laufe eines Jahres wandert der Auf- und Untergangspunkt um fast 90 Grad! Genau im Osten auf und im Westen unter geht die Sonne nur zu Frühlingsanfang und Herbstbeginn. Dieser Winkel am Horizont ist aber abhängig von der geografischen Breite. Je weiter man in den Norden kommt, desto größer wird der Winkel. Am Polarkreis geht die Sonne dann sogar zu Sommeranfang gar nicht unter, man hat die Mitternachtssonne. Weiter im Süden ist der Winkel kleiner. Der Winkel am

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

Rand der Himmelscheibe gibt den jährlichen Sonnenlauf am Horizont für eine Breite knapp nördlich der Fundstelle der Himmelscheibe an.

Kann man dies weiter beweisen? Hierzu hat Professor Schlosser die Winkel zwischen den Horizontbögen oben und unten vermessen. Er stellte fest, dass der Winkel oben 6 Grad kleiner als unten ist. Warum ist das so? Es entspricht tatsächlich der Beobachtung: Wir sehen von der Sonne, wenn sie genau am Horizont steht nur noch ein Spiegelbild (eine Art Fata Morgana), in Wirklichkeit ist die Sonne schon versunken.

Unsere Luft bricht das Licht aber. Das ist genau derselbe Effekt, wenn man einen Strohhalm in ein halb volles Wasserglas steckt. An der Grenze zwischen Luft und Wasser ist der Strohhalm scheinbar geknickt. Diese Lichtbrechung gibt es auch in unserer Atmosphäre und hebt die Sonne am Horizont um $\frac{1}{2}$ Grad an. $\frac{1}{2}$ Grad ist aber gerade der scheinbare Durchmesser der Sonne. Steht die Sonne also am Horizont ist sie eigentlich schon weg (klingt komisch, ist aber so).

Nun geht die Sonne im Sommer nicht nur weit im Nordwesten unter, sie sinkt auch nicht sehr tief herab (weshalb die Abenddämmerung dann in die Morgendämmerung übergeht – wir haben die hellen Nächte mit der Mitternachtsdämmerung). Die Sonne geht, einfach gesprochen, nicht senkrecht unter, sondern sehr schräg. Daher sehen wir sie eine Weile am Horizont, obwohl sie eigentlich schon weg ist. Dies macht (für die geografische Breite der Scheibe) 3 Grad aus. Man sieht die Sonne also drei Grad weiter im Norden untergehen, als es ohne Lichtbrechung der Fall wäre. Beim Aufgang sind es wieder 3 Grad, die die Sonne früher (und weiter im Norden) erscheint, als erwartet. Der Winkel im Norden ist

somit 6 Grad kleiner als der im Süden. Genau diese 6 Grad sind auf der Himmelscheibe berücksichtigt – und zwar im Norden, was auf der Scheibe (wenn die „Barke“ unten ist) oben ist. Damit liegen auf der Himmelscheibe alle Himmelsrichtungen fest: Oben Norden, links Osten, rechts Westen und unten Süden.

An dieser Stelle könnte man stocken. Wieso liegt, wenn Norden oben ist Osten links? Auf Landkarten ist dies anders, da ist Norden oben und rechts Osten. Aber dies liegt daran, dass man bei einer Landkarte sich vorstellt, dass man Richtung Norden schaut.

Die Astronomen gucken aber immer nach Süden. Im Süden steht die Sonne mittags am Höchsten und auch die Sterne stehen nachts im Süden am höchsten. Die Astronomen schauen also immer nach Süden.

Stelle Dir also vor, Du schaust zunächst nach Norden: dann liegt links von Dir Westen und rechts Osten, wie auf der Landkarte. Nun

drehst Du Dich halb um, dann blickst Du nach Süden. Jetzt liegt links Osten und rechts Westen, wie auf der Himmelscheibe. So siehst Du das auch auf Sternkarten, z. B. auf der monatlichen Sternkarte, die Du von der Homepage des Planetariums in Hamburg runter laden kannst. Halte den Süden nach unten (in diese Richtung guckt man, der Horizont ist unten und darüber sind die Sterne) und wieder liegt Osten links und Westen rechts.

Was bedeutet dies aber? Auf der Himmelscheibe ist am Rand der Horizont aufgetragen, wie auf einer modernen Sternkarte. Der Horizont ist da, wo Erde und Himmel scheinbar ineinander

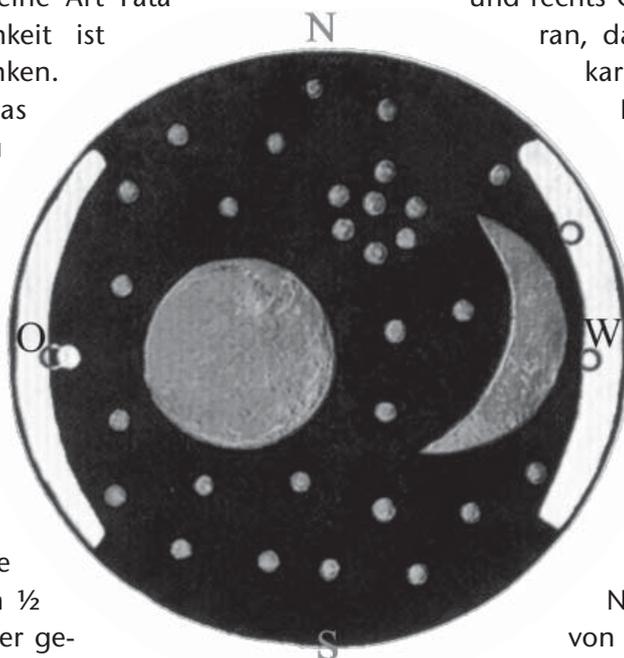


Abb. 13: Schema der 2. Phase der Scheibe mit den Himmelsrichtungen. © C. Schauer, LDA Sachsen-Anhalt; bearbeitet von R. Hansen.

übergehen. Dann kommen die Sterne dazwischen. Aber wo sind die Sterne? Sind wir mitten unter ihnen? Nein, sie schweben vielmehr scheinbar über uns, gewölbt wie eine Zeltdecke. Eine Darstellung mit einem Horizont am Rand und den Sternen dazwischen bedeutet, dass man sich einen gewölbten Himmel vorstellte. Dies scheint Dir selbstverständlich vor zu kommen, aber wir kennen dieses Weltbild erst aus der Zeit der Griechen, von dem Philosophen Thales, um 600 v. Chr. Hier aber ist genau dasselbe Weltbild schon über 1000 Jahre früher dargestellt, wenn auch in einer etwas ungewohnten Form.

1.5.7 Die 3. Phase – die Barke

Als drittes wurde eine Barke am unteren Rand der Himmelsscheibe aufgetragen (siehe Abb. 14). Die Barke sieht etwas komisch aus, damals hat man aber so eigenartige Darstellungen gehabt. Schaut man genau hin, erkennt man kleine Striche, die von der Barke ausgehen. Das sollen Ruder sein. Die beiden quer gezogenen Striche im Gold könnten eine Andeutung des Schiffrumpfes sein. Man konnte früher noch nicht perspektivisch zeichnen, so dass die Objekte teilweise etwas eigenartig aussehen. Es gibt etwa aus dieser Zeit vergleichbare Darstellungen von Schiffen.

Warum aber ein Schiff? Bisher hatten wir Mond und Sterne, die Plejaden und den Horizont – alles Dinge, die mit dem Himmel zusammen hängen. Nun ursprünglich wird man das Schiff gar nicht bedacht haben. Achte mal darauf, wie das Schiff in die Sterne gedrängt scheint. Während die Sterne von dem Vollmond und der Sichel eine Art „Sicherheitsabstand“ wahren, sind einige Sterne nahe an der Barke dran – ein guter Hinweis, dass die Barke nachträglich aufgetragen wurde. Interessant ist auch, dass die Barke auf dem Horizont sitzt. Nun stelle Dir vor Du sitzt am Meer und schaut zum Horizont. Dann kannst Du dort Schiffe sehen. Aber was soll dieses Schiff? Wir kennen aus etwas späteren Darstellungen aus Mittel- und vor allem Nordeuropa viele Schiffsdarstellungen, kombiniert mit der Sonne. Man schien geglaubt zu haben, dass die Sonne auf einem Schiff über das (himmlische) Meer fährt. Genau können wir das nicht sagen,

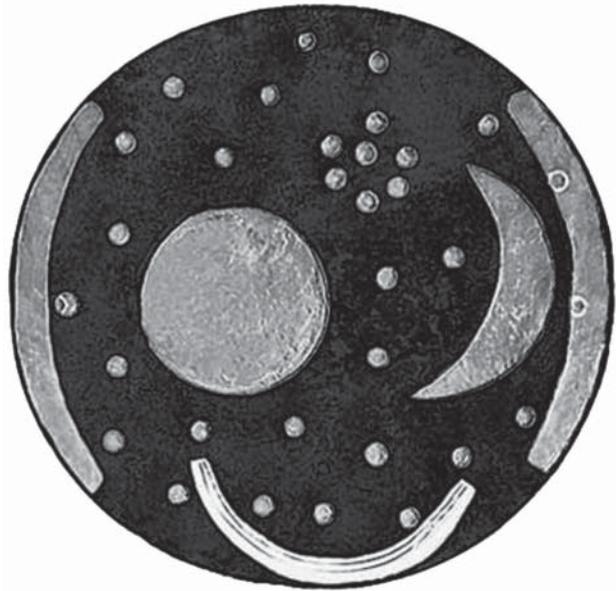


Abb. 14: Schema der 3. Phase der Scheibe. © C. Schauer, LDA Sachsen-Anhalt; bearbeitet von R. Hansen.

denn wir haben aus dieser Kultur keine Schrift, sondern nur Bilder. Diese zu interpretieren ist ohne dazugehörige Texte nicht ganz einfach.

Gehen wie in Gedanken nach Ägypten. Dort haben wir Bilder und Schrift (die Hieroglyphen). Auch in Ägypten taucht etwa in dieser Zeit (vor rund 3500 Jahren) die Vorstellung auf, dass Schiffe die Sonne transportieren. Nur ob diese ägyptischen Vorstellungen etwas mit denen im Norden zu tun haben, wissen wir nicht. Die Archäologen glauben, dass mit der Barke ein religiöses Symbol auf die Scheibe kommt, und sich dadurch ihre Funktion möglicherweise veränderte.

1.5.8 Die 4. Phase – die Randlöcher

Nachdem die Barke aufgetragen wurde, hat man Löcher am Rande der Scheibe gemacht (Abb. 15). Dazu nutzte man Meißel aus Bronze, die einen anderen Zinnanteil hatten als die Scheibe, und damit härter waren. Diese Löcher (es waren wohl 39) sind fast gleichmäßig am Rand der Scheibe verteilt. Es gibt nun Bilder, auf denen Objekte wie eine Standarte öffentlich getragen wurden. Eine Art Fahne an einer Fahnenstange. Hätte man die Scheibe auf Holz aufgebracht, hätten wenige Löcher gereicht. Aber vielleicht hat man eine Art Fahne aus stabilem

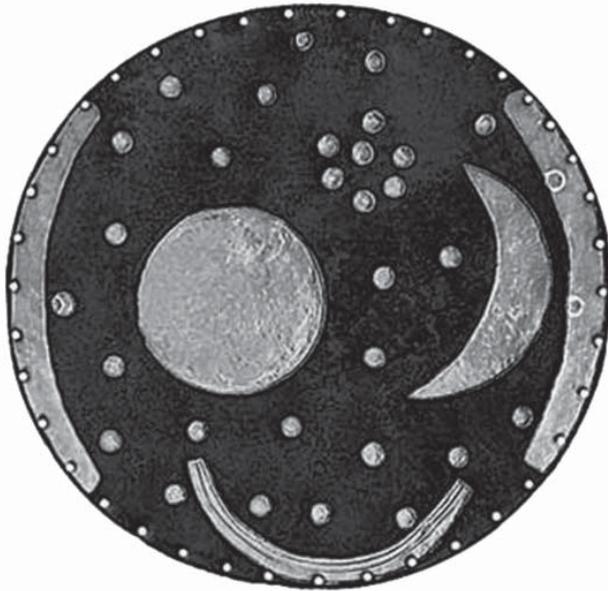


Abb. 15: Schema der 4. Phase der Scheibe. © C. Schauer, LDA Sachsen-Anhalt; bearbeitet von R. Hansen.



Abb. 16: Schema der 5. Phase der Scheibe. © C. Schauer, LDA Sachsen-Anhalt; bearbeitet von R. Hansen.

Leder benutzt. Dann hat man die Scheibe „aufgenäht“ und, wie eine Fahne öffentlich herumgetragen. Das alles sind nur Spekulationen, aber so könnten die Archäologen sich die Randlöcher erklären.

1.5.9 Die 5. Phase – das Begräbnis

Schon in der Bronzezeit hat man den einen Randbogen aus Gold abgerissen (Abb. 16). Dann wurde die Scheibe sorgsam mit anderen wertvollen Objekten vergraben. Dass man wertvolle Objekte vergrub und sie vorher unbrauchbar machte, indem man sie zerstörte oder beschädigte war damals so üblich. Man findet viele solcher „Depotfunde“, wo mehrere wertvolle Gegenstände, häufig beschädigt, vergraben wurden. Wir können aber nur spekulieren, warum man dies tat. Vermutlich haben diese teuren Objekte auch immer einen religiösen oder kultischen Bezug gehabt. Aber etwas, dass mit den Göttern in Verbindung gebracht wird, wirft man nicht einfach weg! Das geht nicht! Aber wenn man es wirklich nicht mehr braucht, weil es aus der Mode gekommen ist oder man andere Götter verehrt? Dann hat man die alten Objekte immer noch respektvoll behandelt. Um zu zeigen, dass sie alt sind und nicht mehr praktisch benutzt werden, hat man sie beschädigt. Aber dann wurden sie ehrenhaft mit teuren Be-

gleitobjekten den Göttern zurückgegeben – eben beerdigt. Ob man sich das wirklich so vorgestellt hat, können wir nicht wissen. Ohne schriftliche Zeugnisse kann man auch hier nur spekulieren. Aber aus Vergleich mit anderen Kulturen scheint diese Erklärung für die Archäologen plausibel.

1.6 Jahresbeginn und Ostern

1.6.1 Jahresbeginn in Babylon und Ostern

In Babylon hatte man ja einen Mond-Sonnen-Kalender. Die Grundlage dieses Kalenders ist der Mondlauf. Um mit dem Sonnenlauf und damit den Jahreszeiten in Übereinstimmung zu kommen, benötigt man die Schaltmonate. Wann geschaltet werden musste, las man am Himmel ab, zum Beispiel mit der oben genannten Schaltregel. Diese Schaltregel bezog sich auf den Frühlingsmonat. Der Frühlingsmonat war für die Babylonier der erste Monat des Jahres. Sie begannen das Jahr, wie viele Völker, im Frühling. Das neue Jahr wurde mit einem großen Fest gefeiert, und zwar zum Vollmond im Frühlingsmonat. Aber der Monat beginnt ja immer mit der sehr schmalen Mondsichel, dem Neulicht. Und dieses Neulicht kommt nicht immer gerade zu Frühlingsanfang. Wir kennen das bei Ostern. Zur Erinnerung: erst kommt der Frühlingsanfang, dann der nächste Vollmond und der dann

folgende Sonntag ist Ostern. Erst kommt also der Frühlingsanfang und dann der Vollmond. Aber der Vollmond kann einen Tag nach Frühlingsanfang kommen oder auch mal einen Tag davor liegen. Dann ist der erste Vollmond nach Frühlingsanfang erst rund 29 Tage später zu erwarten. Deshalb „eiert“ unser Ostern so hin und her. Das ist mit dem Neujahrsfest der Babylonier genau so gewesen.

Die Babylonier erwarteten den Frühlingsmonat, wie jeden Monat, mit der sehr schmalen Neulichtsichel. Diese Neulichtsichel sollte in der Nähe der Plejaden stehen. Die Plejaden verschwanden damals (wir sind zur Zeit der Scheibe, so vor 3600 Jahren) am 9. März (bezogen auf unseren heutigen Kalender). An diesem 9. März konnte man die Plejaden letztmals am Abendhimmel sehen. Danach waren sie für rund 2 Monate nicht zu beobachten. Damit das Neulicht mit den Plejaden zusammen zu sehen ist, musste es also der 9. März oder ein früherer Termine sein, weil die Plejaden später gar nicht mehr zu sehen waren.

Nun haben die Babylonier gerne in Zyklen gedacht. So endet der jährliche Plejadenzklus mit dem Verschwinden der Plejaden am Abendhimmel am 9. März. Der Monatszyklus beginnt mit der Neulichtsichel. Diese Neulichtsichel kann zum Beispiel am 10. März kommen, dann verpasst sie aber die Plejaden. Um mit den Plejaden zu sehen zu sein, müssen wir dann das vorangehende Neulicht (also den Monat davor) nehmen. Nehmen wir einen langen Monat von 30 Tagen an, dann sollte der vorhergehende Monat am 8. Februar anfangen. (8. Bis 28.2. sind 21 Tage und 1. Bis 9.3. sind 9 Tage, macht 30 Tage.). Der Monat, in dem eine Neulichtsichel mit den Plejaden beginnen kann, liegt irgendwo zwischen dem 8.2. und 9.3.

Der schönste Fall für die Babylonier ist, wenn der eine Zyklus beginnt und gleichzeitig der andere endet. Der beginnende Zyklus wäre der neue Monat mit Neulicht. Der endende Zyklus ist der jährliche Plejadenzklus mit der letzten Sichtbarkeit der Plejaden am 9. März (wieder vor 3600 Jahren – heute ist das anders). Trifft an

diesem Tag die Neulichtsichel auf die Plejaden, beginnt der Monat also gerade am 9. März (was nur rund alle 30 Jahre einmal passiert) dann war das für die Babylonier etwas ganz besonderes. Ich habe diese Situation „Idealsituation“ genannt. Bei der Idealsituation haben wir am 9. März Neulicht. Dies ist eine Sichel rund 2 Tage nach Neumond (irgendwo zwischen 1,5 und 2,5 Tagen nach Neumond). 12 Tage später ist Vollmond – und der 21. März (9.3 + 12 Tage = 21.3.). Das bedeutet, dass bei der Idealsituation der Vollmond auf Frühlingsanfang fiel. Und genau zu Vollmond im Frühlingsmonat haben die Babylonier das neue Jahr gefeiert. Das kam zwar nur rund einmal in 30 Jahren genau so hin, aber in der Idealsituation war es so. Und die Babylonier haben ihre Feste nun einmal nach dem Mond gerichtet. Also auch wenn der Vollmond im Frühlingsmonat nicht auf den wirklichen Frühlingsanfang fiel, wurde an diesem Tag das neue Jahr gefeiert.

Ich möchte noch kurz erwähnen, dass dieser für die Babylonier so wichtige Termin von den Juden in der babylonischen Gefangenschaft übernommen wurde für ihr Passahfest. Aus dem Termin des Passahfestes hat sich dann der Termin für unser Osterfest gebildet. Deshalb hängt unser Ostern mit Frühlingsanfang und dem Vollmond zusammen – das ist ein babylonisches Erbe!

1.6.2 Jahresbeginn auf der Scheibe

Ich gehe ja davon aus, dass die Idee für die Himmelscheibe aus Babylon kommt. Und so habe ich mir auch überlegt, warum der Vollmond auf der Himmelscheibe diese leichten Randrillen hat (das war meine 4. Frage, die noch nicht beantwortet ist). Jetzt konnte ich sie beantworten: Ich denke wieder babylonisch. In der Idealsituation von eben, am 9. März, trifft die Neulichtsichel des Frühlingsmonats die Plejaden am letzten Tag ihrer Sichtbarkeit. Dann ist am 21. März Frühlingsanfang und Vollmond. In der Idealsituation symbolisiert also der Vollmond am nächtlichen Himmel tatsächlich das neue Sonnenjahr mit dem Beginn zu Frühlingsanfang. Man könnte sagen, dass der Mond die Sonne symbolisiert. Dann aber könnte die Goldscheibe auf der Himmelscheibe sowohl den Vollmond, als

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

auch die Sonne symbolisieren. Die Goldscheibe wäre also Sonne und Mond. Die geriffelte Struktur wäre ein Hinweis auf diese Doppelbedeutung. Ich fand diese Idee zunächst eigenartig, da ich solche Doppelbedeutungen nicht kannte. Ausgehend von meiner Vermutung, dass das Wissen auf der Himmelscheibe aus Babylon kommt, suchte ich jetzt in der Fachliteratur nach solchen doppeldeutigen Darstellungen. Tatsächlich gibt es in Babylon Götterdarstellungen (und Himmelskörper werden dort gerne als Götter abgebildet) die sowohl Sonne als auch Mond sind. Später fand ich weitere solche doppeldeutigen Darstellungen. Es gibt tatsächliche Götter oder Symbole, die beides Sonne und Mond bedeuten. Ich denke, dass es auf der Scheibe genauso ist. Die große Goldscheibe ist Sonne und Mond. Damit war meine letzte Frage von oben beantwortet und ich fand, wie jetzt auch meine Frau, die Urscheibe, die erste Phase, ganz gut verstanden.

Das ist natürlich alles nur eine Interpretation, genau wissen wird man es nie können. Aber man kann versuchen diese Deutung durch weitere Objekte aus der Zeit, die man auch astronomisch / kalendarisch interpretiert, zu untermauern. Aber der Ansatz zu vermuten, dass man in Mitteleuropa mehr über die himmlischen Rhythmen wusste, als bisher angenommen, scheint uns Erfolg versprechend. Die Himmelscheibe war hierfür der Anfang und der Schlüssel.

Ob das Wissen um die Inhalte der Scheibe wirklich aus Babylon kommt, muss auch offenbleiben. Man könnte dieses Wissen auch in Mitteleuropa erzielt haben. Aber durch einen Wissenstransfer aus Babylon erscheint es mir leichter zu verstehen zu sein.

Einen Ansatz aus der Himmelscheibe, wie es weiter gegangen sein könnte, möchte ich noch vorstellen – eine letzte Interpretation der Scheibe.

1.7 Erwartungshaltung als Ausblick

1.7.1 Die Erwartungshaltung

Im vorhergehenden Kapitel behauptete ich, dass die Goldscheibe sowohl Sonne als auch Mond

sein kann. Was spricht dafür, dass die Scheibe auch die Sonne ist? Kann man das weiter belegen? Das geht tatsächlich.

Dazu etwas Rechnen: Ein Sonnenjahr dauert (gerundet, ob man das damals noch genauer wusste, kann man für Mitteleuropa eher bezweifeln) 365 Tage. Ein Mondjahr $12 \times 29,5$ Tage = 354 Tage. Die Differenz beträgt 11 Tage. Wie lange muss ich warten, bis das Mondjahr wieder im selben Monat beginnt? Oder anders gefragt, wie lange dauert es, bis ich 12 Mal geschaltet habe und damit ein zusätzliches Mondjahr eingefügt habe? Es ist dieselbe Frage wie, wann beginnt der Ramadan wieder in derselben Jahreszeit, wann ist der Ramadan einmal durch das ganze Jahr gelaufen?

Um diese Frage zu lösen, muss man berechnen, wie häufig ich 11 Tage Differenz brauche, um ein Mondjahr von 354 Tagen zu füllen. Das sind 32 Sonnenjahre mit je 11 Tagen Differenz: $32 \times 11 = 352$. Nach 32 Sonnenjahren habe ich 352 Tage Versatz, was fast einem Mondjahr entspricht. Der Fehler sind nur 2 Tage. Oder anders ausgedrückt: In 32 Sonnenjahren habe ich 33 Mondjahre.

Das kann man auch mit größeren Zahlen ausdrücken: $32 \times 365 = 11680$ und $33 \times 354 = 11682$. Die Differenz beträgt wieder nur 2 Tage.

Was bedeute das? Geht man von den genähernten Längen des Jahres von 365 Tagen und des Monats von 29,5 Tagen aus (Zahlen und Genauigkeiten, die man für die damalige Zeit gut unterstellen kann), dann sollte sich Sonnen- und Mondjahr nach 32 Sonnenjahren wieder treffen. Man erwartet damit, dass in 32 Sonnenjahren 12 Mal geschaltet werden müsste.

Diese Erwartung ist auch auf der Himmelscheibe: Wir haben 32 Sterne. Diese beziehen wir auf die Goldscheibe als Sonne (hier ist die Goldscheibe jetzt wieder die Sonne!). Das sollen 32 Sonnenjahre sein. Nun zählen wir die Goldscheibe zu den Sternen dazu und erhalten 33. Betrachten wir jetzt die Urscheibe: Was bleibt nach, wenn wir die 32 Sterne und die Sonne schon gezählt



WasserForum

Norddeutschlands größtes und
modernstes Wassermuseum

Alles über unser Trinkwasser

- Historische Wasserversorgung
- Moderne Wasserversorgung
- Wasser, Mensch, Umwelt

Billhorner Deich 2
20539 Hamburg-Rothenburgsort

Dienstags, donnerstags, sonntags
von 10.00–16.00 Uhr und nach
Vereinbarung, Tel. 040-78 88-24 83
Eintritt frei

www.hamburgwasser.de

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

haben? Nur der Mond. Jetzt beziehen wir die 33 auf das verbleibende Element, den Mond und erhalten 33 Mondjahre (siehe Abb. 17).

Die Erwartungshaltung, dass in 32 Sonnenjahren 12 Mal geschaltet werden sollte, ist auf der Scheibe vorhanden. Und in dieser Betrachtung ist die Goldscheibe auch wieder die Sonne.

1.7.2 Ausblick

Was soll aber diese Erwartungshaltung in der Praxis? Sie gibt eine Möglichkeit des Abgleichs mit der Beobachtung. In die Erwartungshaltung gehen gewisse Annahmen für die Länge von Sonnenjahr und Mondmonat ein. Diese Annahmen möchte man gerne überprüfen. Das tut man, indem man jede Schaltung, die man macht, zählt. Außerdem zählt man die verstrichenen Jahre. Die Schaltung macht man nach der Schaltregel, die auch auf der Scheibe drauf ist.

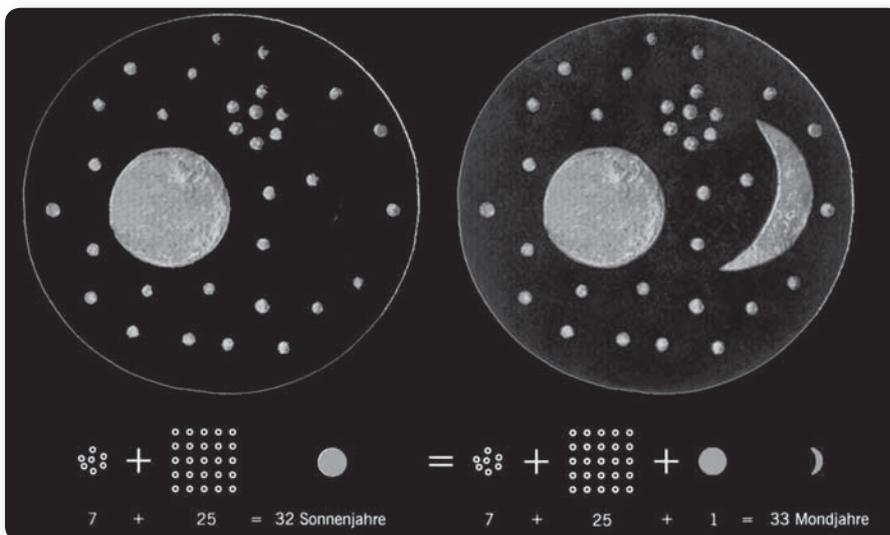
Nun stellt man zum Beispiel fest, dass man nach 32 Jahren nur 11 Mal geschaltet hätte. Da könnte man vielleicht noch an einen Fehler denken. Aber in den nächsten 32 Jahren wird wieder nur 11mal geschaltet. Dann merkt man langsam, dass die Erwartung falsch war und man sie durch eine bessere ersetzen sollte.

Wir merken auch schon, dass dies lange dauert. Viele Jahrzehnte vergehen, länger als ein Men-

schlenleben dauert es, bis man so den Kalender verbessern kann. Es ist ein Projekt über Generationen. Man muss daher das Wissen, wann man Schalten muss (Plejadenschaltregel) und die Erwartung, wie häufig man vermutet, dass man Schalten sollte, auf ein dauerhaftes Objekt übertragen. Außerdem ist dieses Wissen sehr wertvoll. Dem Wert und der Dauerhaftigkeit entspricht nun das teure, seltene aber haltbare Material der Himmelscheibe, Bronze und Gold, sowie ihre gute Verarbeitung.

Dieses finde ich, ist das Erstaunlichste. Ich suchte nach einer Bestätigung dafür, dass die Goldscheibe auch die Sonne darstellt und fand die Erwartungshaltung. Es ist nicht „nur“ einfach die Anleitung, wann man einen Schaltmonat einzuschalten hat und wie man dies am Himmel abliest, sondern mehr. Es ist ein Projekt, das in die Zukunft weist. Die Leute wollten mehr wissen, sie wollten die himmlischen Rhythmen genauer kennen. Deshalb die Erwartungshaltung, um die Praxis (wie häufig hab ich geschaltet) mit der Theorie (wie häufig glaube ich, sollte ich schalten) ab zu gleichen. Das aber ist reine Wissenschaft! Dieser Idee folgend habe ich mit meiner Frau überlegt, wie wir den Kalender weiter verbessert hätten – mit Finsternissen, aber das ist dann eine andere Geschichte.

1.8 Literatur



Dieses ist eine vereinfachte Form meiner Ideen zu der Himmelscheibe von Nebra. Die Originalarbeit ist in der Zeitschrift „Archäologie in Sachsen-Anhalt“ erschienen: Rahlf Hansen, „Sonne oder Mond? Wie der Mensch der Bronzezeit mit Hilfe der Himmelscheibe Sonnen- und Mondkalender ausgleichen konnte“ in Archäologie in Sachsen-Anhalt 4/2006 (2007) S. 289–304.

Abb. 17: Schema der Deutung der 32 Sonnenjahre = 33 Mondjahre. © C. Schauer, LDA Sachsen-Anhalt; bearbeitet von R. Hansen.

Im genannten Artikel gibt es eine Vielzahl von Literaturhinweisen. Wegen weiteren Artikeln zu möglichem astronomischen Wissen in Mitteleuropa in der Bronzezeit können sich Lehrerinnen und Lehrer an mich wenden.

1.9 Danksagung

Sehr viele Leute haben uns bei den Arbeiten geholfen. In den Artikeln danken wir Ihnen dafür. Hier möchte ich mich bei Professor R. Weiss, dem Direktor des Helmsmuseum in Hamburg-Harburg bedanken. Er hat diesen Artikel gelesen. Er ist Fachmann für Archäologie und hat speziell die Teile zur Archäologie und Geschichte überprüft.

1.10 Copyright-Hinweise

Dieser Text stammt von mir und damit habe ich auch das sogenannte Copyright. Das bedeutet, dass Niemand den Artikel, oder Teile davon, einfach nutzen darf. Zu Unterrichtszwecken dürfen Lehrerinnen/Lehrer und Schülerinnen/Schüler den Text aber gerne verwenden – aber bitte dazu schreiben, wo der Text (oder Textauszug) herkommt und meinen Namen nennen. Der Text (oder Teile davon) dürfen aber nicht kommerziell genutzt und einfach in das Internet gestellt werden. Für die Abbildungen gilt dasselbe. Die meisten Abbildungen sind nach Vorlagen von mir gestaltet, entweder von Herrn M. Wiegmann vom Landesmuseum in Halle oder von Herrn M. Kacner vom Museum für Vor- und Frühgeschichte in Berlin. Bei der Nutzung der Abbildung bitte auch die Urheber nennen. Einige Bilder habe ich übernommen und überarbeitet – auch hier bitte das richtige Copyright nennen.

1.11 Zu meiner Person

Ich bin gerade 50 Jahre alt geworden und arbeite im Planetarium Hamburg als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Das bedeutet, dass ich an der Uni studiert habe – und zwar Physik. Astronomie, also Sternkunde, kann man nur als Nebenfach zur Physik studieren. Jeder Astronom ist also eigentlich Physiker. Früher konnte man neben der Physik auch noch leicht andere Fächer studie-

ren. So hab ich aus Interesse nebenbei auch Geschichte der Naturwissenschaften, Philosophie und Alte Geschichte studiert.

Als Schüler habe ich mich schon sehr für die Sterne interessiert und früh mein erstes Fernrohr bekommen. Da man auf dem Mond am meisten sehen kann, habe ich mich besonders mit dem Mond beschäftigt. So fand ich es immer interessant zu sehen, wann der Mond am Abendhimmel erstmals auftauchte, oder wann er besonders günstig stand. Nur gucken fand ich aber langweilig, und so habe ich angefangen den Mond zu fotografieren.

Im Planetarium habe ich schon als Schüler den Besuchern vor und nach den Veranstaltungen die Sterne im Fernrohr gezeigt. Im Planetarium gibt es ja nur einen künstlichen Himmel. Da kann man tolle Dinge zeigen und erklären, aber spannender ist natürlich der echte Blick zum Himmel durch ein Fernrohr. Am liebsten zeigte ich den Mond. Außerdem gab es dort eine kleine Bibliothek von dem Kulturwissenschaftler Aby Warburg zur Geschichte der Sternkunde. Da habe ich viele Bücher zum Thema gelesen. Warburg hatte sich besonders mit der Bedeutung von Gemälden und Bildern beschäftigt. Seine Arbeiten haben mir bei der Entschlüsselung der Himmelscheibe einen wichtigen Anhalt gegeben. Dazu kannte ich die Monderscheinungen ganz gut und wusste einiges zur Astronomiegeschichte. Bei der Ausarbeitung meiner Ideen haben mir dann viele Fachleute geholfen. Die wichtigste Helferin war aber meine Frau, mit der ich, bis auf die ersten beiden Arbeiten, alle weiteren zusammen gemacht habe.

Kontakt:

Rahlf Hansen, Planetarium Hamburg

E-Mail: rahlf.hansen@planetarium-hamburg.de

2. Die Himmelscheibe von Nebra – Anregungen für den Unterricht in Klasse 4 – 7

Iris Brückner

2.1 Einführung – Kurzgeschichte

Ausgehend vom Text des Astronomen Rahlf Hansen, der die Himmelscheibe von Nebra weitgehend entschlüsselt hat, finden Sie auf den folgenden Seiten erste Vorschläge, dieses Thema in Ihren Unterricht einzubinden und mit einem, zugegeben, wissenschaftlichen und anspruchsvollen Text zu arbeiten.

Um die Schülerinnen und Schüler neugierig zu machen, hier die Geschichte des Fundes (wobei ich in meiner Klasse noch nicht vorweggenommen habe, worum es sich bei der Himmelscheibe von Nebra handelt...):

Es ist ein warmer Sommertag im Jahre 1999, an dem zwei Männer mit der Sonde eines Metallsuchgerätes den Boden im Wald auf dem Mittelberg in Sachsen-Anhalt absuchen. Die beiden sind sogenannte Raubgräber.

Sie suchen Fundstücke aus längst vergangenen Zeiten wie z.B. Pfeilspitzen, Schwerter, Schmuck, usw.. Richtig alt muss alles sein! Dass das nicht erlaubt ist und sie sich damit strafbar machen, ist ihnen klar. Sie nehmen in Kauf, dass sie, wenn sie entdeckt werden, vielleicht ins Gefängnis wandern. Sie befinden sich nämlich auf einem Gelände, welches bereits seit über zehn Jahren archäologisch untersucht wird und alles, was

dort gefunden wird, gehört dem Land Sachsen-Anhalt!

Als die beiden nach mehreren Stunden die Suche bereits aufgeben und wieder gehen wollen, entdecken sie eine verkrustete Scheibe, die etwas aus dem Waldboden ragt. Völlig unfachmännisch, ein Archäologe wäre entsetzt, graben sie die Scheibe mit einem Hammer aus. Für sie sieht es aus wie ein alter Topfdeckel. Enttäuscht und verärgert werfen sie die Scheibe wieder auf den Waldboden zurück. Trotzdem graben sie an der gleichen Stelle weiter und sie können kaum glauben, was sie nach nur kurzer Zeit entdecken: zwei Schwerter mit goldverzierten Griffen, zwei Beile, einen Meißel und zwei Armreifen. Das ist doch was!

Schnell packen sie alle Fundstücke, nun auch vorsichtshalber die Scheibe, in ihren Sack und verschwinden, bevor sie jemand entdecken kann.

Tja, und wie macht man solche Fundstücke, die man ja eigentlich gar nicht besitzen darf zu Geld? Denn das möchten die Raubgräber ja.

Sie entscheiden sich für den Verkauf mit Hilfe eines Zwischenhändlers bei Ebay! Dort verkaufen sie die Fundstücke für mehrere tausend Euro an eine Frau und ihren Kompagnon, die sich ebenfalls bewusst sind, dass das was sie tun, strafbar ist.

Sie ahnen aber, dass aus der Sache noch mehr herauszuholen ist und bieten in ihrer Gier alles dem Landesmuseum in Halle zum Verkauf an. Sie möchten noch viel mehr Geld ergattern! Allerdings haben sie die Rechnung ohne den Museumsdirektor gemacht, der so schlau ist und die Polizei über das Verkaufsvorhaben informiert.

Tja, Pech gehabt: Beim vereinbarten Verkaufsgespräch am 23.02.2002 in einem Baseler Hotel (Schweiz) werden die unrechtmäßigen Besitzer der Scheibe verhaftet und müssen sich nun vor Gericht verantworten.

Aber was hat es denn nun mit dieser Scheibe, die anscheinend sehr wertvoll ist, auf sich? Echt oder unecht? Wie alt ist sie? Welche Bedeutung haben die Zeichen auf dieser Scheibe? Was will sie uns sagen? Enthält sie eine verschlüsselte Botschaft? Das wollen wir in den nächsten Stunden herausfinden.

Um den Text von Rahlf Hansen verständlicher zu machen, finden Sie im Folgenden gezielte Fragen zum Inhalt, die nach den einzelnen Kapiteln gegliedert sind. Sie können im Plenum, in Einzelarbeit oder auch in Gruppen bearbeitet werden. Je nachdem, für welche Arbeitsweise Sie sich entscheiden, können die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse dann ebenfalls im Plenum oder auch als Einzel- oder Gruppenvorträge/Kurzreferate vorstellen.

2.2 Fragen zum Textabschnitt „Bronzezeit“

1. Von welchen drei Erdzeiten ist in diesem Textabschnitt die Rede?
Fertige eine Zeitleiste an, in der die Erdzeiten deutlich werden. Findest Du im Internet genaue Daten zu den Zeiten? Schreibe sie auf.

.....
.....
.....
.....

2. Was brauchte man, um Bronze herzustellen?

.....
.....

3. Welches Problem trat dabei auf?

.....
.....
.....

4. Schlage in einem Atlas nach und schätze folgende Entfernungen:

Südengland – Ostdeutschland:

Ostdeutschland – Tadschikistan:

Tadschikistan – Irak:

Südengland – Irak:

5. Was war das Besondere an der Bronzezeit?

.....
.....
.....
.....



Abb.: Die Schwerter von Nebra. © Wikipedia

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

2.3 Fragen zum Textabschnitt „Eine kleine Zeitreise“

1. Schreibe in Stichworten die wichtigsten Ereignisse der Zeitreise auf.
Du kannst dafür die Tabelle nutzen, wenn du möchtest.

Zeit	Wichtige Ereignisse
vor 12.000 Jahren	
8.000 Jahren	
7.500 Jahren	
7.000 Jahren	
5.000 Jahren	
4.500 Jahren	
4.000 Jahren	
3.200 Jahren	

Vielleicht hast Du einen Bernstein oder Lapislazuli, den Du zeigen kannst?

2.4 Fragen zum Textabschnitt „Kalender“

1. Was meint der Satz „Die Zeit sortieren“? Hast Du eine Idee?
Wie sortieren wir unsere Zeit und warum tun wir das?



.....
.....

2. Nach welchen Himmelskörpern richten sich vor allem die Kalender?

.....
.....

3. Welchen Kalender benutzen wir in der heutigen Zeit?

.....

4. Wie lange dauert ein Jahr und welche Besonderheit gibt es dabei?

.....
.....
.....

5. In wie viele Abschnitte ist das Jahr eingeteilt?

.....



6. Für wen ist der Kalender nützlich und warum? Finde Beispiele.

.....
.....
.....

7. Warum verschiebt sich im islamischen Mondkalender das Ramadan-Fest von Jahr zu Jahr?
Frage einen Schüler aus deiner Klasse, der nach diesem Kalender lebt, nach dem Termin des Festes vor zwei Jahren, vor einem Jahr und überlegt gemeinsam, wann das Fest in den nächsten zwei Jahren gefeiert wird.

.....
.....
.....

8. Schwierige Zusatzaufgabe!!!!
Warum wandert auch das Datum für unser Osterfest im Kalender hin und her?
Kannst Du es Deiner Lehrerin oder Deinem Lehrer erklären?

2.5 Fragen zum Textabschnitt „Die Plejaden“

1. In welchem Tierkreiszeichen befinden sich die Plejaden?

.....

2. Die Plejaden werden auch Siebengestirn genannt. Welche Bedeutung hat dieser Name?

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Abb.: Plejaden in einem Sternbild, der gestrichelte Kreis kennzeichnet die Position. © Wikipedia

3. Um Euch genauer vorstellen zu können, wie die Sache mit den Tierkreiszeichen funktioniert, könnt Ihr es im Klassenraum selbst einmal durchspielen. (vgl. S. 11, Abschnitt 1.4)

Ihr braucht dafür:

1 Schülerin oder Schüler als Sonne, möglichst mit Taschenlampe

1 Schülerin oder Schüler als Erde

ausgedachte Sternbilder für die 4 Wände eures Klassenraumes

(1. Wand z. B. Tafel, 2. Wand z. B. Fenster,.....)

Welche Sternbilder können nun von der Erde aus nicht gesehen werden und welche doch? Woran liegt es? Denke daran, dass die Erde sich um die Sonne dreht!

Probiert es aus!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.6 Fragen und Bastelanleitung zum Textabschnitt „Mond und Plejaden“

1. Zeichne die verschiedenen Mondphasen auf und beschrifte sie!

2. Basteln eines Mondphasen-Modells, welches in ein Bild eingefügt wird (siehe Beispielbild).

Folgende Dinge brauchst du:

3 DIN A4 Blätter Tonzeichenkarton, 1 Splinte, Bleistift, Malfarben, Bunt- oder Filzstifte, Lineal, Zirkel, Radierer, Schere, Nagelschere



So gehst du vor:

Falte ein DIN A4 Blatt in 4 Viertel und öffne es wieder. Dort, wo sich die Faltkanten treffen, liegt der Mittelpunkt.

Lege das Blatt auf den Zeichenkarton und markiere diesen Mittelpunkt mit der Spitze des Zirkels. Mit den anderen zwei Blättern machst du es genauso.

Durch diesen gekennzeichneten Mittelpunkt kommt später die Splinte.

Zeichne zuerst auf den Zeichenkarton eine Landschaft, eine Stadt, eine Straße,..... bei Nacht. Miss vom Mittelpunkt 7 cm nach oben, genau dort soll sich der Mittelpunkt deiner Mondscheibe befinden. Zeichne hier nun einen Kreis mit dem Radius 1,5 cm und schneide ihn mit einer Nagelschere aus. Durch diese Öffnung kannst du später die Veränderungen der Mondphasen deutlich machen.

Jetzt schneidest Du die Drehscheibe auf der Kopiervorlage II aus und faltest sie ebenfalls zu Vierteln, damit Du den Mittelpunkt erhältst. Male die einzelnen Mondphasen in einer passenden Farbe an.

Für die Fertigstellung deines Nahtbildes musst Du noch dein entworfenes Bild anmalen.

Bedenke bei der Wahl der Farben, dass es Nacht, also dunkel ist!

Nun legst du den Zeichenkarton mit deinem Bild, den mit den Mondphasen und den leeren Karton für die Rückseite aufeinander und verbindest sie mit Hilfe der Splinte.

Wenn Du an der Scheibe drehst, kannst du sehen, wie die Mondphasen sich verändern.

Vielleicht habt Ihr in Eurer Klasse Lust, anhand von nächtlichen Himmelsbeobachtungen die entsprechende Phase auf euren Bildern einzustellen.

2.7 Fragen zum Textabschnitt „Die Schaltregel“

1. Wann ist Vollmond?

.....
.....

2. Bei welchem Winkel vom Mond zur Sonne sehen wir einen Halb- oder einen Vollmond?

.....
.....

3. Wo steht der Mond, wenn er zunimmt? Wo, wenn er abnimmt?

.....
.....

4. Warum musste alle drei Jahre ein Schaltmonat eingeführt werden? Woher wussten die Menschen, wann sie dies tun mussten?

.....
.....
.....
.....



Abb.: Die Mondphasen. © Wikipedia

5. Wie lautet also die Schaltregel?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2.8 Fragen zum Textabschnitt „Raubgräber“

1. Welche Fehler haben die Raubgräber beim Ausgraben und anschließendem Säubern der Himmelscheibe gemacht? Informiere Dich im Internet oder in Büchern, wie ein Archäologe vorgegangen wäre.
2. Stelle Dir vor, Du wärst ein Archäologe und hättest die Himmelscheibe von Nebra gefunden. Schreibe einen Grabungsbericht! Überlege, was alles in einem solchen Bericht stehen muss und mache Dir vorher Notizen.
3. Der Autor des Textes ist von der Echtheit der Scheibe überzeugt. Welche Begründungen findet er dafür?
4. Versuche eine eigene Scheibe mit Hilfe der Tauschieretechnik herzustellen! Du kannst dafür Ton, Salzteig, Knete oder auch Fimo verwenden. Deine Scheibe sollte der originalen Himmelscheibe möglichst ähnlich sehen. Schau Dir vorher entsprechende Abbildungen an!
5. Wie haben die Archäologen das Alter der Scheibe herausgefunden? Anhand des Materials war es nicht zu erkennen.

Benutze für die Lösung der Aufgaben bitte ein Extrablatt.



Abb.: Beispiel eines archäologischen Profils (Augsburg, Inneres Pfaffengässchen). © A. Mößbaum, Wikipedia



Abb.: Experimentelle Archäologie, u. a. Nachbau von Alltagsgegenständen mit den damaligen Arbeitstechniken. © M. Manske, Wikipedia

2.9 Die einzelnen Phasen der Himmelscheibe

Phase 1 – Zuerst ist die Bronzescheibe als Nachthimmel mit 32 Sternen, dem Voll- und dem Sichelmond ausgestattet.

Phase 2 – Später verdeckte die Anbringung der Randbögen zwei Sterne, ein weiterer wird ersetzt, damit er sichtbar bleibt.

Phase 3 – Ein Blech unterscheidet sich durch seine Farbe und Verzierung deutlich von den übrigen Goldauflagen: der gefiederte Bogen. Er ist zwischen die Sterne gezwängt, alle übrigen Himmelskörper wahren dagegen einen deutlichen Abstand zu den Goldpunkten – dieser Bogen passt nicht ins ursprüngliche Bild.

Die Goldbleche der Gestirne, der seitlichen Randbögen und des gerillten Bogens weisen einen jeweils unterschiedlichen Silberanteil auf. Dies zeigt, dass die Goldobjekte jeder Phase aus anderem Gold hergestellt wurden. Vielleicht wurden sie auch von unterschiedlichen Personen hergestellt.

Phase 4 – Später wollte man die Scheibe anders verwenden als zuvor, deshalb wurde der Rand rundum durchlocht. Befestigt auf einem Träger, hat man das Himmelsbild vielleicht als Standarte getragen.

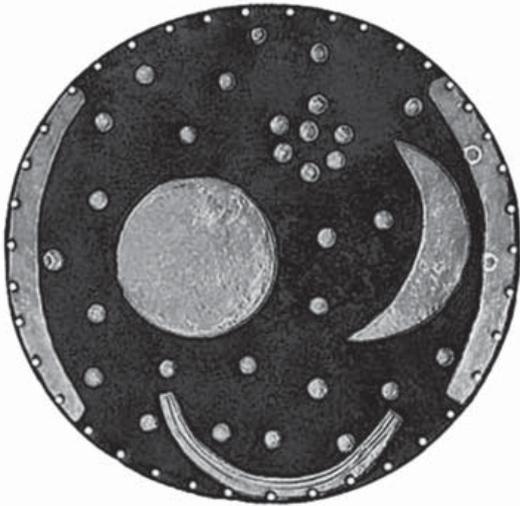
Phase 5 – Alles deutet darauf hin, dass ein Horizontbogen wohl vor der Deponierung bereits in antiker Zeit entfernt wurde.

Aufgabe:

Kannst Du anhand der beschriebenen Phasen Zeichnungen der Himmelscheiben anfertigen? Versuche es!

Du kannst allerdings auch die beschriebenen Phasen den Abbildungen auf dem Extrablatt zuordnen.

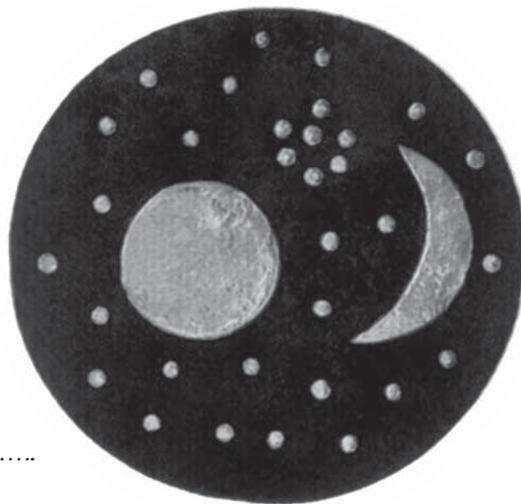
Die einzelnen Phasen der Himmelscheibe



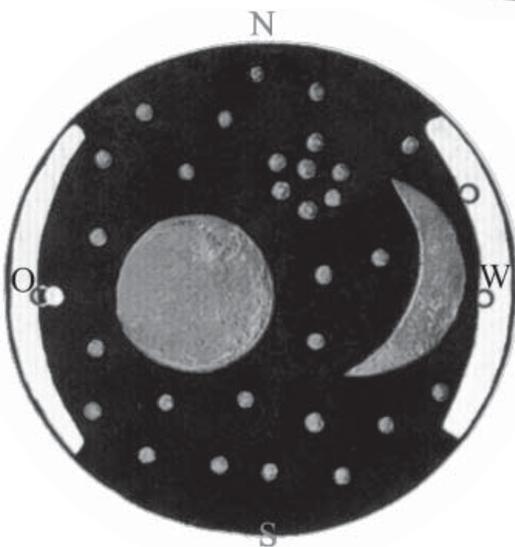
Phase:



Phase:



Phase:



Phase:

Abb.: Schemen der Phasen der Scheibe. © C. Schauer, LDA Sachsen-Anhalt; bearbeitet von R. Hansen.



Phase:

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

2.10 Bilder des Fundortes

Wir wissen nicht, wann die Himmelscheibe hergestellt wurde und wie viel Zeit zwischen den Veränderungen vergangen ist. Am Ende wird das Bildwerk um 1600 v. Chr. vergraben. Man stattete es aus wie einen Fürsten, mit goldverzierten Waffen, Werkzeug und Schmuck. Die Zeit der Himmelscheibe und ihrer Botschaft war vergangen. Man verstand sie nicht mehr oder man wollte sie und ihre Schöpfer der Vergessenheit Preis geben.

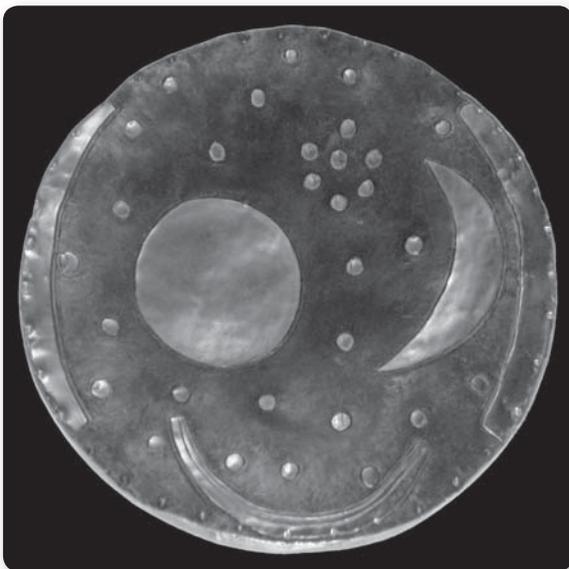


Abb.: So hat die Himmelscheibe von Nebra vermutlich während ihrer Nutzung ausgesehen.
© R. Zenz, Wikipedia



Abb.: Der Fundort. © R. Zenz, Wikipedia



Abb.: Fundort der Himmelscheibe nach Überarbeitung für Besucher (Himmelsauge). © G. Beigel, Wikipedia



Abb.: Zwei Bronzeschwerter, zwei Beile, ein Meißel und Bruchstücke von Armreifen aus dem Beifund.
© D. Bachmann, Wikipedia



Abb.: Das Besucherzentrum „Arche Nebra“.
© M. Young, Wikipedia

2.11 Vereinfachte Textversion für Klasse 4–5

Quelle: Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt,
www.himmelsscheibe-nebra.com

2.11.1 Einführung

Das Bild der Himmelscheibe verknüpft astronomische Beobachtungen mit mythischen Erklärungen. Der Nachthimmel bildet den Hintergrund. Seine Sterne sind sorgsam so verteilt, dass keine Sternbilder entstehen, nur eine Ansammlung wird deutlich hervorgehoben: die Plejaden. Sichelmond und Vollmond oder Sonne erscheinen gemeinsam. Dazu treten die goldenen Horizontbögen, die den Sonnenlauf zwischen Frühling und Herbst am Taghimmel nachvollziehen.

Das Schiff fährt zwischen den Horizonten, trägt vielleicht den Mond oder die Sonne. Es kann tags und nachts fahren, die Krümmung deutet allerdings auf einen Bug, der nach links weist – eine Reise durch die Unterwelt bei Nacht?

Über viele Jahrtausende herrschte die Meinung, dass sich über die Erde ein Himmelsgewölbe spannt, an das die Sterne geheftet sind. Mythen verschiedener Kulturkreise erzählen davon. Auch die Himmelscheibe lässt sich als Kuppel denken.

2.11.2 Die Zeit der Himmelscheibe

Die ersten Fürsten

In verschiedenen Regionen Europas bestattete man am Beginn der Bronzezeit (2300–1600 v. Chr.) einige Tote sehr prachtvoll. Sie wurden in oft gewaltigen Monumenten beigesetzt, versehen mit üppigen Gaben.

Das Totenbrauchtum stellt jedoch nur wenige Prominente heraus, Männer und Frauen. In Mit-

teldeutschland sind um 2000 v. Chr. mehrere solcher fürstlichen Gräber angelegt worden, auch der Hügel von Leubingen. Die Macht dieser Toten beruhte wohl auf dem Reichtum der Regionen, der Kontrolle des Metallaustausches und auch der Salzvorkommen an der Saale.

Die Zeit der Prachtgräber war kurz. In Mitteldeutschland sollten fast zwei Jahrtausende vergehen, bis die archäologischen Funde wieder ähnlich bedeutende Personen erkennen lassen.

Die weite Welt im Herzen Europas

Die Popularität von Bernstein, Kupfer, Zinn und Gold am Ende des 3. Jahrtausends führte zu ganz Europa umfassenden Netzwerken des Austauschs der begehrten Waren. Mitteldeutschland saß dabei im Herzen Europas wie die Spinne im Netz der Handelswege zwischen Nord und Süd, Ost und West. Zusätzlich verfügte man hier über eine sehr exklusive Ware: Salz. Der Nachweis von grober Keramik, in der Salz gesotten wurde, belegt eine Salzproduktion in Halle bereits in der Frühbronzezeit.

Der Großteil des in Mitteldeutschland in dieser Zeit verarbeiteten Kupfers kommt jedoch aus dem Ostalpengebiet. Zahlreiche Bronzen bezeugen in ihren Formen und Verzierungen fremde Einflüsse aus Irland, Skandinavien, dem Alpenraum und Ungarn. Gleichzeitig sind einzelne mitteldeutsche Metallgegenstände auch in Skandinavien, Oberitalien und Ungarn überliefert.

2.11.3 Vom Kupfererz zum Himmelsbild

Alles deutet darauf hin, dass die Himmelscheibe und die übrigen Gegenstände aus dem Hort in Mitteleuropa hergestellt worden sind. Das in der Legierung verwendete Kupfer aller Objekte stammt aus einer Lagerstätte, vermutlich



HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

im Ostalpenraum. Dort gab es um 1600 v. Chr. mehrere Kupferbergwerke, das größte von ihnen war der Mittelberg.

Wir kennen große Mengen Bronzefunde aus dem 3. und 2. Jahrtausend v. Chr. in Europa, aber nur sehr wenige Zeugnisse des Gieß- und Schmiedehandwerks. Am Beginn der Bronzezeit sind in Mitteldeutschland nur wenige kleine Tondüsen wie im Fund von Sachsenburg überliefert, aber weder Ofenreste noch Gussformen oder Werkzeuge wie Hammer und Amboss. Das Einlegen farbiger Edelmetallbleche oder Drähte in ein andersartiges Grundmaterial nennt man

Tauschieren. Zur Herstellungszeit der Himmelscheibe von Nebra war die Tauschieretechnik im ostmediterranen Raum bereits hoch entwickelt und wurde mit großer Kunstfertigkeit angewandt. Jedoch lassen sich weder die Objekte der Mittelmeerwelt noch deren Verzierungen mit den wenigen bekannten west- und mitteleuropäischen Einlegearbeiten der Früh- und Mittelbronzezeit sinnvoll vergleichen. Die Goldbleche der Himmelscheibe wurden nur an den Rändern befestigt. Mit Werkzeugen aus Hartbronze wurden Mulden in die Scheibe geschlagen, die Goldbleche darin eingelegt und anschließend durch Glatthämmern des Bronzerandes eingeklemmt.

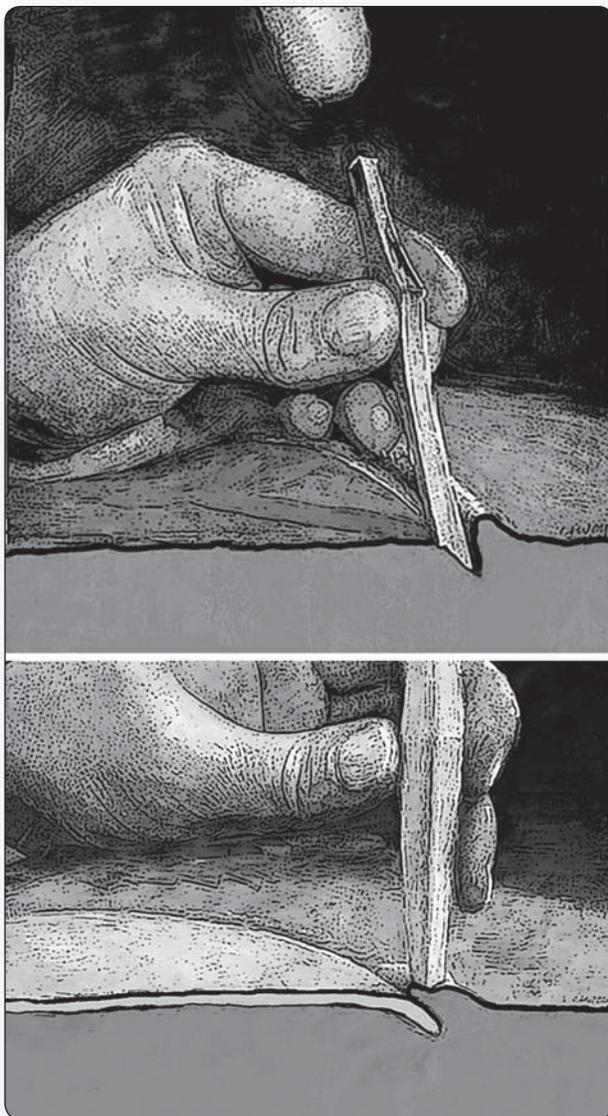


Abb.: Die Herstellungstechnik; Einschlagen der Tauschiergruben mit einem Bronzemeißel (oben); Zutreiben der Tauschiergruben und Festklemmen des Goldbleches (unten). © LDA Sachsen-Anhalt

2.11.4 Die Plejaden – die sieben Töchter des Atlas

Der einzige auf der Himmelscheibe von Nebra erkennbare Sternenhaufen ist eine Gruppe von sieben eng beieinander stehenden Goldpunkten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass hier die Plejaden dargestellt sind. Sie sind in Europa von großer Bedeutung für den bäuerlichen Kalender. Ihre letzte Sichtbarkeit am Abendhimmel im Westen am 10. März bestimmt den Beginn der Aussaat. Ihr Untergang am westlichen Morgenhimmel am 17. Oktober fällt mit dem Beginn der Ernte zusammen. Auf der Himmelscheibe sind die Plejaden am Westhimmel abgebildet, eingeschlossen zwischen Märzsichel und Oktobervollmond – eine Konstellation, wie man sie nur auf der geographischen Breite sehen kann, auf der auch Mitteldeutschland liegt. Die Himmelscheibe könnte so als idealer Kalender für Beginn und Ende des bäuerlichen Jahres benutzt werden.

*„Wenn das Gestirn der Pleiaden, der Atlastöchter,
emporsteigt,
Dann beginne die Ernte, doch pflüge, wenn sie hinabgehn;
Sie sind vierzig Nächte und vierzig Tage beisammen,
Eingehüllt, doch wenn sie wieder im kreisenden Jahre,
Leuchtend erscheinen, erst dann beginne die Sichel zu
wetzen“*
*Hesiod (8/7. Jh. v. Chr.), Werke und Tage,
Verse 383–387*

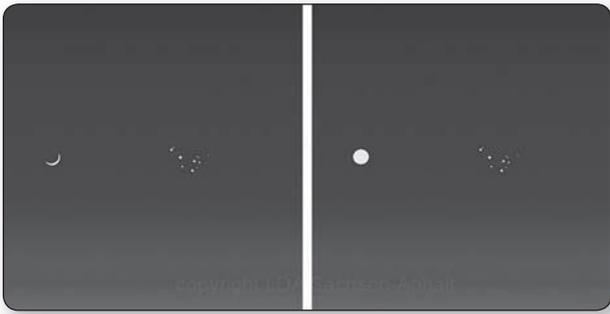


Abb. links: Letzte Sichtbarkeit der Plejaden um den 10. März (heutiger Kalender); Abb. rechts: Erster Untergang am westlichen Morgenhimmel um den 17. Oktober (heutiger Kalender). © LDA Sachsen-Anhalt

2.11.5 Die Schaltregel – die Ordnung der Zeit

Die Rhythmen am Himmel überdauern Jahrtausende: Schon zur Zeit der Himmelsscheibe gab die Sonne Tag und Jahr vor, der Mond den Monat und die Woche. Am Beginn eines neuen Monats erscheint der Mond als sehr schmale Sichel, genannt Neulicht. Um das Mondjahr mit dem 11 Tage längeren Sonnenjahr in Einklang zu bringen, fügte man Schaltmonate ein.

Aus einem babylonischen Keilschrifttext, dem *mul-apin* (7./ 6. Jh. v. Chr.), ist eine solche Regel bekannt. Diese besagt sinngemäß:

Wenn im Frühlingsmonat, mit dem das Jahr begann, eine Neulichtsichel bei dem Siebengestirn, den Plejaden, steht, dann ist dies ein gewöhnliches Jahr. Steht in diesem Monat erst am dritten Tag der Mond bei den Plejaden als eine dickere Sichel, muss ein Schaltmonat eingefügt werden.

Genau dieser Sachverhalt ist auf der Himmelsscheibe verschlüsselt. Die Dicke der Mondsichel auf der Himmelsscheibe entspricht dem Alter des Mondes in der Schaltregel.

2.11.6 Die Horizontbögen – jahrtausende altes Wissen

Bei der ersten Veränderung des Himmelsbildes wurden zwei Sterne verdeckt und ein dritter neu plaziert, um Platz für zwei goldene Randbögen zu schaffen. Sie zeigen den Horizontdurchlauf

der Sonne, der bereits seit Jahrtausenden bekannt war.

Die beiden oberen Endpunkte der Bögen markieren die Sonnenauf- und -untergänge zur Sommersonnenwende, die beiden unteren jene zur Wintersonnenwende. Mit 82° entsprechen die Winkel der Goldbögen denen des Horizontdurchlaufs der Sonne in den Breitengraden Mitteleuropas.

Mit dem Aufbringen der Horizontbögen hat man den Code der Schaltregel zerstört. Das Wissen darum war in Vergessenheit geraten oder wurde absichtlich vom Antlitz der Himmelsscheibe getilgt.

Die tägliche Wanderung der Sonnenauf- und Sonnenuntergangspunkte am Horizont nahmen die Menschen schon in der Jungsteinzeit genau ins Visier. Einen der ältesten Beweise lieferte die 7000 Jahre alte Kreisgrabenanlage von Goseck. Der Schöpfer der Horizontbögen war jedoch der erste, der diese Beobachtungen in ein zweidimensionales Bild übersetzte.

2.11.7 Die Barke – Schiffe am Horizont

Auf der Himmelsscheibe von Nebra findet sich eine Goldapplikation, die sich von den übrigen deutlich unterscheidet – die Himmelsbarke. Dieses Blech ist stärker gekrümmt als die Horizontbögen. Zwei Rillen gliedern die Form. Die



Die rekonstruierte Kreisgrabenanlage von Goseck. © LDA Sachsen-Anhalt

HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

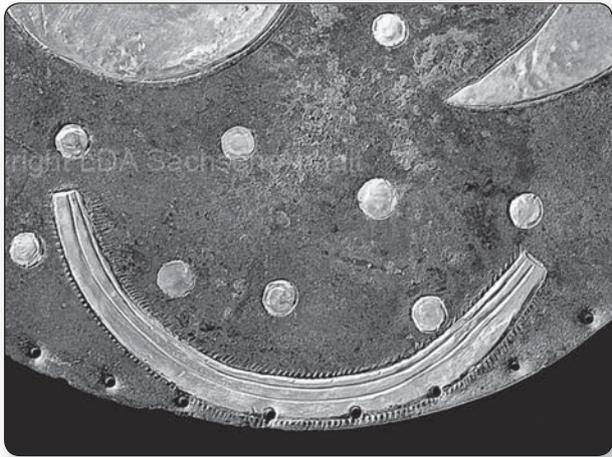


Abb.: Detailaufnahme von der Barke auf der Himmels-scheibe. © Juraj Lipták, LDA Sachsen-Anhalt

Ränder des Blechs tragen eine deutliche Fiederung. Ähnliche Strichreihen sind von späteren Schiffsdarstellungen aus der Bronzezeit gut bekannt. Sie werden häufig als Ruder oder Besatzung gedeutet. Ähnliche Schiffsbilder kennen wir auch von Bronzen aus dem Karpatenbecken und der griechischen Inselwelt. In der bronzezeitlichen Ägäis war die Idee eines Himmels-schiffes aber unbekannt. Allein die Ägypter entwickelten einen komplexen Mythos zur Tag- und Nachtfahrt der Sonne. Direkte Kontakte lassen sich aus dem Fundgut nicht ablesen. Es bleibt offen, ob die Idee der Himmelsbarke den Weg aus Ägypten in den Norden fand oder die Mythen unabhängig voneinander entstanden.

2.11.8 Naturwissenschaftliche Untersuchungen

Der Hortfund von Nebra ist wohl einer der naturwissenschaftlich am intensivsten erforschten archäologischen Fundkomplexe überhaupt. Die Untersuchungen begannen mit der Sicherstellung im Jahre 2002 und verliefen bis Ende 2007. Beteiligt waren viele anerkannte Forschungseinrichtungen. Sie umfassten die chemische und physikalische Charakterisierung des Materials mittels Röntgenfluoreszenzanalyse, Synchrotron-RFA, Röntgendiffraktometrie, Computertomografie, Isotopen/Massenspektroskopie, Metallografie, Licht- und Rasterelektronenmikroskopie u. v. m.

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf Fragen der Herstellungstechnik, der Herstellungsgeschichte, Fragen zu „Echtheit“ und Herkunft der Objekte und ihrer Rohstoffe.

Die Himmelscheibe ist ein Werk der Schmiedekunst. Der Handwerker, der die Scheibe aus einem rohen Gußkuchen aus Weichbronze auf die Größe von 32 cm Durchmesser austrieb, hatte mit Schwierigkeiten zu kämpfen. Doch er wußte sich zu helfen, kannte bereits technologischen Kniffe.

Mit Metalleinlagen versehen, stehen die Funde von Nebra auch in technologischer Hinsicht im mitteleuropäischen Raum nahezu einzigartig da. Wie die Scheibe aus einem Rohling geschmiedet wurde, die Einlagen eingebracht und was sie von den etwas jüngeren Schwertern unterscheidet.

Die Himmelscheibe ist nicht in einem Arbeitsgang entstanden. Immer wieder wurde sie verändert, die verschiedenen Handwerkergenerationen hinterließen ihre jeweils eigene Handschrift auf dem Kultobjekt. Es sollte wohl immer wieder den veränderten rituellen Bedürfnissen und sich ändernden Weltbildern angepasst werden.

Der Hortfund von Nebra besteht aus ca. 4 kg Bronze und 50 g Gold: eine beachtliche Menge. Woher stammte das Material? Kupfervorkom-

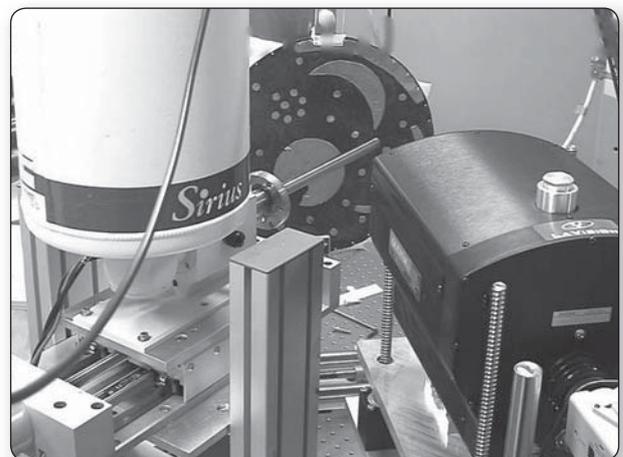


Abb.: Die Himmelscheibe wird im Berliner Synchrotron-Elektronen-Speicherring untersucht. Ziel sind chemische Informationen über die Zusammensetzung der Goldbleche. © LDA Sachsen-Anhalt

men gibt es in der Region, doch die Forschungsergebnisse verweisen auf eine andere Quelle und einen ausgedehnten Fernhandel. Die Spuren gehen ins europäische Ausland, nach Österreich und Rumänien.

Ist der Hortfund echt oder eine moderne Fälschung? Wie können sich Wissenschaftler über Alter und Herkunft des sensationellen Fundes so sicher sein?

2.11.9 Echt oder unecht?

Die Scheibe muss ins Labor

Fast zwei Dutzend Untersuchungen hat Museumsdirektor Meller seit dem Frühjahr 2002 in Auftrag gegeben, um alle Zweifel auszuräumen. Mit Mikroskopen rücken die Forscher der Himmelscheibe bis auf Tausendstel Millimeter genau zu Leibe. Sie untersuchen sie mit Röntgen-, Laser- und Protonenstrahlen. Es wird sogar eine detailgetreue Kopie mit Werkzeugen hergestellt, die es in der Bronzezeit gab, um die alten Herstellungstechniken nachzuvollziehen.

Zu 99 Prozent echt

Trotzdem sagt Meller: „Mit absoluter Sicherheit ist die Echtheit eines solchen Fundes nicht zu beweisen.“ Vor Gericht stellen Experten die Ergebnisse ihrer Bodengutachten vom angeblichen Fundort dar. Chemiker erzählen, was die Bronze und „Patina“, also der grüne Belag, über das Alter der Scheibe aussagen. Es wird ermittelt wie in einem Mordfall. Am Schluss sind sich die Gutachter einig: die „Himmelscheibe“ sei zu 99 Prozent echt.

Zweifler meldet sich zu Wort

Das sieht Peter Schauer, Professor für Vor- und Frühgeschichte an der Universität Regensburg in Bayern, ganz anders. Er hält den Jahrhundertfund für eine relativ neomodische Fälschung: „Ich habe dafür ein gewisses Auge.“ Ähnliche Himmelsdarstellungen kenne er von Schamanentrommeln aus dem 19. Jahrhundert. Die Löcher im Scheibenrand könnten mit einer Handzange gestanzt worden sein. Ein solches Werkzeug kannte man aber vor 3600 Jahren noch nicht.

Fragen bleiben offen

Was andere Archäologen als handwerkliche Sensation feiern, nämlich das Einarbeiten der Goldbleche in die Bronzescheibe, nennt Schauer bloß „abwegig“. Seines Erachtens sei nur sicher, dass die Scheibe älter als 100 Jahre ist. Zu diesem Ergebnis kam auch der vom Gericht bestellte Experte. Sie sei auf jeden Fall älter als 100 Jahre – aber ob sie 3600 Jahre alt sei, könne niemand beweisen.

Streit und Zwietracht

Der Jubel über die Entdeckung der „Himmelscheibe“ ist also erbitterten Streitereien gewichen: Archäologen versuchen sich gegenseitig zu widerlegen. Hehler beschuldigen den jeweils anderen, um selber straffrei zu bleiben. Sogar das Land Sachsen-Anhalt brach einen Streit vom Zaun, indem es sich die Vermarktungsrechte an der Himmelscheibe sicherte - gegen Nebra und dessen Kreisstadt Quedlinburg.

Scheibe wieder vergraben?

Seither darf beispielsweise niemand ein Bild der Himmelscheibe drucken, ohne vorher die – kostenpflichtige – Genehmigung des Landes eingeholt zu haben. Ein Münchener Buchverlag wurde bereits verklagt, weil er die Himmelscheibe auf dem Umschlag eines Krimis veröffentlicht hatte. – Was wäre der Welt vielleicht erspart geblieben, wenn die Himmelscheibe heute noch unentdeckt im Erdreich des Mittelberges verborgen wäre? Zum Weiterlesen:

Linktipps zum Thema:

Offizielle Webseite mit vielen Infos und interessanten Fotos, www.himmelscheibe-nebra.com; Wikipedia-Artikel; http://de.wikipedia.org/wiki/Himmelscheibe_von_Nebra

2.12 Vorlagen für einen Unterrichtseinstieg

Um es Schülern und Lehrern bei diesem komplexen und nicht immer einfachen Thema möglich zu machen, gemeinsam zu entscheiden, was über die Himmelsscheibe von Nebra erfahren werden soll, habe ich Fragekärtchen vorbereitet, die nach Wichtigkeit für die Schülerinnen und Schüler in folgende Kategorien eingeteilt werden können:

1. Das möchte ich unbedingt wissen!
2. Wenn wir noch genügend Zeit haben interessiert mich das auch.
3. Das interessiert mich gar nicht.

Im Plenum werden die Kärtchen (die verkehrt herum auf dem Boden liegen) dann von den Schülerinnen und Schülern gezogen und es wird gemeinsam entschieden, in welche Kategorie sie gehören. (Leerkärtchen für eigene Vorschläge)

*Im Deutschunterricht
schreiben wir Gedichte
zu Sonne, Mond
und Sternen.*

*Wir fotografieren Dinge,
die aus Bronze sind.*

*Warum war eine gute Ernte
für die Menschen vor
3000 Jahren so wichtig?*

Vorlagen für einen Unterrichtseinstieg

*Was macht ein Archäologe?
(Beruf, Ausbildung,...)*

*Welche Bedeutung hat die
Scheibe von Nebra?
Was ist auf ihr zu sehen?*

*Wie werden archäologische
Funde sachgerecht geborgen?*

*Wir informieren uns über
folgende Berufe: Bergmann,
Schmied, Bleigießer*

*Wir möchten gerne in ein
Museum gehen und uns
dort informieren.*

*Woher weiß man, wie alt
die Scheibe ist?*

*Wir suchen anhand einer
Karte einen Schatz auf dem
Schulhof oder einem Gelände
in der Nähe.*

*Wie wird ihre Echtheit begründet?
Welche Beweise werden dafür
genannt? Sind alle Wissenschaftler
der Meinung, dass die Scheibe
echt ist?*

Vorlagen für einen Unterrichtseinstieg

Wir fertigen Scheiben aus verschiedenen Materialien (Ton, Blech, Tonkarton, Salzteig,...) an.

Wir bauen eine beleuchtete Scheibe mit Hilfe eines Stromkreises.

Aus welchen Materialien besteht die Himmelsscheibe von Nebra?

Welche Dinge der heutigen Zeit bestehen aus diesen Materialien?

Lege ein kleines Lexikon zur Himmelsscheibe an, in dem du wichtige Begriffe erklärst.

*Wie werden in der heutigen Zeit Botschaften zum Erhalt der Erde/ Menschheit für unsere Nachfahren weitergegeben?
Was wäre eine wichtige Botschaft?*

Gestalte einen Alien-Kalender!

Gestalte deinen eigenen Kalender. Es gibt dabei kein Richtig oder Falsch!

2.13 Anregungen zur praktischen Umsetzung im Unterricht

- Übungsgrabungen mit entsprechenden Geräten auf dem Schulgelände (evtl. Museum ansprechen)
- auf dem Schulhof oder in der näheren Umgebung eine Nachbildung der Scheibe vergraben und mit Hilfe einer Karte suchen lassen
- evtl. Klassenfahrt in die Jugendherberge nach Nebra planen, dort Besuch der „Arche Nebra“ mit Programm
- Scheiben aus verschiedenen Materialien herstellen: Ton, Blech, Folie, Tonkarton, Zinn, Salzteig,.....
- Herstellen von beleuchteten Himmelscheiben: Scheiben aus Blech oder Holz bauen, Himmelskörper durchstechen oder bohren, und von hinten mit Hilfe einer Glühlampe und einem selbst gebauten Stromkreis beleuchten
- Bau von Sonnenkalendern
- Himmelsbeobachtung: Sternenjahruhr – wann sehe ich was am Himmel?
- Zeitreise in die Vergangenheit, Rollenspiel
- Diskussionsrunde: Argumente für und gegen die Echtheit der Scheibe nennen
- Warum ist die Scheibe vergraben worden? Schreiben einer Fantasiegeschichte
- Gedichte zu Sonne, Mond und Sterne



2.14 Gedichte

Der Mann im Mond

(Mascha Kaleko)

*Der Mann im Mond hängt bunte Träume,
die seine Mondfrau spinnt aus Licht,
allnächtlich in die Abendbäume,
mit einem Lächeln im Gesicht.*

*Da gibt es gelbe, rote, grüne
und Träume ganz in Himmelblau.
Mit Gold durchwirkte, zarte, kühne,
für Bub und Mädels, Mann und Frau.*

*Auch Träume, die auf Reisen führen
in Fernen, abenteuerlich. –
Da hängen sie an Silberschnüren!
Und einer davon ist für dich!*

Gesang der Elfen

(Johann Wolfgang von Goethe)

*Um Mitternacht,
wenn die Menschen erst schlafen,
dann scheint uns der Mond,
dann leuchtet uns der Stern;
wir wandeln und singen
und tanzen erst gern.*

*Um Mitternacht,
wenn die Menschen erst schlafen,
auf Wiesen, an den Erlen
wir suchen unsern Raum
und wandeln und singen
und tanzen einen Traum.*



Der Abendstern

(Hoffmann von Fallersleben)

*Du lieblicher Stern,
Du leuchtest so fern.
Doch hab' ich dich dennoch
Von Herzen so gern.*

*Wie lieb' ich doch dich
So herzlich!
Dein funkelndes Äuglein
Blickt immer auf mich.*

*So blick' ich nach dir,
Sei's dort oder hier:
Dein freundliches Äuglein
Steht immer vor mir.*

*Wie nickst du mir zu
In fröhlicher Ruh!
O liebliches Sternlein,
O wär' ich wie du!*

Der Philosoph und die Sonne

(Matthias Claudius)

*Du edler Stern am hohen Himmelszelt,
Du Herr und König deiner Brüder!
Du bist so gut gesinnt – du wärmest uns die Welt,
Und schmückst mit Blumen uns das Feld,
Und machst den Bäumen Laub, den Vögeln bunt
Gefieder;
Du machst uns Gold, das Wunderding der Welt,
Und Diamant, und seine Brüder;
Kömmst alle Morgen fröhlich wieder,
Und schüttest immer Strahlen nieder –
Sprich edler Stern am hohen Himmelszelt,
Wie wachsen dir die Strahlen wieder?
Wie wärmest du? Wie schmückst du Wald und
Feld?
Wie machst du doch in aller Welt
Dem Diamant sein Licht, dem Pfau sein schön
Gefieder?
Wie machst du Gold?
Sprich liebe Sonn', ich wüßt' es gern.
Die Sonne Weiß ichs? Geh, frage meinen Herrn.*

Die Sonne

(Roman Herberth)

*Die Wolken hat der Wind vertrieben.
Die Sonne lacht sich einen Ast.
Es gäbe Gründe, sie zu lieben.
Doch bitte Vorsicht, aufgepasst.*

*Am Abend lässt sie sich nicht blicken.
Und weilt an einem fernen Ort.
Wo fremde Uhren anders ticken,
bei Hausmusik und Leistungssport.*

*Sie ist ein netter Zeit-Begleiter.
Verlässlich ist sie leider nicht.
Doch wenn sie strahlt, dann strahlt sie heiter.
Ein Sonnenstrahl wärmt mein Gesicht.*

*Erfreulich sind die Sonnentage.
Zur Liebe hat es nicht gereicht.
Und das Warum? ist nun die Frage:
„Weil sie sich oft von dannen schleicht!“*

Der Mond

(Hoffmann von Fallersleben)

*Der Mond zieht durch die Wolken,
Er kommt so hell heran.
Ihr Kinder, eilt ins Freie!
O seht den Mond euch an!*

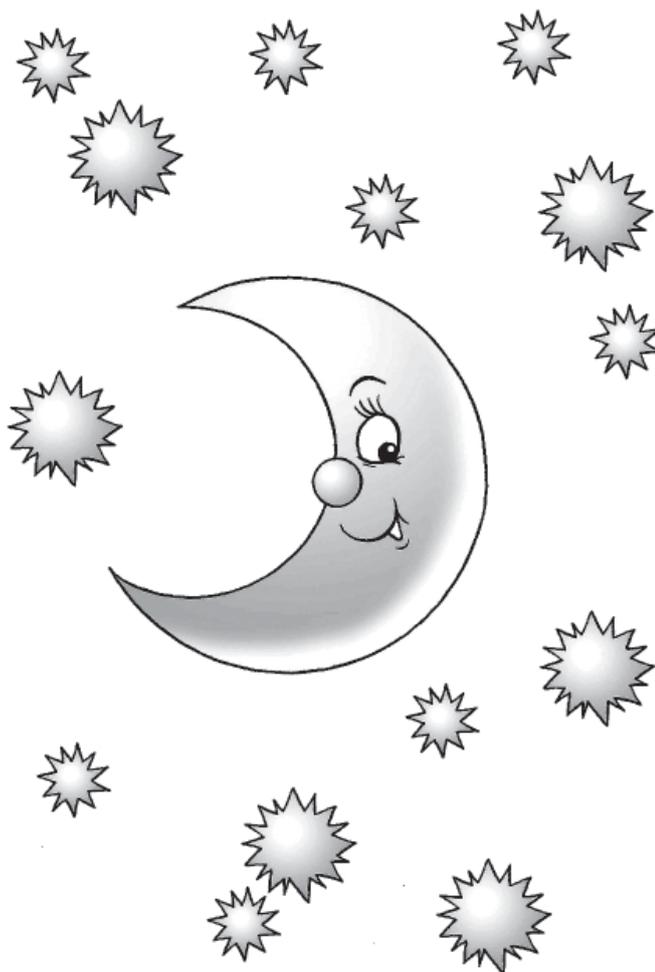
*Da streckt das kleinste Knäbchen
Die Arm' hinaus gar weit,
Den Mond, den Mond will's haben,
Nach ihm es weint und schreit.*

*Ich kann ihn dir nicht geben,
Auch wenn du größer bist,
Kann ich kein Glück dir geben,
Das nicht auf Erden ist. –*

*Denk' bei dem goldnen Monde,
Der hoch am Himmel schwebt,
Dass Niemand hier auf Erden
Unmögliches erstrebt.*

Anregungen:

- evtl. Fantasiereise zu meditativer Musik zum Mond machen lassen
- Bild von Himmelscheibe zeigen, auf Mond hinweisen
- Fantasiefiguren malen lassen: Mondmann und Mondfrau. In Bäume Texte mit Träumen aufhängen.
- Musik: Mondscheinsonate von Beethoven, Claire de Lune von Debussy
- malen eines eigenen Traumes und das Ergebnis dann an einen gemeinschaftlichen Traumbaum hängen
- Welche Träume hatten die Menschen zur Zeit der Himmelscheibe? Ähnliche wie du heute?



HIMMELSSCHEIBE VON NEBRA

2.15 Literatur

Text- und Bildmaterial der Seiten 41 – 45 mit freundlicher Genehmigung des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt – Landesmuseums für Vorgeschichte in Halle.

Vorlese- / Lesebücher:

- Oelemann, Ch.: Sponki, der Schüler aus dem All, Thienmann Verlag 2003
- Hauenschield, L.: Leselöwen Wissen. Weltraumwissen, Loewe Verlag 2006
- Beck, M.: Lesefix Wissensdetektive. Geheimauftrag Raumstation, Giordolino Verlag 2008
- Sheldon, D.: dtv junior. Mein Bruder, der Außerirdische, dtv 1999, 8+
- Franz, C.: Lulu aus dem All, Carlsen Verlag 2002, 8+
- Klein, M.: Der kleine Dings aus dem All, Ravensburger Verlag 1998, 7+
- Klein, M.: Der kleine Dings ist verliebt, Ravensburger Verlag 1998, 7+
- Poskitt, K.: Wahnsinns Wissen. Die unendliche Welt der Planeten, Loewe Verlag 2003

Sachbücher:

- Maier, O.: Die Welt entdecken. Start ins Weltall, Ravensburger Verlag 2005, 8+
- Wittenberg, Ch.: Schau mal. Weltall, Verlag DK 2007 (Seiten aufklappbar)
- Hehner, B., Ruhl, G.: Auf dem Mond, Verlag an der Este 2008, 9+
- Was ist was. Planeten und Raumfahrt, Tessloff Verlag 2001
- Dr. Deiters, S., Piorkowski, M.: Fragen und Antworten. Das Weltall, Sonderausgabe der Planet Medien AG
- Dyer, A.: Mission Mond, Oettinger Verlag 2009, 9+ (inkl. CD)

Unterrichtsmaterialien:

- Die Reporterbande entdeckt das Weltall, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt 2003, inkl. CD-Rom, www.reporterbande.de
- ISS Aktionsordner für Grundschulen, ESA Publications Division 2006, ISBN 92-9092-595-7
- Werner, M.: Weltall – Erlebnisbogen, Naturfreundjugend Deutschlands 2006, www.naturfreundejugend.de
- Brückner, I.: Umweltreise – Astronomie und Wasser, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Hamburg 2009

3. Beobachten – Staunen – Fragen – Begreifen

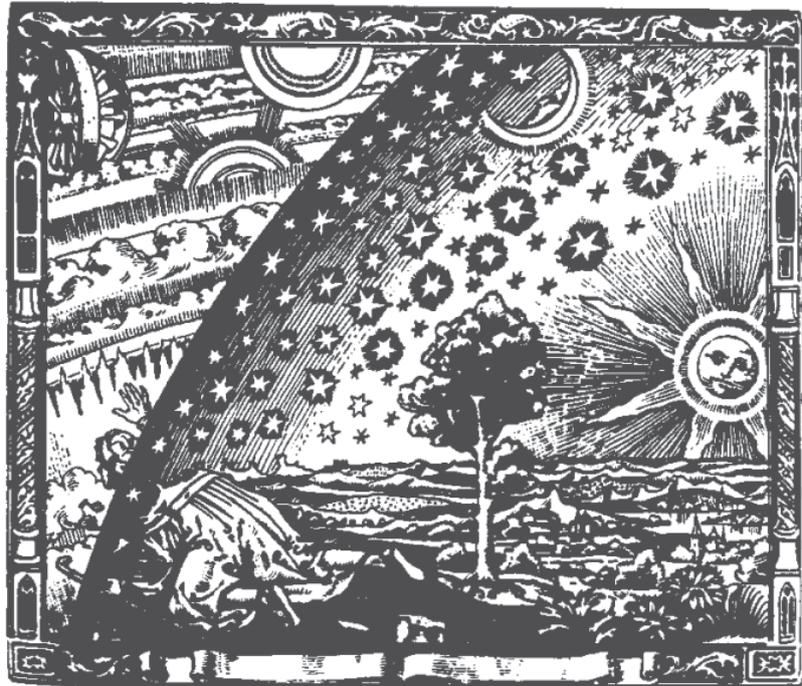
Astronomie in Klasse 5 – 10

Joachim Reinhardt

3.1 Einführung

Die Astronomie ist eine herrliche, erhabene und erhebende Wissenschaft. Darum sollte sie keinem, auch nicht einem Menschen vorenthalten werden. FRIEDRICH ADOLPH WILHELM DIESTERWEG, 1790 – 1866

Der Wunsch, sein Wissen zu erweitern und die ihn umgebende Natur besser zu verstehen, hat den Menschen nur selten ruhen lassen. Besonders in der Entwicklung der Astronomie, die neben der Mathematik zu den ältesten aller Wissenschaften zählt, zeigt sich deutlich der Drang, bestehende Grenzen zu überschreiten und zu erfahren, wie die Welt funktioniert. In allen Hochkulturen stand die Astronomie in hohem Ansehen.



Zwei Dinge erfüllen das Gemüt mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht, je öfter und anhaltender sich das Nachdenken damit beschäftigt: der bestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir.

IMMANUEL KANT, Kritik der praktischen Vernunft

Auch heutzutage bewegen Fragen zum Aufbau der Welt die Menschen. Kinder fragen:

- Wie groß ist die Erde?
- Wie schnell ist die Erde?
- Wo geht die Sonne auf, wo geht sie unter?
- Wie groß, wie heiß ist die Sonne?
- Leuchtet die Sonne auch noch, wenn ich hundert Jahre alt bin?
- Weshalb ist nicht immer Vollmond?
- Welchen Mond sehe ich, wenn ich morgens zur Schule gehe, welchen, wenn ich abends zu Bett gehe?
- Wann steht der Mond wieder bei meinem Sternbild?
- Wer ist der Mann im Mond?
- Wie finde ich mein Sternbild am Himmel?
- Wo am Himmel finde ich die Venus?

3.2 Didaktische Überlegungen

DIESTERWEG hat es uns vorgemacht: er beschwor Anschauung (der sinnlich-rezeptive Anteil an der Erkenntnis) und Selbsttätigkeit als wesentliche didaktische Prinzipien. Er verband mit diesen Grundsätzen zugleich das Ziel, mündige, kritische Staatsbürger heranzubilden (Volksbildung als Volksbefreiung!).

Nach KANT ist jede Erkenntnis auf das Zusammenspiel von Anschauungen und Begriffen angewiesen. „Das Mannigfaltige“, das in der Anschauung gegeben werde, brauche eine begriffliche Ordnung, um zu Erkenntnis führen zu können. Andererseits würden Begriffe Anschauungen benötigen, um nicht vollkommen leer zu bleiben. Begriffsverwendungen ohne Anschauungsmaterial führten zu den sinnlosen Spekula-

tionen der traditionellen Metaphysik, die KANT in der transzendentalen Dialektik zu widerlegen beabsichtigte. Dennoch ist nach KANT reine apriorische Erkenntnis im Wechselspiel von reinen Begriffen und reinen Anschauungen möglich.

Im astronomischen Anfangsunterricht ermöglicht die Entwicklungsstufe der Schülerinnen und Schüler, die Selbsttätigkeit als wichtiges Prinzip der Erziehung zur Person zu betonen. Eine zu starke Akzentuierung der Selbsttätigkeit ist jedoch spätestens dann schädlich für den Bildungsprozess, wenn sie schließlich in einen leeren Aktivismus mündet und eine ausreichende geistige Beschäftigung mit dem eigentlichen Lernstoff ausbleibt.

Als Triebfeder für die Beschäftigung mit den Gestirnen darf die Faszination angesehen werden, die der Sternenhimmel auf den auch jungen Betrachter ausübt. Beobachtbare Objekte und Vorgänge sind fast immer präsent und schon mit einfachen Hilfsmitteln oder sogar direkt erfahrbar. Daher ist es nahe liegend, mit Kindern das Geschehen am Himmel zu beobachten. Die aktuelle Situation am Himmel führt zunächst zu einem exemplarischen Vorgehen, erst nach längerer und wiederholter Beobachtung werden sich die Fragen, Hypothesen und Erklärungsansätze zu einem umfassenderen Vorstellungsräum verdichten und allmählich zu einem systematischen Basiswissen führen. Der Weg dahin dauert Jahre und sollte daher schon im Kindesalter begonnen werden.

„Auch wird niemand hoffen können, durch das bloße Lesen etwas Wirkliches zu erfahren. Immer wird er dabei oder danach den Himmel selber anschauen, um dort mit eigenen Augen nachzuprüfen, wo es möglich ist, und um dann erst im eigenen Urteil das Gelesene selber mit- und nach-zu-denken.“

MARTIN WAGENSCHNEIDER, *Die Erde unter den Sternen*, 1965

Schülerübungen bzw. Schülerbeobachtungen sollten also nicht Anhängsel zum Unterricht sein, sondern Prinzip. Eigene Beobachtungen der Schülerinnen und Schüler in Form von La-



Abb.: Sternwarte Bergedorf, Großer Refraktor. © Wikipedia

boratory Exercises, die der Entwicklung und Förderung von Fähigkeiten dienen, aus denen sich dann kognitive Lernziele (Faktenwissen) ergeben können, bilden ein lebenslang wirkendes Fundament.

3.3 Schwerpunkte eines Unterrichtskonzeptes für Kinder

Erzähle mir ...und ich vergesse. Zeige mir ...und ich erinnere. Lass es mich tun ...und ich verstehe!
KONFUZIUS

Eigene Beobachtungs- und Versuchsübungen lassen sich mit einfachen, z.T. selbst hergestellten Hilfsmitteln und Geräten durchführen. Auf diese Weise kann den Schülerinnen und Schülern bewusst werden, dass die Beobachtungsobjekte und Vorgänge greifbare, begreifbare Realität sind, in der sie selbst sich auch bewegen. So werden astronomische Unterrichtsthemen zum Erlebnis, durch welches ihr „Ich“ in das „Große Ganze“ eingebettet wird; und so wird der Unterricht neben prozessorientierten und kognitiven Lernzieldimensionen zunächst vor allem affektive Qualitäten aufweisen.

Die Vorteile eigener Beobachtungen liegen besonders im unmittelbaren Erlebnis-Charakter solcher Tätigkeiten. Sie regen zu weiter führenden Fragen an. Es kann im Ernst nicht bestritten werden, dass Videoaufzeichnungen, Voyager-Fotos, HUBBLE-Space-Teleskop-Fotos und Simulationen am Computer im weiteren Unterrichts-

verlauf sinnvolle Ergänzungen darstellen, durch die bisher nie gesehene Details in faszinierender Weise gezeigt werden können; aber ihnen fehlt die Qualität eines Realexperimentes.

3.4 Thematische Ab- und Eingrenzung

Anfangsbeobachtungen nehmen Bezug zum eigenen Standort (Horizontsystem). Beobachtungsobjekte sind „Sonne, Mond und Sternenhimmel“. Zunächst wird sich keine lineare thematische Anordnung ergeben, da nur begrenzte Teilbereiche inhaltlich aufeinander aufbauen, und weil es lohnt, auf aktuelle Ereignisse am Himmel einzugehen, um an solchem Geschehen das Astronomie-Treiben zu verankern. Motto: Am Himmel ist was los, da passiert etwas, nimm dir Zeit und schau (nicht nur einen Augenblick!) hin!

Was können die Kinder tun, wenn es bewölkt ist und Realbeobachtungen nicht möglich sind?

Die Kinder können

- Beobachtungsergebnisse auswerten und durch andere Medien (Buch, Computersimulationen, Internet) ergänzen;
- geplante Beobachtungen vertiefend vorbereiten;
- Geräte zur Beobachtung entwickeln oder nach (historischen) Vorlagen nachbauen und ihre Geräte nachjustieren und verbessern;



Abb.: Die Milchstraße. © Wikipedia

- Rollenspiele zu astronomischen Abläufen und Konstellationen entwerfen;
- Sternbildgeschichten schreiben;
- „Eine Vorlesestunde zu astronomischen Themen“ planen.

Vorbemerkung:

Der Weg zur modernen Astronomie beginnt nicht bei der Physik hochenergetischer Teilchen, sondern er begann beim direkten Wahrnehmen des Himmels, wie die Menschen es vor Urzeiten getan haben: am Anfang stand ein unvoreingenommenes Beobachten der Vorgänge, die sich über uns abspielen. So kann auch heute bei den Kindern durch Erleben von Himmelsphänomenen letztendlich gründliches Verstehen angebahnt werden. Jeder Anfangsunterricht basiert auf der unmittelbaren Beobachtung des Gegenstandes bzw. des Phänomens oder wie es bei Wagenschein heißt: „Verstehen heißt Stehen auf dem Phänomen.“ Zunächst wird die unmittelbare Beobachtung reines Erleben und Staunen sein, in einer zweiten Stufe Anlass für Fragen bieten, zum Nachdenken und Vergleichen führen mit dem Wunsch, das beobachtbare Neue verstehen zu wollen. Auf der dritten Stufe geht die Beobachtung in eine messende, zählende Tätigkeit über, mit dem Ziel, (physikalische) Gesetzmäßigkeiten zu finden, nach denen Weltgeschehen abläuft. Ohne unmittelbares Erleben ist ein Zugang zu den Welterscheinungen nicht möglich. Für den Anfang sollten also Unterrichtsinhalte gewählt werden, die ohne (großen) apparativen Aufwand direkt vom Schüler erfassbar sind, Freiraum für selbstständiges Erleben und Beobachten zulassen und die schließlich Lernatmosphären schaffen, die kindlichen Ideen und Interpretationen Raum geben. Kindliche Ideen bilden eine unumgängliche Stufe auf deren Weg zum wissenschaftlichen Denken.

3.5 Erste unverzichtbare Exkursion – Abenteuer Sternenhimmel

Ausflug in die Abenddämmerung eines mond-scheinfreien Spätsommertages;

Teilnehmer: Schülerinnen und Schüler und deren Eltern;

Material: Warme Kleidung, Notizblock, Uhr;

ASTRONOMIE

Zielort: Aufsuchen eines erhöhten Standortes mit freiem Blick zum (durch Bäume o. ä. strukturierten) Horizont;
Dauer: ca. 3 Stunden.

Beobachtungen:

Untergehen der Sonne (wo, wann);
Verfärbung des Himmels (Farben und deren Änderung);
Eintritt der kühlen Dämmerung;
Verstummen des Vogelgezwitschers (wann);
Aufflackern eines ersten Sterns (wo, wann);
Aufflackern z. B. des Sterns, der als fünfter oder erst als zehnter zu erkennen ist (wann);
Bilder am Himmel (der „Große Wagen“);
Farben der Sterne Helligkeit der Sterne ;
Der „Große Wagen“ rückt weiter .

Aufgaben:

Horizontprofil aufzeichnen (360°-Band);
Sonnenuntergangspunkt markieren;
Zahl der Sterne bestimmen, die ½ Stunde nach Sonnenuntergang und 1 Stunde nach Sonnenuntergang zu beobachten sind;
Lage einiger auffälliger Sterne oberhalb des Horizontbandes einzeichnen (z. B. für zwei Zeitpunkte, die 1 bis 2 Stunden auseinander liegen).

Erzählen unter dem Sternenhimmel: Die griechische Sternsage zum Sternbild „Großer Bär“ kann den Kindern bei der abendlichen Exkursion so pointiert erzählt werden, dass die Kinder Aussagewerte für sich und die heutige Welt er-

kennen können, z. B. in folgender Weise:

„In früheren Tagen war der Sternenhimmel den Völkern so nahe wie uns jetzt hier. Jeden Abend beobachteten die alten Kulturvölker wie selbstverständlich die Sterne, da noch nicht Häuser und künstliches Licht den Blick zum Himmel versperrten. Sie erkannten, dass die Sterne „Familien“ bilden. Ein jeden Abend zu sehendes Sternbild ist der „Große Wagen“ bzw. der „Große Bär“. Dieses Bild regte ihre Phantasie an und so entstanden viele verschiedene Geschichten. Eine sehr schöne Geschichte über den Großen Bären möchte ich euch heute erzählen:

Vor langer, langer Zeit lebte in den einsamen Bergen von Griechenland eine wunderschöne Frau, die Callisto hieß. Als Zeus sie sah, verliebte er sich sofort in sie. Als Hera, seine Frau, davon erfuhr, war sie sehr traurig und auch schrecklich wütend. Sie wollte, dass Zeus nur sie allein liebte, und überlegte, wie sie ihn und Callisto bestrafen könnte. In der Zwischenzeit war ein Jahr vergangen. Callisto und Zeus bekamen einen Sohn, den sie Arkas nannten. Als Hera von dieser Geburt hörte, versuchte sie aus Wut und Verzweiflung, Callisto zu töten. Zeus erfuhr von diesem Plan und verwandelte seine geliebte Callisto in eine wilde Bäarin, um sie so zu schützen. Die Bäarin Callisto irrte nun einsam in den Wäldern Griechenlands umher. Vor anderen Bären fürchtete sie sich und von Menschen wurde sie verfolgt. So vergingen fünfzehn Jahre. Ihr Sohn Arkas war bei Pflegeeltern aufgewachsen und zu einem tüchtigen Jäger ausgebildet worden. Eines Tages

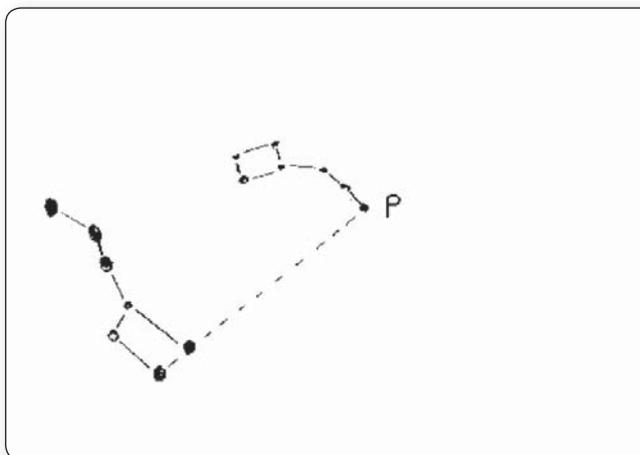


Abb.: © J. Reinhardt 2010

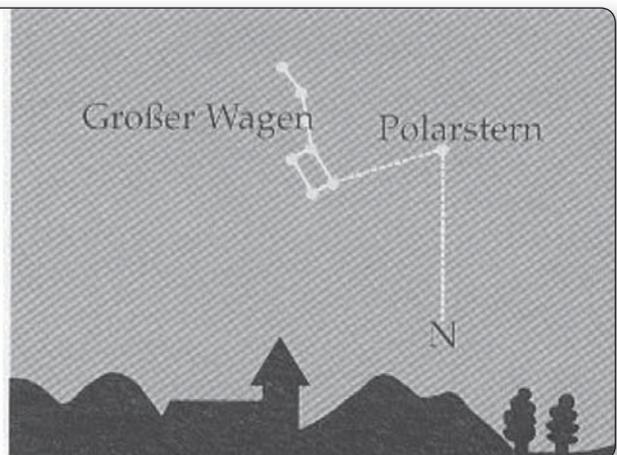


Abb.: Kleiner, Großer Wagen, Nordrichtung. © Wikipedia

stand er der Bärin Callisto, seiner Mutter, gegenüber. Callisto spürte sofort, dass ihr Sohn vor ihr stand und ging auf ihn zu. Arkas aber, der vom Schicksal seiner Mutter nichts ahnte, wollte mit seinem Speer die Bärin töten. Da kam Zeus jedoch zur Hilfe. Er verwandelte Arkas in einen kleinen Bären. Jede Nacht konnte sich jetzt Zeus an den glitzernden Bildern seiner Geliebten und seines Sohnes erfreuen. Dies erzürnte Hera. Und so sann sie weiterhin auf Rache, um Callisto zu bestrafen. Der Gott des Meeres, Poseidon, sollte ihr dabei helfen. Sie bat ihn, die verwandelte Callisto niemals zum Meer hinabsteigen zu lassen, damit diese sich nicht in dem kühlen Wasser erfrischen konnte. Für die reinlichen Griechen war dies in der Tat eine schwere Strafe. So ist zu erklären, dass die Griechen und wir das Sternbild des Großen Bären, eigentlich eine Große Bärin, bis zum heutigen Tage noch nie im Meer untertauchend gesehen haben.

Nun wollt ihr doch sicherlich auch den Kleinen Bären am Himmel sehen. Zum Aufsuchen verlängert ihr die Strecke zwischen den beiden hinteren Sternen des Kastenvierecks, die sich inmitten des Leibs der Bärin befinden, fünf Mal. Dabei gelangt ihr zum Polarstern, der den äußersten Schwanzstern des Kleinen Bären bzw. den Deichselstern des Kleinen Wagens darstellt. Die Sterne, die den Kleinen Wagen bilden, sind wegen ihrer Lichtschwäche nur schwer auszumachen. Der Kleine Wagen steht so am Himmel, dass man meinen könnte, sein Inhalt würde in den Großen Wagen umgekippt.

Der Polarstern zeigt uns recht genau die Nordrichtung an und wird daher von vielen Wandernern, Kapitänen und Piloten als Nordstern zur Orientierung genutzt.“ (nach Prof. WOLFRAM WINNENBURG, private Mitteilung; siehe auch: Ingeborg Bachmann, „Anrufung des Großen Bären“, letzter Gedichtband)

Exkursionen wie das „Abenteuer Sternenhimmel“ sind Erlebnisse, die Kinder und Erwachsene gleichermaßen ergreifen und sie zum Weiterfragen stimulieren. Ganz unmittelbar sind kognitive Lernziele erreichbar. Die Kinder können selbsttätig durch Himmelsbeobachtung entdecken, dass Sterne unterschiedlich hell und



Abb.: Großer Bär (Großer Wagen) am Nachthimmel.
© Wikipedia

unterschiedlich farbig leuchten, einheitlich von Ost nach West um den Polarstern kreisen und sich zu Gruppen ordnen lassen.

Hinweise für Lehrkräfte:

Die Sternverteilung „Großer Bär“ (Ursa Major) wird nicht in allen Kulturkreisen als Bär interpretiert. Die gleichen Sterne können durch menschliche Phantasie zu unterschiedlichen Bildern zusammengedacht werden. Einige Menschen deuten die Sternverteilung als „Pferd“, andere wiederum sehen statt des „Großen Wagens“ einen „Großen Schöpflöffel“ (Ureinwohner Nordamerikas), einen „Großen Pflug“ (England, ehemals ein Agrarstaat), einen „Palast der Unsterblichkeit“ (China), einen „Sarg, dem drei Trauernde folgen“ (Arabien) oder „Sieben Mädchen, die den Polarstern umtanzen“ (Indien).

Die Exkursion „Abenteuer Sternenhimmel“ macht Unterricht zum Erlebnis und räumt der affektiven Dimension einen hohen Stellenwert ein; aus dem Erleben und Staunen über erste Beobachtungen werden sich Fragen ergeben, denen in weiteren Exkursionen gezielter nachgegangen werden kann, so dass allmählich ein astronomisches Basiswissen aufgebaut wird und sich die kognitive Dimension entfaltet. Im Anschluss an die Exkursion „Abenteuer Sternenhimmel“ bietet sich die Bearbeitung des Themas 1 an:

3.6 Themen

3.6.1 Wir entwerfen „Individuelle / persönliche“ Sternbilder und schreiben eine neuzeitliche Sternfigurengeschichte

Das Punktemuster der Abbildung 1 stellt eine Sternverteilung dar.



Abb. 1: Sternverteilung. © J. Reinhardt 2009

Aufgaben:

1. Markiere Figuren, die du im Punktemuster zu erkennen glaubst.
Deine Phantasie ist gefragt!
2. Schreibe zu einer dieser Figuren eine Sternfigurengeschichte.

3.6.2 Wir übertragen die Sternbilder in das Punktemuster der Abb.1, die heute bei Astronomen gebräuchlich sind.

Das Punktemuster der Abbildung 1 stellt einen Ausschnitt der wirklichen Verteilung der Sterne dar, die mit bloßem Auge sichtbar sind. In der Abbildung 2 sind Figuren eingezeichnet, die von Astronomen heute als Sternbilder benutzt werden und von denen viele auf die griechische Mythologie zurückgreifen.

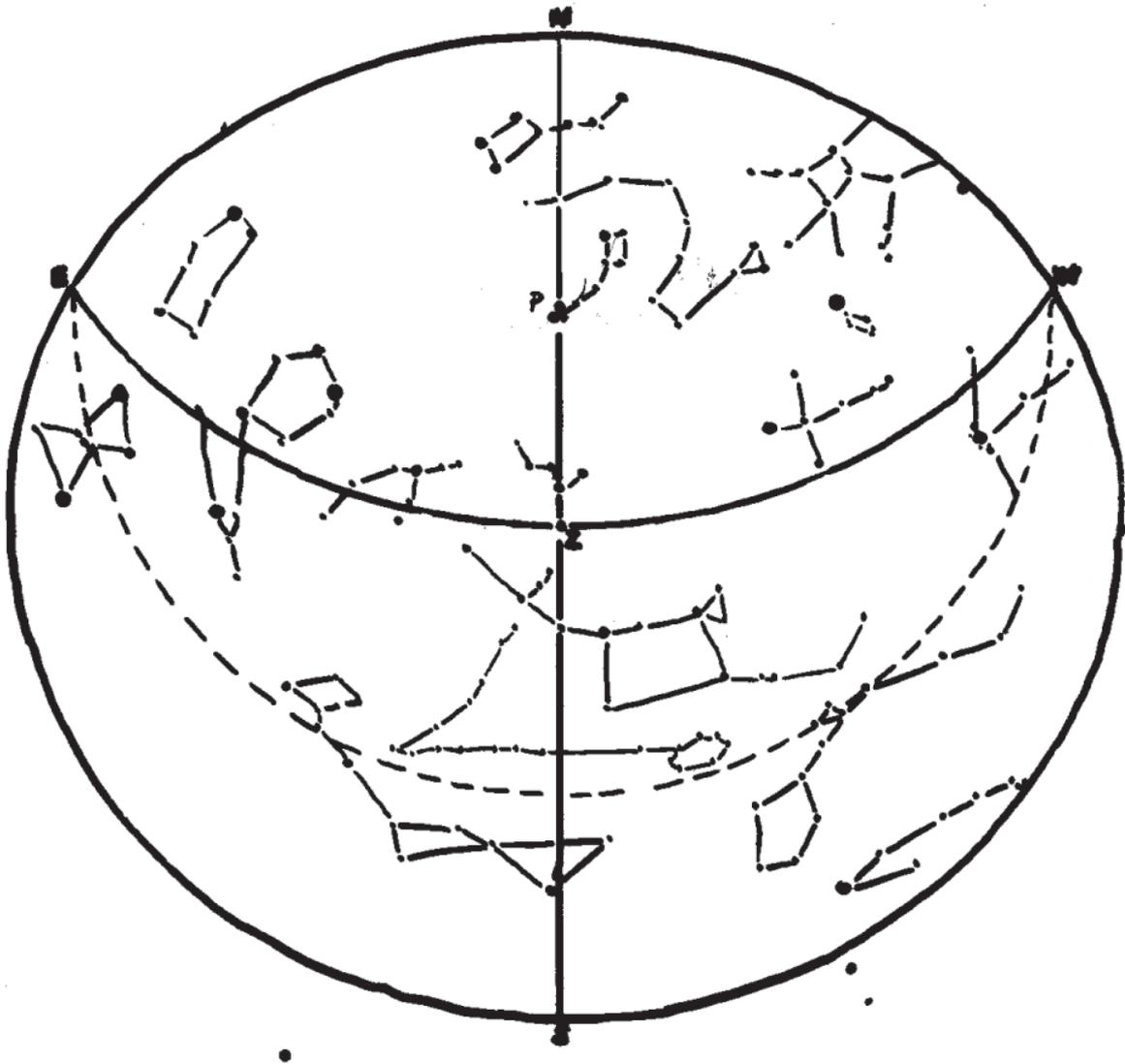


Abb. 2: Sternenhimmel Anfang Oktober gegen Mitternacht, u. a. mit folgenden Sternbildern: Fische, Pegasus, Andromeda, Perseus, Fuhrmann, Zwillinge, Orion, Cassiopeia, Drachen, Kleiner und Großer Bär (Wagen), Leier, Schwan, Adler. © J. Reinhardt 2009

Aufgaben:

1. Lasse Dir von Deiner Lehrkraft die Abbildung 2 auf eine Folie ziehen und versuche diese mit dem Punktemuster aus Abb. 1 zur Deckung zu bringen. (Das geht!)
2. Deine Bildmuster werden andere sein als die der Griechen und Astronomen; sie sind aber nicht falsch, sondern von Dir so erkannt. Trage nun die 14 genannten Sternbildnamen an die entsprechende Stelle in Abbildung 3 ein; als Hilfe verwende einen Sternbildatlas (Schulbibliothek, Öffentliche Bücherhalle, Internet)
3. Beobachte im frühen Herbst den Sternenhimmel, notiere Dir Beobachtungstag und -Zeit und vergleiche mit dieser Darstellung zu Abb.2.

3.6.3 Wir erzählen eine antike Sternbildsage und zeichnen das Sternbild dazu

Aufgaben:

1. Beschaffe dir ein Buch über die Sternbildsagen der Griechen. Vielleicht findest du ja die schönen Texte von WOLFGANG SCHADEWALDT (Die Mythologie der Sternbilder, Insel TB) in der Schulbibliothek oder in der Öffentlichen Bücherhalle.
2. Trage eine der Sternbildsagen vor, die dir besonders gefallen hat, und zeichne das Sternbild dazu.

3.6.4 Wir basteln einen Sternbildfinder

Material: Darstellung der Sternbilder Orion und Hase (Abb. 3) und des Sternbildes Perseus (Abb. 4)

Bastelanleitung: Um die Karten als Sternbildfinder benutzen zu können, klebe sie auf eine schwarze Pappe und steche die schwarz gezeichneten, kreisförmigen Sterne mit einem geeigneten Hilfsmittel (Nadel, feine spitze Schere) aus.

Einsatz der Karte als Sternbildfinder: Halte die Karte am ausgestreckten Arm gemeinsam mit einer schwachen Lichtquelle gegen den Himmel, dann schimmert das Licht durch die Löcher. „Wandere“ nun mit der Karte solange über den Sternenhimmel, bis du die passenden Sterne am Himmel gefunden hast.

Beobachtungstipp: Orion und Hase kannst Du in den Monaten November bis März abends über dem Horizont sehen, Perseus dagegen in den Monaten September bis April.

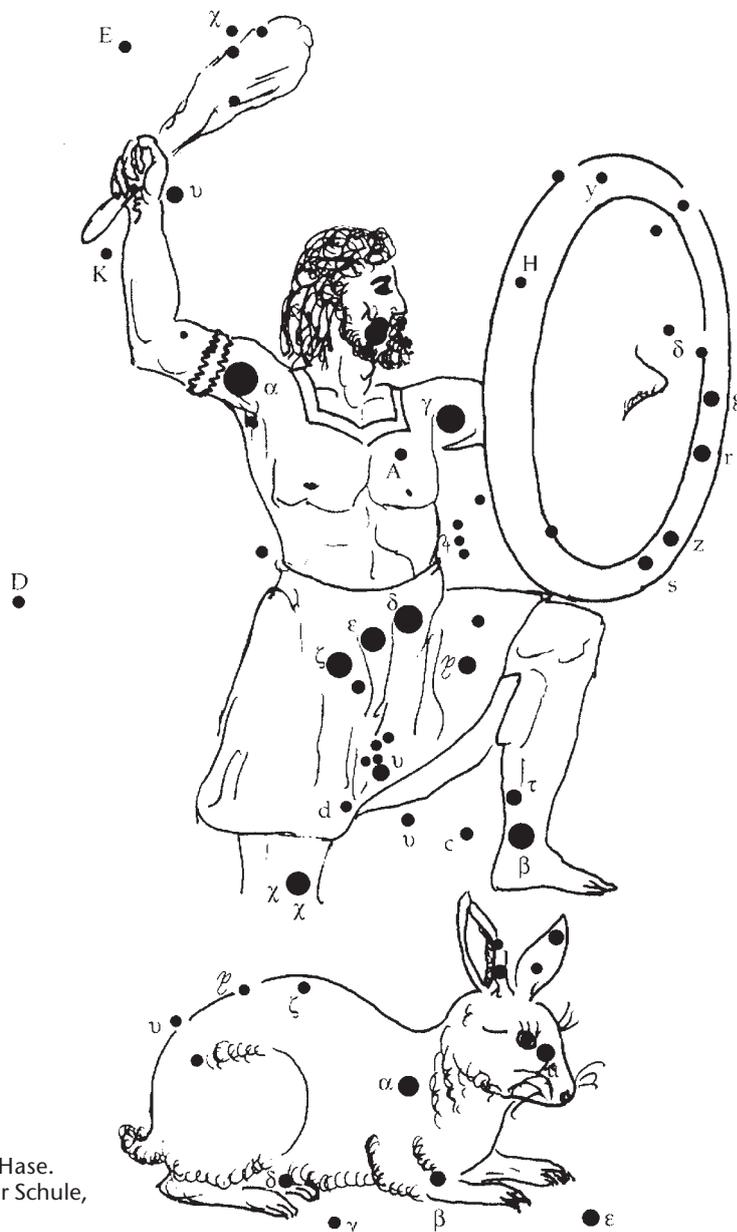


Abb. 3: Orion und Hase.
© Astronomie in der Schule,
Heft 6 (1991)

Wir basteln einen Sternbildfinder

Material: Darstellung der Sternbilder Orion und Hase (Abb. 3) und des Sternbildes Perseus (Abb. 4)

Bastelanleitung: Um die Karten als Sternbildfinder benutzen zu können, klebe sie auf eine schwarze Pappe und steche die schwarz gezeichneten, kreisförmigen Sterne mit einem geeigneten Hilfsmittel (Nadel, feine spitze Schere) aus.

Einsatz der Karte als Sternbildfinder: Halte die Karte am ausgestreckten Arm gemeinsam mit einer schwachen Lichtquelle gegen den Himmel, dann schimmert das Licht durch die Löcher. „Wandere“ nun mit der Karte solange über den Sternenhimmel, bis du die passenden Sterne am Himmel gefunden hast.

Beobachtungstipp: Orion und Hase kannst Du in den Monaten November bis März abends über dem Horizont sehen, Perseus dagegen in den Monaten September bis April.



Abb. 4: Perseus.
© Astronomie in der Schule,
Heft 5 (1991)

3.6.5 Polfindung: Wir fragen nach bei PETER APIAN

Im 16. Jahrhundert spielte im Navigationswesen das schnelle Auffinden des Himmelspols eine wichtige Rolle. Den Bezugspunkt für die Polfindung bildete der Polarstern, der auch als „Polus arcticus“, „stella polaris“, „Ursa minoris“ oder als „Meersterne“ bezeichnet wurde. Die Erdachse zeigte damals auf einen Punkt, der sich ca. $3,5^\circ$ (entsprechend sieben Vollmondbreiten!) neben dem Polarstern befand. Heute zeigt die Erdachse (infolge ihrer taumelnden Präzessionsbewegung) nur noch ca. $0,75^\circ$ neben den Polarstern, dies entspricht eineinhalb Vollmonddurchmessern.

Es war PETER APIAN, ein im süddeutschen Raum wirkender Renaissancegelehrter (1495–1551), der auch eine heute noch gebräuchliche, volkstümliche Methode zur Findung des Himmelspols beschrieben hat: In seiner *Cosmographie* aus dem Jahre 1524 beschreibt er, wie mit Hilfe der Sternbilder Großer Bär (Ursa Major, Großer Heerwagen oder plaustrum) und Kleiner Bär (Ursa Minor) der Pol gefunden werden kann.

Aufgaben:

1. Schau dir die Darstellungen in Abb. 6 genau an. Beschreibe in Textform, wie APIAN uns hier in den Bildern den Himmelspol finden lässt.
2. Bestimme aus den Bildern, wie viele Mal so groß der Abstand des Stella POLARIS von den Wagenrädern ist im Vergleich zum Abstand der hinteren Wagenräder.
3. Wende die Methode von APIAN am wirklichen Sternenhimmel an und bestimme erneut das Abstandsverhältnis.
4. Vergleiche die Ergebnisse aus den Aufgaben 5.2 und 5.3 miteinander und ergänze bzw. korrigiere gegebenenfalls deinen Text aus Aufgabe 1
5. Vergleiche schließlich Deinen Text mit der Beschreibung der Polfindung, die APIAN im „*unterricht eines Maysters*“ (Instrument Buch, Ingolstadt, 1533, 8. Teil) aufgeschrieben hat. Dort heißt es:

„Allhie schau an die form und gestalt des Herrwagens / so du den erkennst am hymel / und von den hyndern zwayen redern ain gerade lini im syn fürnimbst (versteet auff die seyt da sich die drey roß hinlencken) so kumbt dir der Polus in dein gesicht / und kain anderer Stern mag dich abfüren / das bedeut dir die getaylt lini“

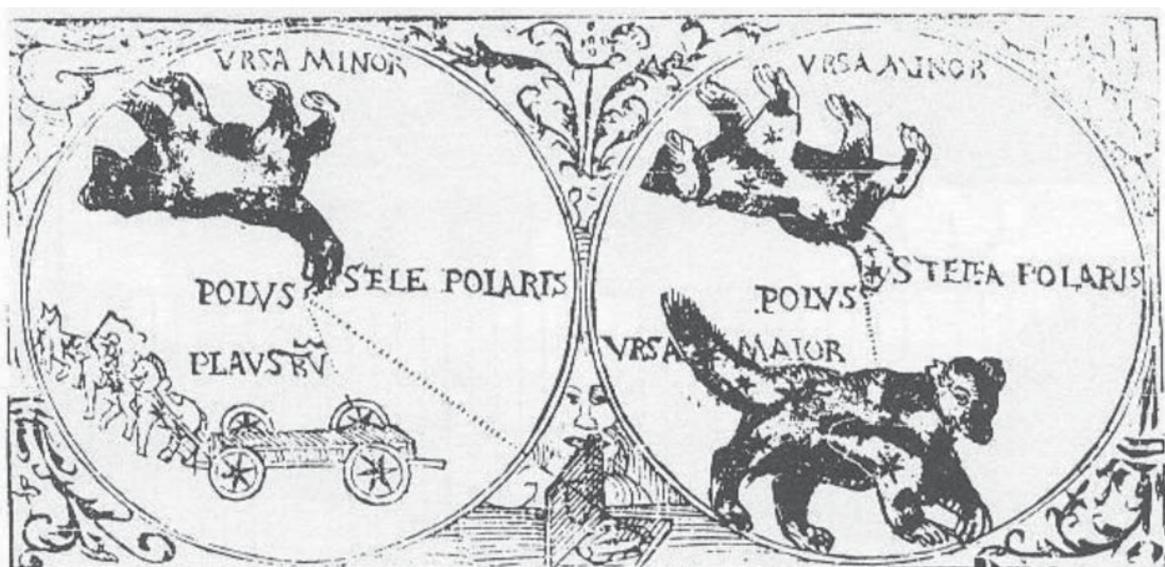


Abb. 5: Polfindung nach APIAN, 1524. © Wikipedia

3.6.6 Die Polachse verfehlt den Polarstern knapp

In einer späteren Darstellung zur Polfindung aus dem Jahre 1533 bemerkt APIAN (in der oberen linken Ecke des Bildes):

„Polus ist nicht der selbige Stern sonder ein punct nahendt dabey als hye bey dem Stern A angezaygt ist.“

Damit gab APIAN dem Beobachter einen Hinweis auf den geringen Unterschied zwischen den Orten des Polarsterns und des Himmelsnordpols.

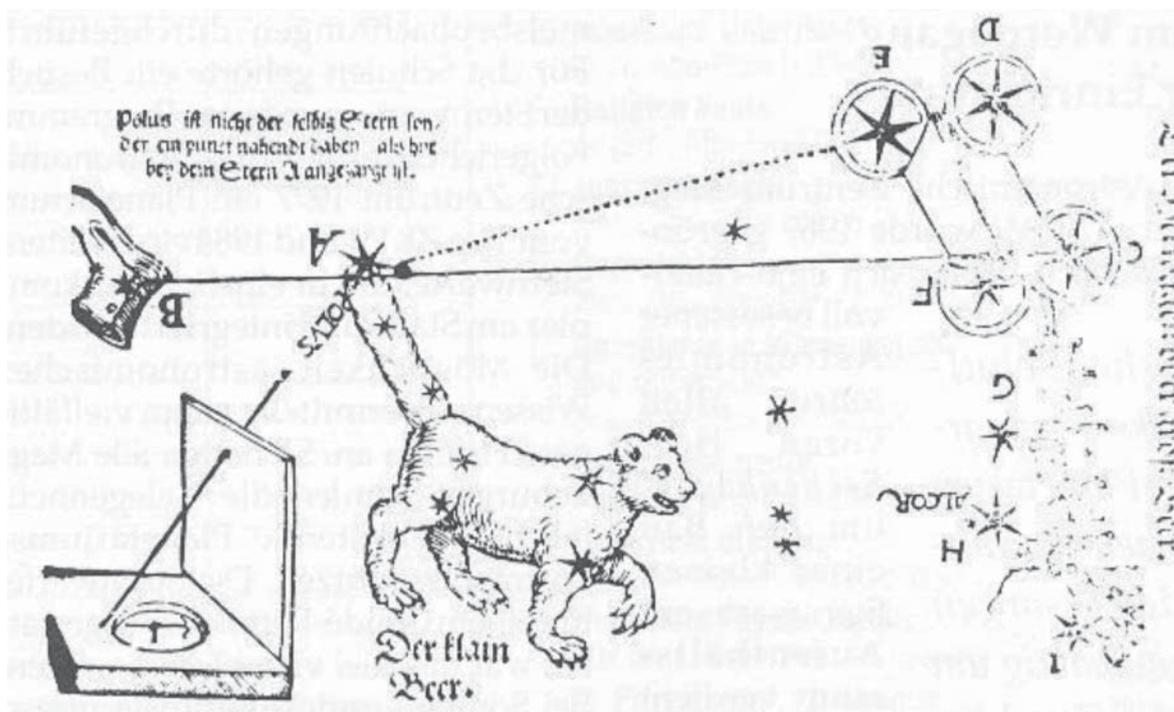


Abb. 6: Polfindung nach APIAN, 1533. © Wikipedia

Aufgabe:

Überlege dir, wie du mit heutigen Mitteln einen solchen Unterschied zwischen Polarstern und Himmelspol durch eigene Beobachtung nachweisen könntest.

Die Polachse verfehlt den Polarstern knapp

Anmerkung:

Der Himmelspol wandert, denn die Erdachse überstreicht auf Grund ihrer taumelnden Präzessionsbewegung den Mantel eines Doppelkegels; ein voller Umlauf dauert die unvorstellbar lange Zeit von 25800 Jahren (sog. Platonisches Jahr); literarische Zeugnisse der Ägypter und Griechen bis hin zu APIAN belegen, dass der Himmelspol erst in heutiger Zeit sehr nahe beim Schwanzstern des Kleinen Bären steht.:

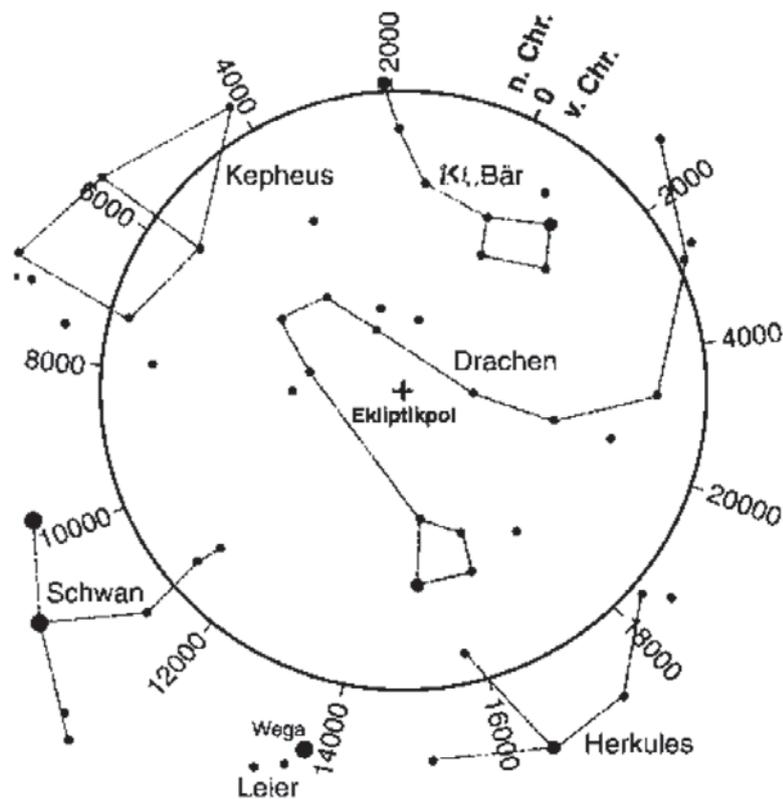


Abb. 7: Polwanderung während eines Platonischen Jahres. Die Situation 4.000 v. Chr. entspricht der Situation 22.000 n. Chr. © J. Reinhardt 2010

Die Ägypter verwendeten 2600 v. Chr. zur genauen Nordausrichtung der Cheopspyramide nicht unseren heutigen Polarstern, sondern den hellsten Stern im Sternbild Drache, der von den Arabern „Thuban“ genannt wurde; dieser war um 2750 v. Chr. nur ca. ein Drittel Vollmond Durchmesser ($1/6^\circ = 10$ Bogenminuten) vom Himmelspol entfernt, der Schwanzstern des Kleinen Bären aber ca. 50 Vollmond Durchmesser. Erst um 1000 n. Chr. ist der Schwanzstern des Kleinen Bären allmählich als Polarstern verwendet worden. Seine Abweichung vom Himmelspol wird während dieses Jahrhunderts immer kleiner werden und schrumpft im Jahr 2100 auf knapp eine Vollmondbreite. Die Wikinger allerdings sollen auf ihren Entdeckungsfahrten nach Grönland und Nordamerika den knapp sichtbaren Stern 32 H Camelopardis (Giraffe) als Navigationshilfe verwendet haben.

Die Polachse verfehlt den Polarstern knapp

Lösungsvorschlag:

Man fertigt z. B. eine Langzeitfotographie des Sternfeldes um den Himmelspol an (Belichtungsdauer mindestens 2 bis 3 Stunden). Dann überprüft man, ob sich ein Stern findet, der an der scheinbaren Drehung des Sternenhimmels nicht teilnimmt. Der Polarstern hinterlässt auf der Aufnahme einen kleinen Kreisbogen; er steht also nicht exakt im Himmelspol. Wenn sich dieses nicht durchführen lässt, so ist es ratsam, die Abbildungen 8 a, b mit den Schülerinnen und Schülern zu besprechen.

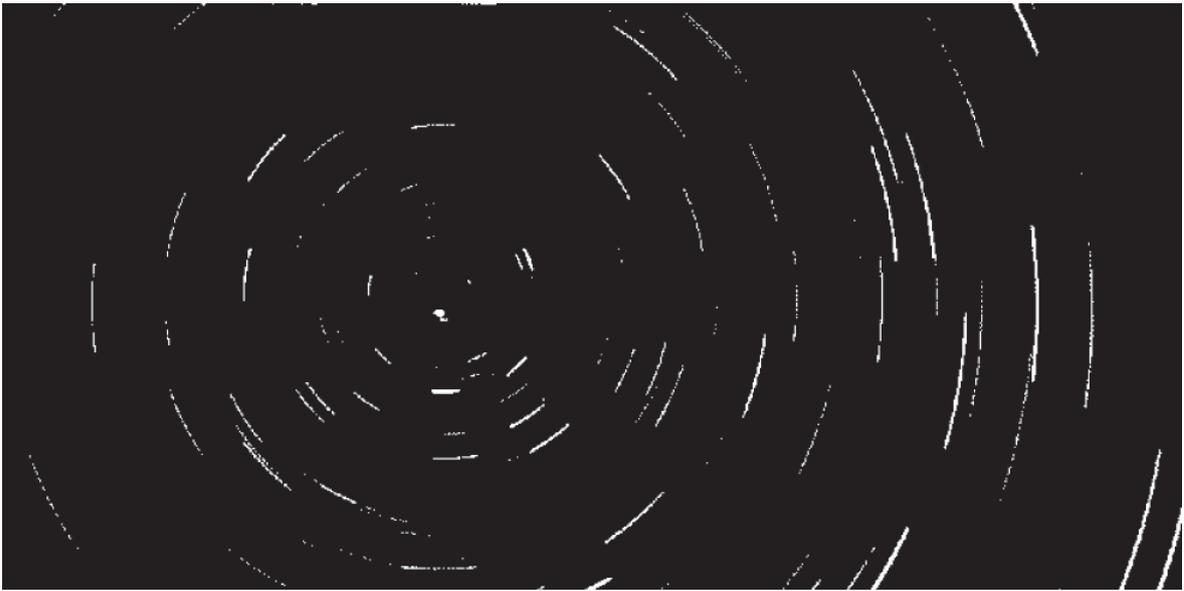


Abb. 8 a: Sternspuraufnahme in der Region um den Himmelspol. © J. Reinhardt 2002

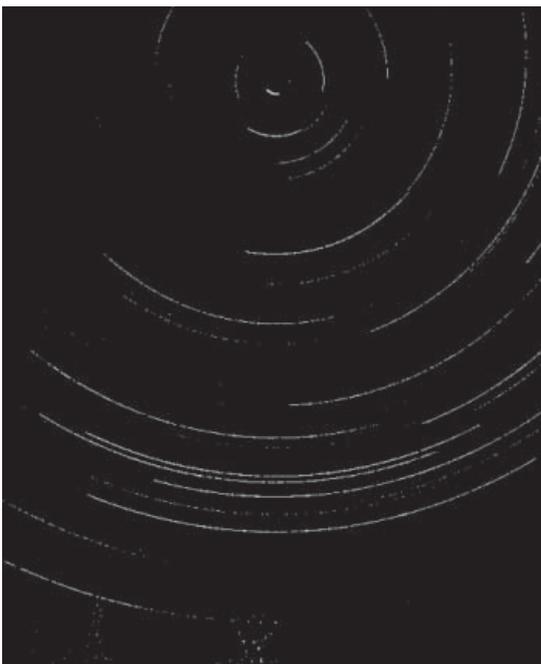


Abb. 8 b: Langzeitaufnahme (4 Stunden) der Umgebung des Himmelspols.
© J. Reinhardt 2010

3.6.7 Karrieren von berühmten Gelehrten in der Zeit der Renaissance

Das uns überlieferte Wissen ist nicht denkbar ohne bemerkenswerte Ideen und Taten einiger Vorfahren. NIKOLAUS KOPERNIKUS und PETER APIAN waren solche Gelehrten, denen wir als Nachfahren einiges zu danken haben. Vor allem Kopernikus hat der Menschheit einen unschätzbaren Dienst erwiesen.

Aufgaben:

1. Erkundige Dich (z. B. im Internet oder einer Bücherei) über PETER APIAN.
2. Verfasse ein Empfehlungsschreiben, das der Berater Kaiser Karls V verfasst haben könnte, um seinem Herrscher möglichst viele Informationen zu geben und die Karriere des PETER APIAN zu fördern.
3. Informiere Dich über NIKOLAUS KOPERNIKUS.
4. Schreibe den Text einer Rede auf, die der lutherische Priester in Nürnberg gehalten haben könnte, um einen dortigen Druckereibesitzer davon zu überzeugen, dass das seit über 10 Jahren fertige Werk „*De Revolutionibus Orbium Coelestium*“ des mittlerweile gelähmten und fast erblindeten KOPERNIKUS gedruckt werden müsse. In dieser Rede wird der lutherische Priester auch Lebens- und Berufsweg des KOPERNIKUS vorstellen.

Die häufig von Kindern gestellte Frage „*Wie vermisst man den Himmel? Man kommt doch gar nicht an ihn heran!*“ lässt sich aufgreifen, indem ihnen bildhafte Darstellungen von Astronomen früherer Zeiten vorgelegt werden; so erhalten sie Anregungen für den Bau einfacher Messgeräte wie Quadrant, Jakobsstab, oder den Einsatz einfacher Mittel wie der eigenen Hand oder eines Zirkels. Eine lebhaftere Darstellung der Tätigkeiten eines Astronomen finden wir in APIANs *Cosmographicus liber* von 1524 (Abb.: 10).



Abb. 9: Zeitgenössischer Stich von Nikolaus Kopernikus.
© Wikipedia

3.6.8 Messinstrumente zur Vermessung von Irdischem und des Himmels

Der Renaissancegelehrte APIAN hat in seinem *Cosmographicus liber* im Jahre 1524 die Tätigkeiten von Landvermessern und Astronomen in einem Bild dargestellt.

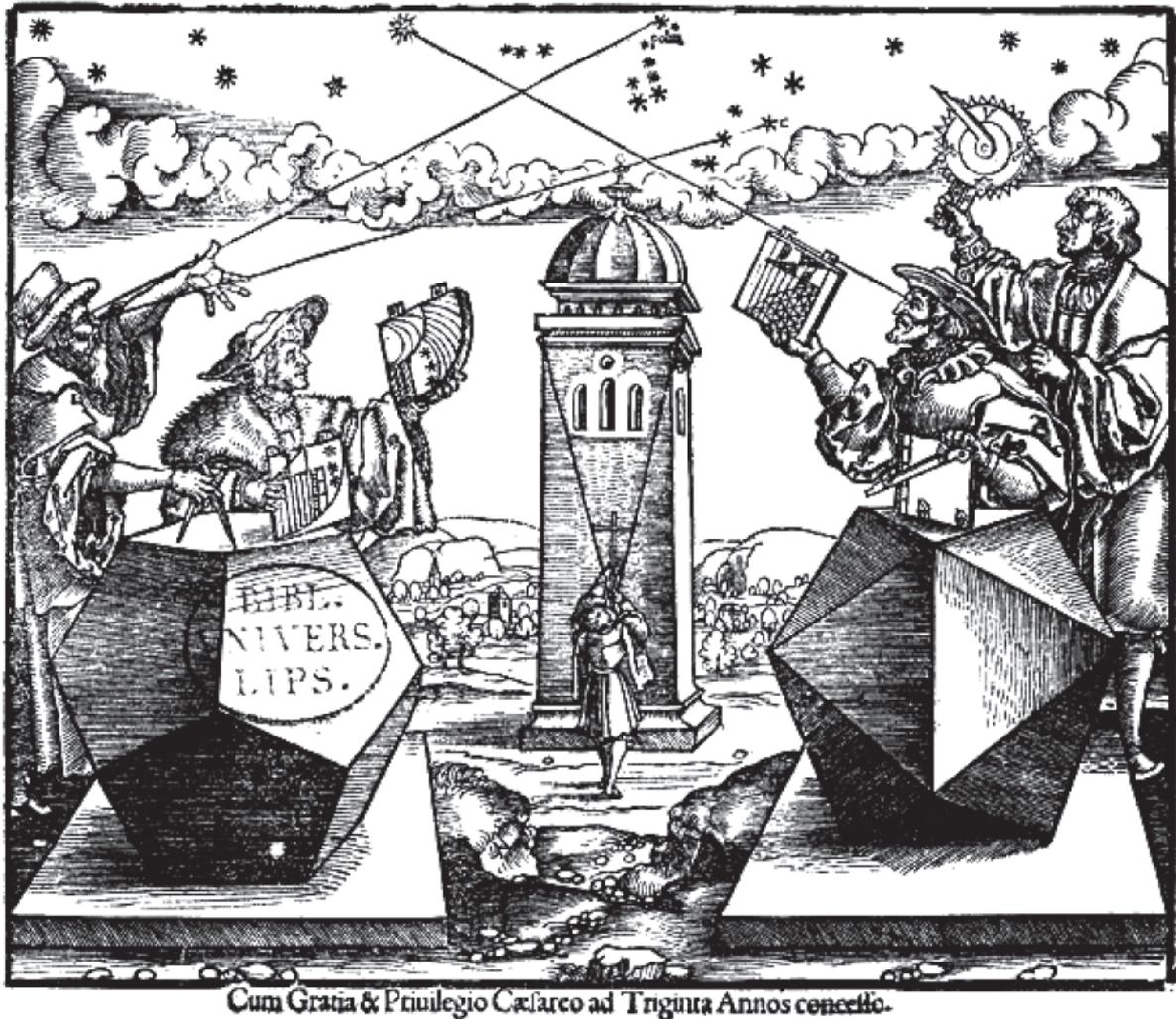


Abb. 10: Landvermesser und Astronomen vermessen Irdisches und Himmlisches. © Wikipedia

Nicht jedes der hier dargestellten Messinstrumente steht Dir zur Verfügung; doch die eigene Hand wirst du immer zur Hand haben und einen Zirkel wohl ebenfalls. Daher wollen wir herausfinden, wie unsere Hand zum Messinstrument wird (Thema 9), und welcher Beobachter auf dem Bild mit einem Jakobsstab arbeitet und welcher mit einem Quadranten.

Aufgabe:

Informiere Dich im Internet oder der Literatur über das astronomische Messinstrument

- Quadrant
- Jakobsstab und
- beschreibe, was die Person auf dem Bild mit diesem Gerät jeweils misst.

3.6.9 Wir eichen die eigene Hand als Winkelmessgerät

Zur Abschätzung von Winkelabständen kannst du deine eigene Hand benutzen; du hast sie immer bei dir. Bei ausgestrecktem Arm überdeckt eine Handspanne ca. 20°, die Spanne zwischen gespreiztem Zeigefinger und Daumen ca. 15°, eine Faustbreite ca. 8°. Diese sind nur Näherungswerte, die nicht unbedingt für deine Körpermaße zutreffen werden.

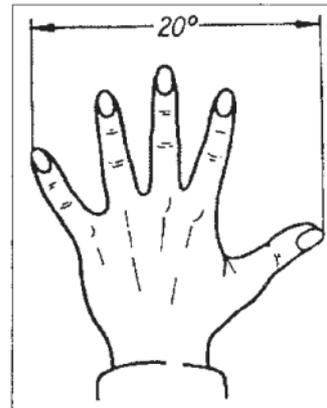


Abb. 11: Handspanne

Aufgabe:

Um deinen persönlichen Winkelmesser zu bestimmen, um also dein Hand-Arm-Gerät zu eichen, brauchst du nur die Breite *b* der Handspanne (oder der Faust) und deine Armlänge *L* auszumessen. Bilde dann das Verhältnis aus deiner Armlänge *L* und der Faustbreite *b* und suche in der Tabelle einen Wert, der deinem am nächsten kommt.

Beispiel: Faustbreite *b* = 7 cm, Armlänge *L* = 42 cm $L : b = 6,0$, d. h. dein Arm ist (zur Zeit!) sechsmal so lang wie deine Faust breit ist. Der Winkel, unter dem du deine Faust bei ausgestrecktem Arm siehst, ist (knapp) 10° groß.

L : b	8,2	7,2	6,4	5,77	5,2	4,8	4,4	4,1
Winkel	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°
L : b	3,8	3,6	3,3	3,2	3,0	2,8	2,7	2,6
Winkel	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°

Eichergebnisse für deine Hand:

Gerät	B	L	L : b	Winkemaß
Faust				
Zeigefinger-Daumen-Spanne				
Handspanne				

Eichdatum:

(Wichtig, denn Du wächst noch! Eichmarken haben eine begrenzte Gültigkeitsdauer!)

Anmerkung: Wenn Du Deine persönlichen Winkelmaße *a* genauer bestimmen möchtest, so bitte Deine Lehrkraft für Mathematik, die Formel $\tan \frac{a}{2} = \frac{b/2}{L}$ anzuwenden, um daraus $a = 2 \times \arctan \frac{b/2}{L}$ zu finden. Wenn Dir ein Taschenrechner zur Verfügung steht, so kannst Du mit dessen Hilfe *a* selber ermitteln.

3.6.10 Wir bauen einen Quadranten

Historische Bedeutung: Ein Quadrant (Viertelkreis) ist ein seit vielen Jahrhunderten verwendetes astronomisches Winkelmessgerät, das in handlicher Form – wie hier abgebildet zur Bestimmung des Höhenwinkels der Modellsonne (Reuterlampe) – oder in gigantischer Dimension an vielen Sternwarten errichtet worden ist, um Winkel bis auf einige Bogenminuten genau zu bestimmen; eine Bogenminute ist der 60. Teil eines Winkelgrades.

Mit Hilfe solcher Geräte ist es dem englischen Astronom JAMES BRADLEY 1725 erstmals gelungen, die sog. Aberration des Lichtes nachzuweisen, und so zu zeigen, dass sich die Erde um die Sonne bewegt und nicht umgekehrt. Über diesen Nachweis wäre Kopernikus sehr glücklich gewesen (3.6.7, Aufgaben 3. und 4.). Der dänische Astronom TYCHO BRAHE (1546–1601), der zuletzt in Prag bei Kaiser KARL V wirkte, erreichte eine Messgenauigkeit für Gestirnsörter von 2 Bogenminuten, also dem 30. Teil eines Grades. Die von Tycho durchgeführten Marsbeobachtungen dienten seinem Nachfolger JOHANNES KEPLER (1571–1630) als Grundlage für die Entdeckung der Gesetze, nach denen sich die Planeten um die Sonne bewegen.

Aber schon viel früher, um 150 n. Chr., hat der griechische Astronom (Mathematiker, Geograph, Musiktheoretiker und Philosoph – ein „Alleskönner“ also). PTOLEMÄUS eine sehr genaue Beschreibung für den Bau eines Quadranten in seinem epochalen Werk Almagest gegeben. Die Genauigkeit seines Quadranten lag bei etwa einem Sechstel Grad, also 10 Bogenminuten.

Aufbau: Ein Viertelkreis mit Gradeinteilung auf quadratischer Grundplatte, eine Visierkante und ein Senklot.

Gebrauch: Man peilt das Gestirn über die eine Kante des quadratischen Grundbrettes an und liest den Höhenwinkel, den die Senklotschnur auf der Kreisskala überdeckt, ab. Die auf die Rückseite des Brettes angebrachte Leiste dient zum Festhalten des Quadranten.

Material: Holzplatte 300 mm x 300 mm x 10 mm; Holzlatte 300 mm x 50 mm x 20 mm, 3 Holzschrauben, Leim, 2 Drahtstifte 30 mm und 50 mm lang, Band 50 cm lang mit ca. 50 g schwerer Mutter als Lotkörper

Aufgaben (auch arbeitsteilig zu erledigen):

1. Stelle eine Fotokopie von Abb.13 her, entferne mit Korrekturflüssigkeit das Lot und vergrößere dann die Abbildung am Fotokopierer so, dass der Radius des Viertelkreises 29 cm groß ist.
2. Verleime und verschraube die Holzplatte mit der Holzlatte; diese sollte am Rand der Platte angebracht werden und dient zum Festhalten des Quadranten.
3. Nagele die Drahtstifte (Peilstifte) einen Zentimeter vom Plattenrand in die Holzplatte, so dass sie 29 cm Abstand voneinander haben.
4. Klebe die Gradskala auf die Platte, so dass die Peilstifte Endpunkte des 90°-Radius werden.



Abb.12: Anpeilen einer Modellsonne mit einem Quadranten. © J. Reinhardt 2010

Wir bauen einen Quadranten

Beachte: Die Visierkante verläuft entlang desjenigen Radius des Viertelkreises, der durch die 90°-Marke verläuft. Hältst Du ihn horizontal, so zeigt die Lotschnur auf die 0°-Marke.

Tipp für die Messungen: Für Nachtbeobachtungen sollten die Peilstifte geweißt sein. Zur Sonnenbeobachtung visiere nie mit deinem Auge, sondern halte den Quadranten so, dass der Stift im Mittelpunkt des Viertelkreises seinen Schatten genau auf den 90°-Radius wirft. Der Mittelpunktstift sollte daher der längere von beiden sein.

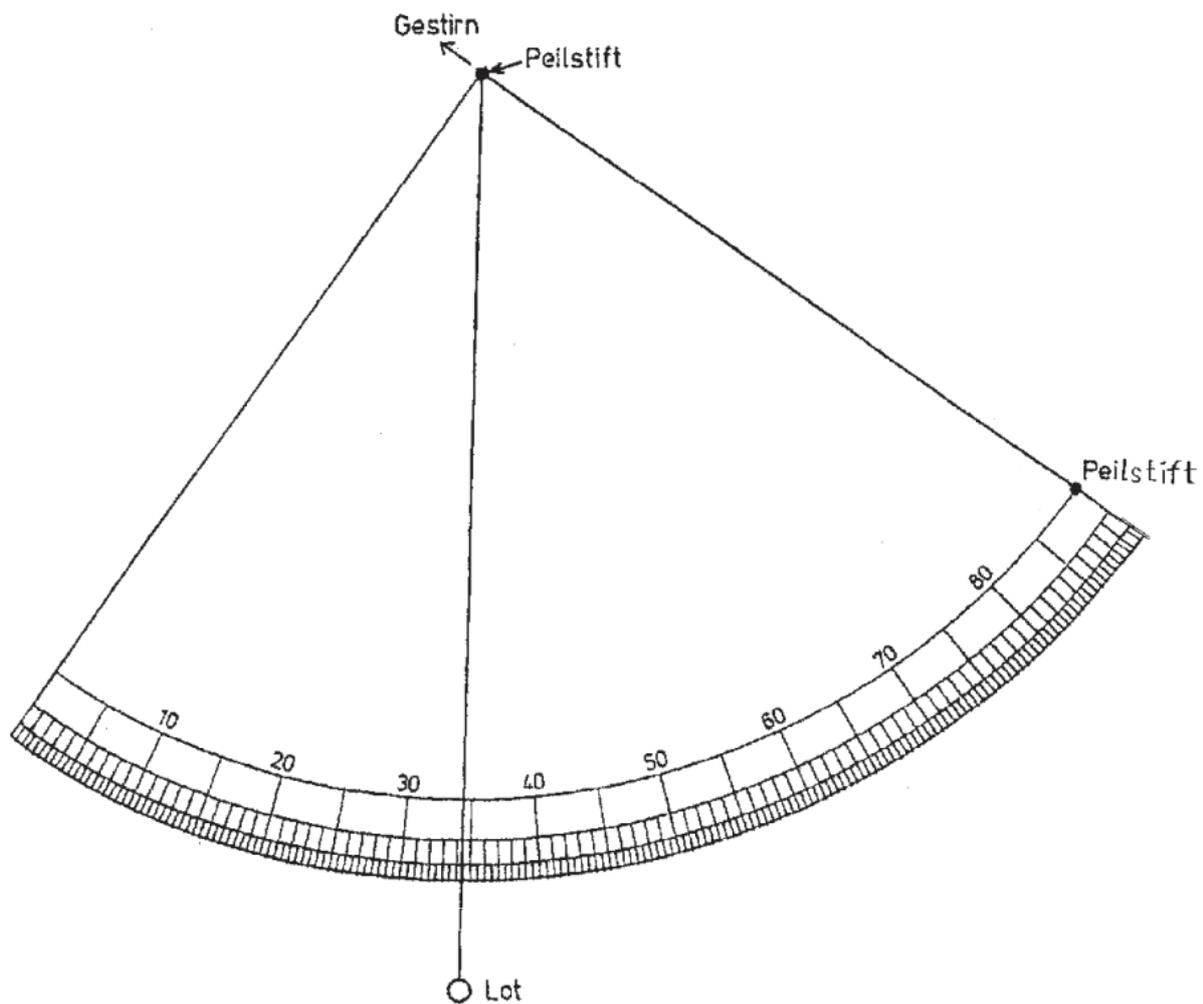


Abb.13: Viertelkreis-Gradblatt (hier unter dem Peilwinkel $34,5^\circ$).
© U. Steffen, J. Reinhardt 2001

3.6.11 Wir bauen einen Jakobsstab und ein Knotenbandlineal

Herkunft: Der Jakobsstab ist ein seit langem weit verbreiteter hölzerner, preiswert herzustellender Winkelmesser. Er hat seinen Namen nach der entfernten Ähnlichkeit mit dem zweiknäufigen Pilgerstab der Jakobsbrüder, der Pilger zum Grab des Apostels JACOB in Santiago de Compostella (Nordspanien). Man nennt ihn auch „baculus astronomicus“. Dieses Gerät ist möglicherweise zuerst in China verwendet worden und wurde noch von holländischen Seefahrern im 18. Jahrhundert eingesetzt. Aufbau: Auf dem Hauptstab (Rundstab), der eine Skala trägt, sind ein oder manchmal mehrere Querstäbe (Schiebestäbe) verschiebbar angebracht.

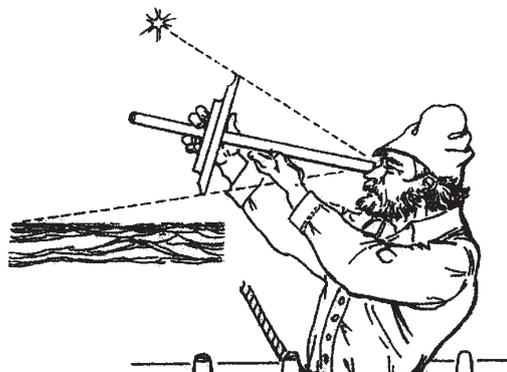


Abb.14: Seemann beim Anpeilen eines Gestirns über dem Horizont mit einem Jakobsstab.
© Wikipedia

Gebrauch: Man hält das eine Ende des Hauptstabes ans Auge und rückt den Schiebestab, bis über dessen oberes Ende das Gestirn und über das andere Ende des Schiebers der Horizont angepeilt werden kann. So erhält man die Winkelhöhe des Gestirns.

Material:

- (1) **Hauptstab (Rundstab):** 600 mm lang, 20 mm dick, mit Stoppscheibe (3) versehen und mit Längenmarkierungen (L) oder Winkelmarkierungen α versehen, siehe Tabelle.
- (2) **Schiebestab:** 150 mm x 40 mm x 5 mm, mit Zentralloch zur passgenauen Durchführung des Rundstabes versehen und mit 2 Nägeln im Abstand von 100 mm (und eventuell weiteren 2 Nägeln im Abstand 50 mm) versehen.

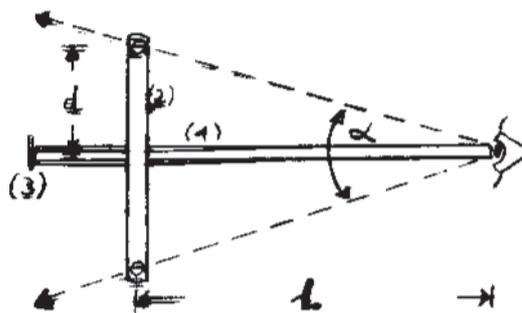


Abb.15: Aufbau des Jakobsstabes.
© J. Reinhardt 2009

Tabelle für die Skalierung zu $d = 50$ mm:

L in mm	α	L in mm	α	L in mm	α
572	10°	335	17°	235	24°
519	11°	316	18°	226	25°
476	12°	299	19°	217	26°
439	13°	284	20°	208	27°
407	14°	270	21°	200	28°
380	15°	257	22°	187	30°
356	16°	246	23°	174	32°

Wir bauen einen Jakobsstab und ein Knotenbandlineal

Anmerkung:

Die Wertepaare ergeben sich aus dem Zusammenhang: $\frac{a}{2} = \frac{b}{L}$
 (entsprechend Anmerkung zu Aufgabe in 3.6.9)

Beispiel: Erscheint ein Stern bei der Schieberstellung 380mm über dem oberen Nagel, während über den unteren Nagel der Horizont anvisiert wird, so steht der Stern in einer Höhe von 15° über dem Horizont.

Das „Knotenbandlineal“ ist besonders leicht herzustellen.

Material: Ein Holzlineal, ca. 20 cm lang Schnur, ca. 100 cm lang

Aufbau: Die Schnur wird in der Mitte des Lineals befestigt; ihr freies Ende enthält in 57,3 cm Entfernung einen dicken Knoten. Die Skala des Lineals sollte möglichst weiß gestrichen sein, um des Nachts besser ablesen zu können.

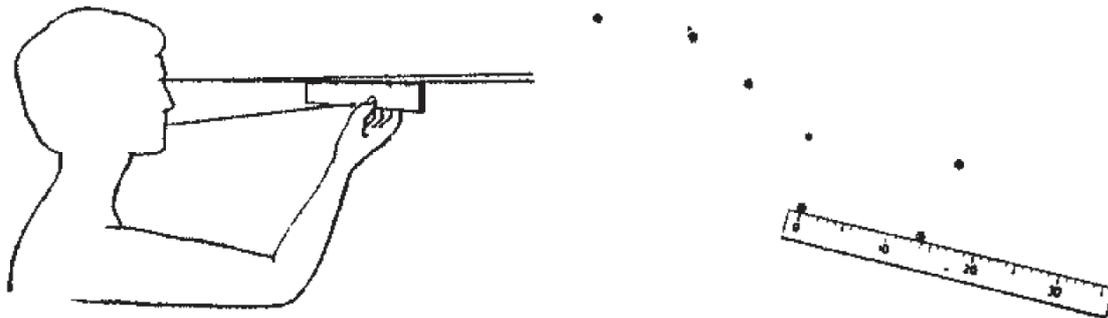


Abb.: © J. Reinhardt, R. Brandt 2009

Einsatz des Knotenbandlineals: Den Knoten hältst Du mit den Zähnen und spannst die Schnur. Dann entspricht – über das Lineal visiert – 1cm auf dem Lineal gerade 1°.

Eine weitere nahe liegende und einfach durchzuführende Übung im Umgang mit dem Jakobsstab, die zugleich auch neue Erkenntnisse schafft, ist die Ausmessung der Polhöhe. Dabei kann entdeckt bzw. vermittelt werden, dass der Polarstern (genau genommen der Himmelspol) genau in Höhe der geographischen Breite des Beobachtungsortes steht.

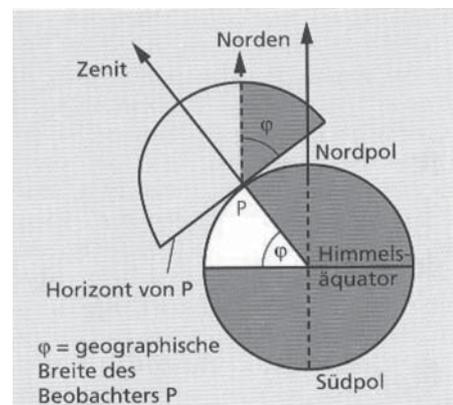


Abb.16: Polhöhe und geographische Breite. © J. Reinhardt 2010

3.6.12 Wir messen die Winkelabstände zwischen den Sternen des Großen Wagens

Wie weit die Sterne von uns entfernt sind, können wir mit unseren Geräten nicht bestimmen; Astronomen haben erst im 20. Jahrhundert gelernt, nicht mehr über die Entfernung von Sternen zu spekulieren, sondern diese zu messen. Wie ihnen dieses gelingen konnte, ist eine andere und sehr aufregende Geschichte, die physikalische Erkenntnisse nutzt und nicht ohne Irrwege ablief. Was die Astronomen aber seit langem können, ist die Bestimmung der Winkelabstände zwischen Sternen. Und dies kannst Du mit Deinen Geräten „Eigene Hand“ und „Jakobsstab“ ebenfalls tun.

Aufgaben:

1. Bestimme die Winkelabstände zwischen den Sternen des Großen Wagens mit
 - a) (Teilen) Deiner geeichten Hand
 - b) dem Jakobsstab
 - c) dem Knotenbandlineal.
2. Vergleiche die drei Ergebnisse miteinander.
3. Die Vollmondscheibe erscheint uns von der Erde aus unter dem Blickwinkel von etwa $0,5^\circ$. Schätze ab, wie viele Vollmondscheiben in dem Kasten des Großen Wagens Platz finden würden ohne sich gegenseitig zu bedecken.

Tipp: Du kannst die Gradangaben auch als cm-Angaben deuten und die Situation zeichnerisch lösen.

Anmerkung: In Wirklichkeit wandert der Mond von der Erde aus gesehen nie durch den Kasten des Großen Wagens, denn seine Bahn ist viel weiter vom Himmelspol entfernt als die Bahn des Großen Wagens.

Du bist jung und hast noch gute Augen. Wenn diese nicht gerade durch Taschenlampenlicht oder andere irdische Lichtquellen geblendet sind, so sind sie genügend empfindliche Sinnesorgane, um noch Weiteres zu entdecken: Betrachte die unmittelbare Umgebung des mittleren Deichselsterns. Er scheint ein sichtbarer Doppelstern zu sein. Informiere Dich im Internet über diesen „Partnerstern des Mizar“; Stichwort „Alkor“ oder „Reiterlein“. Es gibt offenbar noch vieles zu entdecken am Himmel, wenn Du nur genau genug hinschaust.

Damit klar ist, von welchem Stern die Rede ist, kannst Du die Sterne durchnummerieren oder die Bezeichnung der Astronomen verwenden.

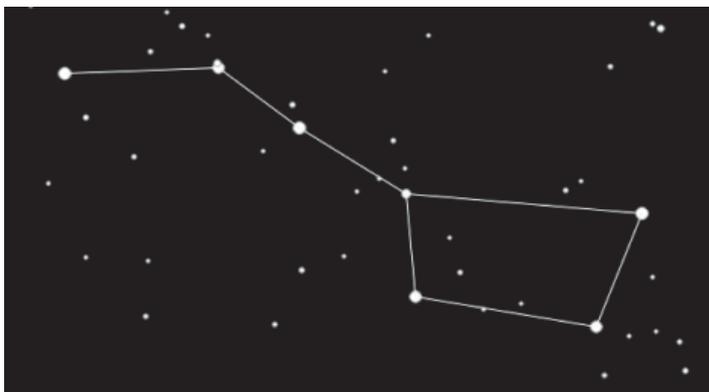


Abb.17: Sternfeld Großer Wagen (Uma). © Wikipedia

Wir messen die Winkelabstände zwischen den Sternen des Großen Wagens

Kastenstern oben rechts	Nr. 1	α Uma, Dubhe (arab. Bär)
Kastenstern unten rechts	Nr. 2	β Uma, Merak (arab. Lende)
Kastenstern unten links	Nr. 3	γ Uma, Phekda
Kastenstern oben links	Nr. 4	δ Uma, Megrez (arab. Anfügepunkt des Schwanzes)
Rechter Deichselstern	Nr. 5	ϵ Uma, Alioth (arab. Ziege)
Mittlerer Deichselstern	Nr. 6	ζ Uma, Mizar (arab. Mantel)
Linker Deichselstern	Nr. 7	η Uma, Alkaid oder Benetnasch (arab. Klageweiber)
Uma ist die Abkürzung für Ursa major (lat. Großer Bär)		

Messergebnisse:

Winkelabstand zwischen	Messwert mit der geeichten Hand	Messwert mit dem Jakobsstab	Messwert mit dem Knotenbandlineal
Dubhe – Merak			
Merak – Phekda			
Phekda – Megrez			
Megrez – Dubhe			
Megrez – Alioth			
Alioth – Mizar			
Mizar – Alkaid			

Ergebnisse aus der Literatur:

Dubhe – Merak	6,4°
Merak – Phekda	13,3°
Phekda – Megrez	5,3°
Megrez – Dubhe	18,7°
Megrez – Alioth	9,8°
Alioth – Mizar	7,6°
Mizar – Alkaid	8,1°

3.6.13 Entfernungsmodell Erde – Mond – Sonne – nächster Fixstern

Unser Stern die Sonne: Die Sonne ist eine selbst leuchtende Gaskugel, die unsere Erde und weitere Planeten an sich bindet. Pflanzen, Tiere und wir Menschen verdanken ihre / unsere Existenz der Energie, die die Sonne dauernd abstrahlt. Ohne sie wäre Leben auf der Erde nicht möglich.

Der schnellste Bote in unserer Welt ist das Licht. Das Licht benötigt vom Mond bis zu uns 1,25 Sekunden, von der Sonne (unserem nächsten Stern) bis zu uns immerhin schon 500 Sekunden, vom (zweit) nächsten Stern bzw. nächsten Fixstern (Proxima Centauri) bis zu uns ca. 4,2 Jahre, ohne auf dieser langen Reise zu erlahmen; das Licht ist auf seiner Reise immer gleich schnell.

Man sagt: „Der Mond ist 1,25 Lichtsekunden von uns entfernt, die Sonne 500 Lichtsekunden oder $8\frac{1}{3}$ Lichtminuten und der nächste Fixstern 4,2 Lichtjahre.“

Dieses sind keine Altersangaben der Gestirne, sondern Entfernungsangaben. Solche Angaben kennst Du auch von Deinem Schulweg: wenn Du 10 Minuten Zeit mit dem Rad oder zu Fuß von zu Hause bis zur Schule brauchst, so versteht jeder Deine Mitteilung „Ich wohne 10 Fahrradminuten oder 10 Fußminuten von der Schule entfernt“ als Aussage über eine Weglänge. Diese kann jeder ohne Weiteres bestimmen, wenn Du ihm sagst, wie viele Meter Du mit dem Fahrrad oder zu Fuß in jeder Minute zurücklegst - vorausgesetzt, Du bist immer gleich schnell, was Dir nicht so leicht fallen wird wie dem Licht; das Licht legt nämlich überall zwischen den Gestirnen in jeder Sekunde die unvorstellbar große Strecke von 300.000 km zurück. Da uns das Licht die Botschaft von Mond, Sonne und Sternen bringt und dazu – auch wenn es ziemlich schnell unterwegs ist – Zeit benötigt, schaust Du, wenn Du Dir Sonne, Mond und Sterne anschaust, grundsätzlich in die Vergangenheit: Du siehst also z. B. unsere Sonne immer so, wie sie vor 500 Sekunden war. Wie schade, wir sind nie auf gleicher Zeit mit den Gestirnen! Aber wie großartig, wir können in die Vergangenheit blicken und zwar um so weiter zurück in frühere Zeiten des Kosmos, je weiter der Stern, den du betrachtest, von uns entfernt ist.

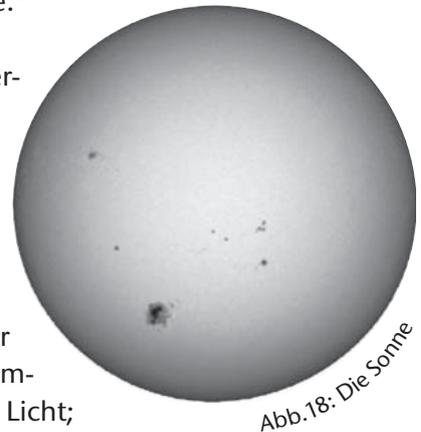


Abb.18: Die Sonne

Aufgaben:

1. Bestimme, wie viele Male die Sonne von uns entfernt ist im Vergleich zum Mond.
2. Bestimme, wie viele Male Proxima Centauri von uns entfernt ist im Vergleich zur Sonne.
3. Bestimme die Entfernung Erde-Sonne aus der Reisegeschwindigkeit und Reisedauer des Lichtes. Diese Entfernung ist ein sinnvoller Maßstab für die Entfernungsangaben in unserem Sonnensystem; die Astronomen nennen sie „Astronomische Einheit“, abgekürzt: 1AE.
4. Die großen Entfernungsverhältnisse und die Astronomische Einheit können wir Erdenbewohner uns nicht gut vorstellen. Daher soll nun Proxima Centauri in Gedanken so nah zu uns herangezoomt werden, dass er in Mondentfernung (384.000 km) zu stehen scheint. Bestimme die Entfernungen von Sonne und Mond zu uns in diesem verkleinerten Modell.

3.6.14 Wir beobachten und vermessen die Sonne

Die Sonne ist unter allen Sternen am besten beobachtbar, da sie uns im Vergleich zu anderen Sternen deutlich näher steht. Sie ist für uns eine ausgedehnte Lichtquelle, während schon Proxima centauri nur noch als punktförmige Lichtquelle erscheint. Jede Beobachtung der Sonne erfordert strengste Vorsichtsmaßnahmen: Schauge nie direkt in die Sonne, auch nie direkt in ein (an blanken Blechen oder Wasseroberflächen erzeugtes) Spiegelbild der Sonne; der direkte Blick gar durch ein Fernrohr – auch nur für Bruchteile von Sekunden – kann dazu führen, dass du erblindest.

Beobachtungsaufgabe:

Die Sonne lässt sich gefahrlos in einer begehbaren Lochkamera beobachten. Ein Zimmer, dessen Fenster nicht nach Norden gerichtet sind, ist dazu geeignet. Das Fenster muss gut verdunkelt werden (durch eine Jalousie oder einen lichtundurchlässigen Vorhang). In die Verdunkelung wird eine Öffnung (Loch) mit einem 2 bis 3 Millimeter großen Durchmesser geschnitten (Eigentümer fragen!). Das Sonnenlicht fällt auf einen hellen Bildschirm (DIN A3 Blatt) und erzeugt dort ein Bild der Sonnenscheibe.

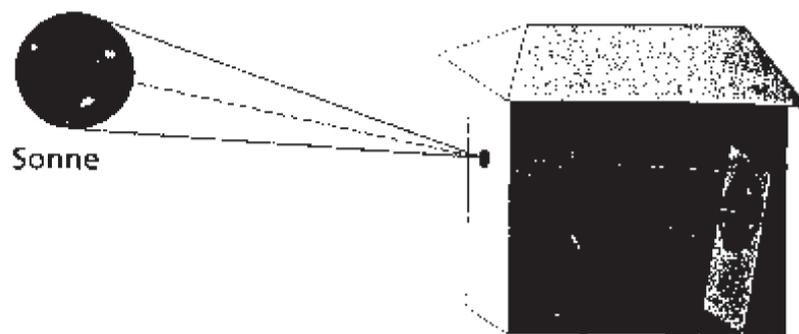


Abb. 19: Sonnenbeobachtung in einer begehbaren Lochkamera. © Wikipedia

Aufgaben:

1. Ändere den Abstand zwischen Bildschirm und Loch. Beschreibe, was dir auffällt.
2. Ändere die Neigung des Bildschirms und beschreibe, was dir auffällt.
3. Wann ist das Bild groß, wann ist es scharf?
4. Messe den Durchmesser d des Sonnenbildes und die Entfernung e zwischen Bildschirm und Loch für verschiedene Entfernungen e . Bestimme das Verhältnis $e : d$. Welcher Wert ergibt sich im Mittel? Vergleiche deine Werte mit dem Literaturwert: $e : d = 100$.
5. Die Zahl 100 verrät dir ein wichtiges Längenverhältnis aus unserem Sonnensystem: Da die Sonnenstrahlen sich geradlinig ausbreiten, ist die Sonne vom Loch ebenfalls ca. 100-mal so weit entfernt wie ihr Durchmesser groß ist. Besorge dir die Daten über Sonnenentfernung E (siehe auch 3.6.13, Aufgabe 3) und Sonnendurchmesser D und überprüfe diese Aussage.
6. Vergleiche die Helligkeit des Sonnenbildes im Zentrum und am Rand.
7. Vergleiche deine Beobachtungen mit den Live-Bildern der Sonne, die du im Internet finden kannst. Der Satellit SOHO liefert aktuelle Aufnahmen der Sonne.

3.6.15 Wir schauen genau hin: Lichtmuster auf dem Waldboden, unter den Hamburger Straßenlinden und in der Malerei

Was wir sehen, hängt nicht nur davon ab, worauf wir blicken, sondern auch davon, was wir zu sehen gelernt haben. Sogar Alltägliches übersehen wir häufig, und wenn wir es sehen, nehmen wir es häufig einfach fraglos hin. Die folgenden Bilder können Dich auf ein interessantes Phänomen aufmerksam machen, das wir häufig mit Füßen treten, obgleich es uns bei genauerer Betrachtung tief in den Aufbau des Sonnensystems blicken lässt.



Abb. 20: AUGUST RENOIR (1841–1919), „Moulin de la Galette“, Paris, Musée d’Orsay

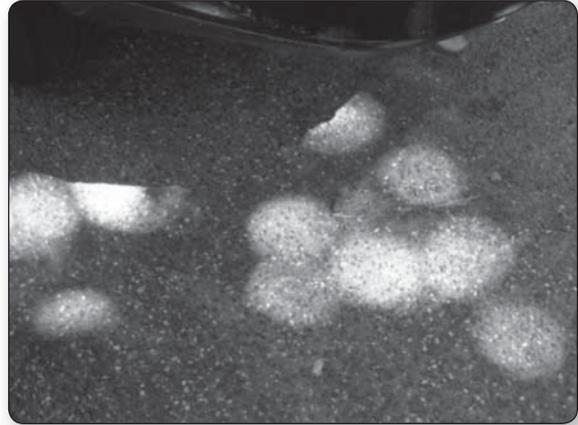


Abb. 22: Lichtmuster auf dem Asphalt der Straße Moorkamp (unter Lindenbäumen, ca. 10m hoch).
© J. Reinhardt, 2010



Abb. 21: Waldweg im Sachsenwald; Blattwerk zwischen 3m und 15m hoch.
© J. Reinhardt, 2010



Abb. 23: Lichtflecken an der Straße Moorkamp unter der U-Bahnbrücke (ca. 6m hoch).
© J. Reinhardt, 2010

Aufgaben:

1. Suche zu einer Jahreszeit, wenn die Bäume Blätter tragen, an einem sonnigen Tag nach Lichtflecken, wie sie hier wiedergegeben sind. Notiere Beobachtungszeitpunkt, Beobachtungsort; lege einen Gegenstand zu dem Lichtmuster, der als Vergleichsmaßstab dient, und fotografiere das Lichtmuster mit diesem zusammen.
2. Beschreibe Gestalt und Größe der Lichtflecken.
3. Informiere Dich in der Hamburger Kunsthalle über das Bild „Terrasse von Jacob in Nienstedten“, das der berühmte Maler MAX LIEBERMANN 1902 geschaffen hat.

3.6.16 Wir beobachten Sonnentaler

Diese wunderbaren Lichtflecken nennt man wegen ihrer Gestalt und Herkunft (Sonne!) Sonnentaler. Wenn du kein Zimmer findest, in dem du die Jalousie oder den Vorhang durchlöchern darfst, so gehe hinaus in die Natur; sie bietet dir unter Schatten spendenden Bäumen eine begehbare Natur-Löcher-Kamera. Die Bäume sollten Blätter tragen, die Sonne sollte scheinen; geeignete Tage sind im späten Frühjahr, im Sommer oder im frühen Herbst. Die Sonne sollte möglichst hoch am Himmel stehen. Beobachte unter dem Blätterdach einer Hamburger Straßenlinde das Lichtmuster auf dem Boden. Oder achte bei einem Waldspaziergang an sonnigen Tagen auf die Lichtmuster auf dem Waldboden. Das Blätterdach beschattet deinen Aufenthaltsraum, der Boden ist der Auffangschirm für viele etwas unterschiedlich große Sonnentaler. Sie alle sind ein Bild der ausgedehnten Sonnenscheibe.

Aufgaben:

1. Erläutere, weshalb du mehr als ein Bild der Sonnenscheibe siehst.
2. Erläutere, woran es liegt, dass die Sonnentaler nicht alle gleich groß sind.
3. Messe den Durchmesser d der Sonnentaler und schätze die Höhe h des Schatten spendenden löchrigen Blättervorhanges ab und bilde das Verhältnis $h : d$.
4. Vergleiche deine Ergebnisse mit den folgenden Werten, die in einer Lindenallee bei Wohltorf am 27. Juni 2010 gemacht worden sind:

Durchmesser d des Sonnentalers	5,5 cm	335	17°	235
Höhe h des Blättervorhanges	5–6 m	7–8 m	9–12 m	14–16 m
$h : d$				

Das Ergebnis wird Dich nicht überraschen, wenn Du Aufgabe 4 in 3.6.14 bearbeitet hast: Die Sonne ist ca. einhundert Mal so weit von der Erde entfernt wie ihr Durchmesser groß ist.

Wie bei der Lochkamera-Abbildung verbirgt sich beim Phänomen der Sonnentaler auch der Strahlensatz:

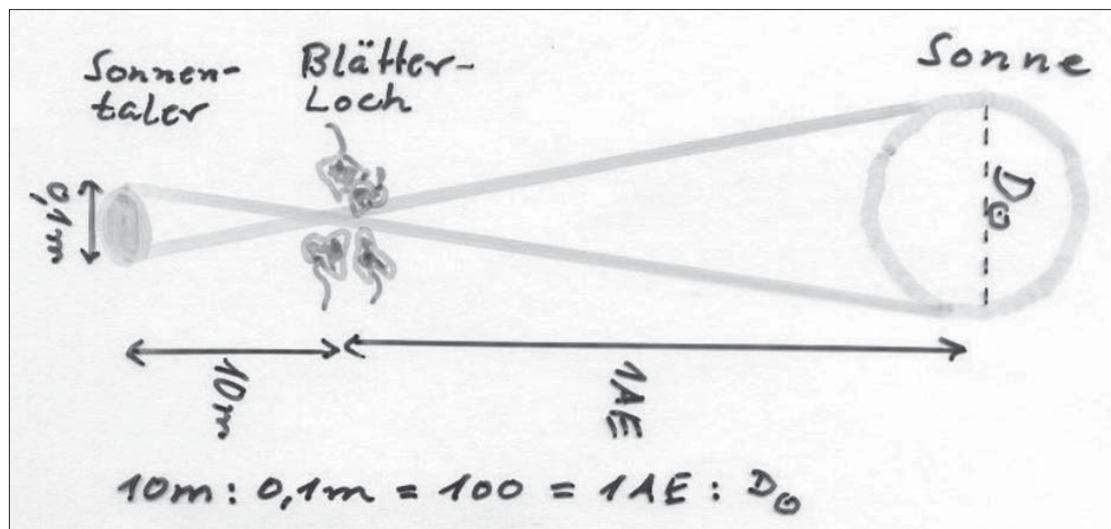


Abb. 24: Strahlenmodell der Blätterlochabbildung der Sonnenscheibe. © J. Reinhardt 2001

3.6.17 Die Wanderung der Sonnentaler

Suche an einem sonnigen und windstillen Tag Sonnentaler.

Aufgaben:

1. Markiere den Umriss eines Sonnentalers auf dem Boden mittels Kreide oder eines Stöckchens auf / in dem Boden oder lege einen DIN A4-Bogen auf den Boden und zeichne den Sonnentaler nach. Der Bogen soll nicht verrückt werden (mit Steinchen beschweren!).
2. Beobachte nun ca. 3–4 Minuten lang den Sonnentaler.
 - a) Beschreibe, was dir auffällt.
 - b) Erläutere das Geschehen.
 - c) Wenn du so auf den Boden (das Papier) schaust, dass der Sonnentaler sich nach rechts bewegt, wohin bewegt sich die Sonne über dir? Begründe, dass du die Beobachtungen an einem windstillen Tag machen sollst.
3. Finde heraus, wie lange es dauert, bis der Sonnentaler sich um seinen eigenen Durchmesser weiter bewegt hat.
4. Wiederhole deine Messung mehrmals und bilde den Mittelwert (T) aller Messergebnisse.
5. Überlege dir, wie du aus deinem Mittelwert T und der bekannten Tatsache, dass die Sonne einen vollen Umlauf (360°) in 24 Stunden vollbringt, den Winkel ermitteln kannst, unter dem wir von der Erde aus die Sonnenscheibe sehen.

Anmerkung: Du kannst die Wanderung des Sonnenbildes natürlich auch im verdunkelten Lochkammeraum durchführen. Das hat einen Vorteil, welchen?

6. Wenn Deine Beobachtungen auf einen Wert für T von ca. 2 Minuten führen, so hast Du gut beobachtet und gemessen. In der Tat benötigt die Sonne bei ihrer scheinbaren Umdrehung um die Erde zum Durchlaufen ihres eigenen Durchmessers am Himmel ca. 2 Minuten. Da ein Tag 24 Stunden und jede Stunde 30 Zweiminutentakte hat, überdeckt die Sonnenscheibe nur einen kleinen Teil des Vollwinkels. Bestimme diesen Winkel, unter dem wir von der Erde aus die Sonnenscheibe sehen.

Anmerkung: Die Sonnenscheibe erscheint uns unter dem gleichen Winkel wie eine Ein-Euro-Münze (Durchmesser 23 mm), wenn wir sie aus der Entfernung 2,64 m betrachten.

Tipp: Eine absolut sichere Beobachtung der Sonne bietet das Solar-scope der Firma Baader Planetarium (Downloads im Internet unter dem Stichwort Solarscope; Kosten 90 €). Das Teleskop ist schnell aufzubauen, mehrere Schülerinnen und Schüler können zugleich die Sonnenscheibe auf einem Projektionsschirm beobachten, Sonnenflecken und die Mitte-Rand-Verdunkelung entdecken und die Zeit T bestimmen, die die Sonne benötigt, um sich um ihren eigenen Durchmesser weiter zu bewegen. Das Gerät steht im Landesinstitut Hamburg, Abtlg. Physik (Herr Brandt) zur Ansicht bereit.



Abb.: © Baader Planetarium

3.6.18 Wir basteln ein Modell zur Größe des Himmelsbogens

Material:

1 blauer Pappbogen DIN A3, Ca. 40 gelbe kreisförmige Aufkleber, 1cm Durchmesser (Papierwarengeschäft), Kleber

„Wie groß der Himmelsbogen ist“ kannst du dir auf die folgende Weise veranschaulichen: Zur Tag- und Nachtgleiche, also am 21. März und am 23. September, ist der Tagbogen der Sonne genauso lang wie der Nachtbogen, also jeweils 180°. Die Sonnenscheibe erscheint uns von der Erde aus unter dem Winkel von 0,5°.

Aufgaben:

1. Bestimme, wie viele Sonnenscheibchen dicht an dicht überdeckungsfrei längs des Tagbogens Platz finden.
2. Für den Tagbogen der Sonne soll nun ein schmaler, langer Pappstreifen hergestellt werden, so dass auf ihm alle Sonnenscheibchen aufgereiht Platz finden. Bestimme Breite und Länge des Streifens und stelle ihn her.
3. Vermutlich wirst du aufstöhnen, wenn du alle unter a) berechneten Sonnenscheibchen aufkleben sollst. Das Ergebnis macht deutlich, wie sehr wir die Größe der Sonnenscheibe am Himmel überschätzen. Du kannst auch mit weniger Sonnenmodellscheibchen auskommen und verteilst diese gleichmäßig auf dem Tagesbogenmodellstreifen- Überlege dir, wie viele Scheibchen du benötigst, wenn benachbarte Scheibchen Sonnenstände nicht im Abstand von 2 Minuten, sondern von z. B. 20 Minuten oder 30 Minuten modellieren sollen.
4. Stelle den Tagbogen her, bei dem der Sonnenstand alle 30 Minuten wiedergegeben wird.

Anzahl der Sonnenmodell- scheibchen (Ø 1 cm)				
Mittelpunktabstand benachbarter Scheibchen	1 cm			45 cm
Zeitabstand benachbarter Modellscheibchen	2 min	20 min	30 min	

3.6.19 Wie das Größere hinter dem Kleineren versteckt werden kann

Material:

Fußball, Tennisball, 3 Personen, 4 m langer Bindfaden

Aufgaben:

1. Fordere einen Mitschüler auf, den Fußball in einigen Metern Entfernung von Deinem Standort ungefähr in Augenhöhe zu halten. Einem zweiten Mitschüler, der den Tennisball hält, gibst Du Anweisungen, sich so hinzustellen, dass Du, ohne Deinen Standort zu verändern, den Eindruck hast, dass der Fußball gerade hinter dem Tennisball verschwindet. Du kannst auch zunächst den Tennisballträger sich aufstellen lassen und dirigierst dann den Fußballträger, so dass der Fußball gerade hinter dem kleineren Tennisball verschwindet. Beide Bälle erscheinen nun von Deinem Standort aus betrachtet unter dem gleichen Sehwinkel.
2. Für diejenigen, die es genauer untersuchen wollen: Messe die Durchmesser der Bälle und deren Entfernungen zum Beobachter, wenn der kleinere gerade den größeren abdeckt. Bilde das Verhältnis aus Entfernung zu Durchmesser für jeden der Bälle. Formuliere das Ergebnis.
3. Lasse die beiden Ballträger fest stehen und ändere Deine Position. Beschreibe Deine Beobachtungen.

Dieses Bedeckungsspiel findet im großen Rahmen für uns Erdbewohner mit Mond und Sonne statt. Der kleine Erdenmond kann die große Sonne gelegentlich gerade verdecken. In Deinem 3-Personen-Spiel habt ihr eine totale Sonnenfinsternis nachgespielt (simuliert). Der Begriff „Finsternis“ ist irreführend, denn die Sonne strahlt ununterbrochen, sie wird also nicht abgeschaltet und dann nach einer Weile wieder eingeschaltet, sondern schlicht vom Mond abgedeckt, indem dieser zwischen Sonne und Erde tritt. Und das Verhältnis aus Entfernung und Durchmesser ist für Sonne und Mond gleich groß, so wie im obigen Spiel für den Fußball und den Tennisball:

$$\frac{r_{\text{Sonne}}}{d_{\text{Sonne}}} = \frac{r_{\text{Mond}}}{d_{\text{Mond}}} \quad \text{und wie es dir die Sonnentaler aus den Aufgaben 3 und 4 in 2.6.16 verraten}$$

haben, hat dieses Verhältnis ungefähr den Wert 100 : 1.

4. Kontrollexperiment: (siehe Thema 17: Wanderung der Sonnentaler) Beobachte den Vollmond, z. B. wenn er bald nach Sonnenuntergang im Osten aufgegangen ist. Bitte Deinen Freund, eine Euro-Münze so zwischen Dein Auge und den Mond zu halten, dass die kleine Münze gerade die Vollmondscheibe bedeckt. Messe die Entfernung zwischen Auge (Stirn) und der Münze mit Hilfe eines gespannten Fadens und vergleiche diese mit der in der Anmerkung zu Aufgabe 6 in 3.6.17 angegebenen Entfernung.

Anmerkung: Amelie aus der Klasse 5 antwortete vor einigen Jahren auf die Frage wie groß der Mond sei: *„Er ist nicht einmal so groß wie der Nagel meines kleinen Fingers, denn ich kann den Mond dahinter verschwinden lassen.“* Hat sie Recht? Versuch es doch selbst mal!

5. Aus dem Thema 13 ist Dir bekannt, dass das Licht von der Erde zum Mond 1,25 s und zur Sonne sogar 500 s benötigt. Du hast in Aufgabe 1 in 3.6.13 ermittelt, wie viele Mal so weit die Sonne von uns entfernt ist im Vergleich zum Mond. Der Durchmesser der Sonne beträgt ca. 1,5 Millionen km. Bestimme aus diesen Daten den Durchmesser des Mondes und vergleiche Dein Ergebnis mit dem Wert aus der Literatur.

3.6.20 Wir bauen ein Modell für die Himmelskörper Sonne – Mond – Erde

Aus den bisherigen Informationen und Messungen ist Dir bekannt:

1. Die Sonne ist ca. 100-mal soweit von uns entfernt wie ihr Durchmesser groß ist.
2. Der Mond ist ebenfalls 100-mal so weit von uns entfernt wie sein Durchmesser groß ist.
3. Die Sonne ist ca. 400-mal soweit von uns entfernt wie unser Mond.

Aufgaben:

1. Beschaffe Dir die Daten über den Sonnen- und Erddurchmesser und zeige: der Durchmesser der Sonne ist etwa 100-mal so groß wie der unserer Erde (genauer. 109-mal so groß).
2. Diese Tatsachen sollst Du in einem Modell darstellen. Verwende für die Darstellung der Sonne einen Ball von 40 cm Durchmesser oder 100 cm Durchmesser (teuer). Bestimme die anderen Größen des Modells:

Durchmesser der Modellsonne	Durchmesser des Modellmondes	Entfernung Sonne-Erde im Modell	Entfernung Erde-Mond im Modell	Durchmesser der Modellerde
40 cm				
100 cm				

3. Baue eines der Modelle auf dem Schulhof oder dem Sportplatz auf.

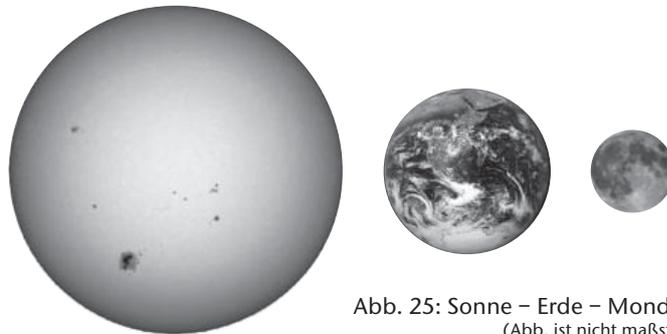


Abb. 25: Sonne – Erde – Mond. © NASA
(Abb. ist nicht maßstabsgetreu!)

Ergebnis von Aufgabe 2:

Durchmesser der Modellsonne	Durchmesser des Modellmondes	Entfernung Sonne-Erde im Modell	Entfernung Erde-Mond im Modell	Durchmesser der Modellerde
40 cm	1 mm	40 m	10 cm	4 mm
100 cm	2,5 mm	100 m	25 cm	10 mm

3.6.21 Scheibe oder Kugel

Dass die Erde keine flache Scheibe ist, sondern nahezu Kugelgestalt hat, beweisen die wundervollen Fotos, die von Weltraumsonden gemacht und in den Medien veröffentlicht werden.

Doch ursprünglich stellten sich die Menschen die Erde nicht als Kugel vor, sondern in den Mythen vieler Völker finden wir die Vorstellung einer flachen Scheibe, die als Insel auf einem Urzean durch die Kraft eines Schöpfergottes geschaffen worden sei. Diese Vorstellung, die in den Hochkulturen Mesopotamiens belegt ist, wurde auch in das Alte Testament übernommen.

Im 5. oder 4. Jahrhundert v. Chr. ist vermutlich erstmals die Vorstellung von der Kugelgestalt der Erde geäußert worden; der römische Dichter HORAZ berichtet, dass der griechische Gelehrte ARCHYTAS (ca. 410–350 v. Chr.) aus Tarent (im süditalienischen Apulien) die Oberfläche der Erdkugel vermessen habe.

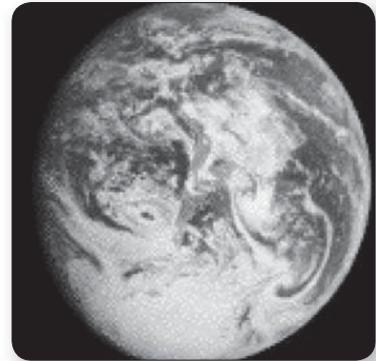


Abb. 26: Die Erde von Apollo 17 aus gesehen am 07.12.1972. © Nasa



Abb. 27: Die Erde vom Mond aus gesehen. © Nasa

Aufgaben:

1. Zu Zeiten des ARCHYTAS ist man schon weit gereist und hat die Gestirne und Phänomene am Himmel genau beobachtet. Überlege Dir, welche Erfahrungen die Griechen damals als Gründe für die Kugelgestalt der Erde haben angeben können.
2. Informiere Dich in den Medien über nahe liegende Erfahrungen, die für eine Kugelgestalt der Erde und der Himmelskörper schon damals gesprochen haben können.

Ergebnis/Hinweise auf die Kugelgestalt (aus: Aristoteles, „Über den Himmel“):

1. Am Horizont tauchen zunächst die Schiffsmasten und dann erst der Schiffsrumpf über dem Meer auf. Bei von der Küste weggehenden Schiffen wird der Rumpf als erstes der Sicht verborgen und dann erst das Segel.
2. In südlicher gelegenen Ländern erscheinen südliche Sternbilder höher über dem Horizont.
3. Wandert man in weiter nördlich gelegene Regionen, so steht der Himmelspol in größerer Höhe über dem Horizont.
4. Der Erdschatten bei einer Mondfinsternis ist stets rund.

Das Modell (aus 3.6.20) ist noch unvollständig, da wir noch nicht gemessen haben, wie groß der Durchmesser der Erde ist.

3.6.22 Vom flachen zum gewölbten Ägypten

Aufgaben:

1. Zeichne einen Ausschnitt der Erdlandkarte zwischen dem 20. und 32. nördlichen Breitengrad und dem 28. und 36. östlichen Längengrad auf eine ca. 60 cm x 90 cm große Pappe. Zeichne den nördlichen Wendekreis ein, den Nil und das Nildelta, die Städte Assuan (in der Antike Syene genannt), Kairo, Gizeh und Alexandria. Errichte in den Städten Syene und Alexandria einen vertikal auf der Pappe stehenden Schattenstab (Gnomon genannt) oder Turm, ca. 4cm hoch.
2. Mache mit diesem Pappmodell an einem sonnigen Tag folgendes Experiment:
 - a) Zunächst orientierst Du die flache Pappscheibe so zum Sonnenlicht, dass die beiden Gnomone keine Schatten werfen.
 - b) Wölbe die Pappscheibe so, dass die Längengrade gebogen sind, und bringe die gewölbte Landkarte so in das Sonnenlicht, dass der Schatten in Syene verschwindet. Beobachte das Schattenphänomen in Alexandria.



Abb. 28: Ebene Erdoberfläche.
© J. Reinhardt 2001

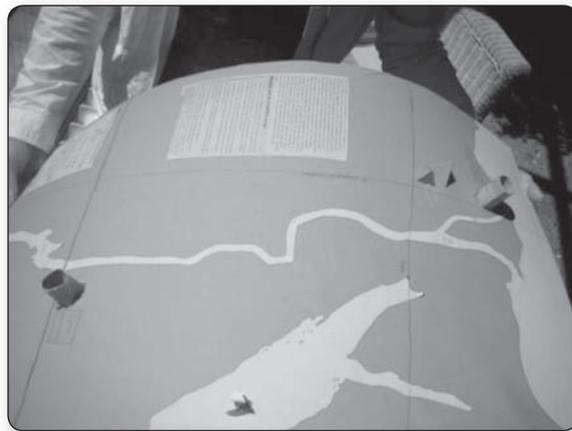


Abb. 29: „Gewölbte Erdoberfläche“.
© J. Reinhardt 2001

Anmerkung: Mit diesem Pappmodell kann der Übergang von der Scheibe zur nicht ebenen Situation nur durch Wölbung längs einer Richtung simuliert werden (Zylinderfläche), nicht jedoch der Übergang zur Kugeloberfläche, die längs zweier orthogonaler Richtungen gekrümmt ist. Gleichwohl leitet der Modellversuch aus Thema 3.6.22 direkt über zum Thema 3.6.23.

3.6.23 Die Vermessung der Erdkugel durch ERATOSTHENES

Die geniale Idee zur Vermessung der Erdkugel, ohne jemals einmal um diese herum gewandert zu sein, stammt von dem Leiter der größten Bibliothek des Altertums, die in Alexandria am Nildelta eingerichtet worden war, um das Wissen der damaligen Zeit zu bewahren: ERATOSTHENES aus Kyrene (im heutigen Lybien) war 50 Jahre lang Leiter dieser Bibliothek; er war dazu besonders wegen seiner vielfältigen Fähigkeiten in der Mathematik, Geographie, Astronomie und Musik die richtige Person am Hort der Wissenschaft; der ägyptische Herrscher PTOLMAIOS II schätzte diesen griechischen Gelehrten auch wegen seiner Begabungen als Dichter und Historiker; so lag es nahe, dass er ihn zum Erzieher seiner Sohnes bestellte, des späteren Königs PTOLEMAIOS III.

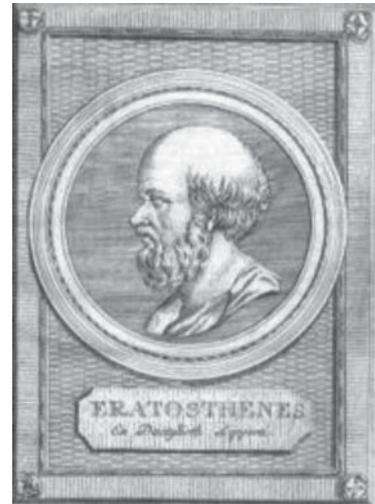


Abb. 30: ERATOSTHENES
276–194 v. Chr. © Wikipedia

ERATOSTHENES fiel das auf, was Du im Experiment 2b in 2.6.22 durch Orientierung der gewölbten Erdkarte zum Sonnenlicht erreicht hast: Einmal im Jahr, wenn die Sonne über dem Horizont am höchsten steht - das geschieht auf der Nordhalbkugel der Erde am 21. Juni – wirft der Gnomon in Syene keinen Schatten, der Gnomon in Alexandria wirft aber auch dann einen Schatten. Die Sonne steht also in Syene am 21. Juni im Zenit, in Alexandria jedoch nicht. Die Sonne kommt dort dem Zenit nur auf ein Fünzigstel des Vollwinkels nahe, wie ERATOSTHENES aus der Schattenlänge und Höhe des Gnomons herausfand. Der Vollwinkel ist also 50-mal so groß wie diese Abweichung vom Zenit, der Erdumfang muss demnach 50-mal so groß sein wie der Abstand zwischen Alexandria und Syene. Eine genial einfache Idee!

ERATOSTHENES schickte nun Schrittzähler auf den Weg durch das große ägyptische Reich bis nach Syene. Sie zählten ihre Schritte während der mehrere Tagesmärsche andauernden Wanderung und meldeten im Jahre 225 v. Chr. als Entfernung zwischen Alexandria und Syene:

5000 Stadien.

Die Längeneinheit 1 Stadion ist historisch nicht eindeutig überliefert. Im damaligen Ägypten soll sie einer Länge von ca. 157m entsprechen haben.

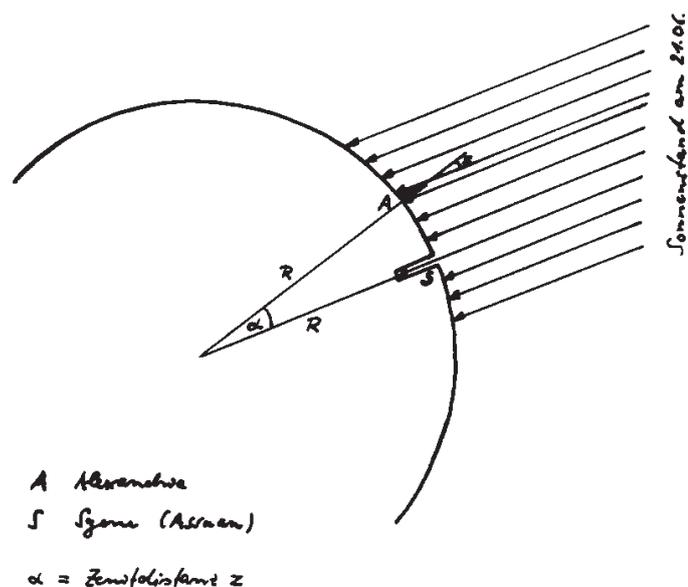


Abb. 31: Schnittbild der Sonneneinstrahlung auf die Erdkugel über den Orten Alexandria und Syene zum Sommeranfang (21. Juni).
© J. Reinhardt 2001

Die Vermessung der Erdkugel durch ERATOSTHENES

Aufgaben:

1. Bestimme die Entfernung Alexandria – Syene in km, berechne den Erdumfang aus den Daten des ERATOSTHENES und vergleiche das Ergebnis mit dem heute bekannten Wert.
2. ERATOSTHENES konnte auch den Durchmesser der Erdkugel bestimmen, denn der einfache Zusammenhang zwischen Kreisumfang und Kreisdurchmesser kannte schon der ein Jahrhundert vor ihm lebende und ebenfalls in Alexandria wirkende Mathematiker EUKLID, der das gesamte mathematische Wissen seiner Zeit systematisch in seinem Buch "Elemente" für die Nachwelt aufgeschrieben hatte.

Informiere Dich über den Zusammenhang zwischen Umfang und Durchmesser eines Kreises und berechne den Durchmesser der Erdkugel. Vergleiche mit dem Wert, den Du in Aufgabe 3 in 3.6.20 verwendet hast.

Projektaufgabe:

Du kannst den Erdradius nach der Methode von ERATOSTHENES bestimmen: Stelle zwei baugleiche Schattenstäbe her oder zwei baugleiche Sonnenringe (Thema 3.6.24), sende einen davon zu einem Projektpartner, der in einer möglichst weit südlich gelegenen Stadt Deutschlands wohnt; diese Stadt sollte möglichst auf dem gleichen Meridian (Längengrad) liegen wie Hamburg. Den Hamburger Meridian findest Du auf der Lombardbrücke oder bei Karstadt in der Mönckebergstraße in den Boden graviert (oder natürlich im Atlas).

Anstatt die Sonnenstände in Alexandria und Syene miteinander zu vergleichen, messen Du und Dein Partner in Hamburg und in der Partnerstadt zeitgleich die Höhe der Sonne über dem Horizont. Die Entfernung der beiden Orte bestimmst Du sicherlich nicht so, wie ERATOSTHENES es gemacht hat; aber neben den beiden Sonnenständen benötigst Du noch die Entfernung der beiden Städte. Bestimme aus diesen Größen den Erdumfang und den Erdradius.

Anmerkungen:

1. Syene liegt nicht genau auf dem nördlichen Wendekreis.
2. Syene liegt nicht auf dem gleichen Meridian wie Alexandria.
3. Ein römisches Stadion betrug der Überlieferung nach 185,5m.
Daraus entstehen systematische Fehler, die sich abschätzen lassen.

3.6.24 Wir bauen einen Sonnenring

Der Sonnenring ist ein Messgerät, mit welchem die Höhe des Sonnenstandes über dem Horizont bestimmt werden kann. Das Messgerät ist preiswert und leicht herstellbar. Die Messungen mit dem Sonnenring sind ohne Schwierigkeiten und vor allem gefahrlos durchführbar.

Material:

Kunststoff-Abwasserrohr von 100 mm bis 120 mm Innendurchmesser und 3 mm Wandstärke (Baumarkt), Faden von ca. 1 m Länge, Papierskala (siehe Abb. 36)

Herstellung:

Lasse das Rohr auf einer Bastlerkreissäge in ca. 35 mm breite Abschnitte zerlegen; so erhältst Du das Grundmaterial für mehrere Ringe. Zunächst solltest Du das abgeschnittene Rohrstück entgraten und glätten. Dann musst Du die Öffnung E bohren: ein 3 mm-Loch musst Du dann so tief senken, dass noch etwas 0,5 mm bis 1 mm stehen bleibt, denn nur so kann das Sonnenlicht auch bei kleinem Höhenwinkel h als genügend breites Bündel auf die Skala treffen.

Die Skala aus Abb. 33 muss nun am Kopiergerät so vergrößert oder verkleinert werden, dass ihre Markierungen „E“ und „90°“ einen Abstand haben, der drei Viertel des inneren Umfangs des Sonnenringes beträgt. Das Festkleben gelingt gut mit einem Streifen selbstklebender Buchbindefolie. Damit das Aufhängeband nicht verrutscht, solltest Du in der Mitte zwischen den Markierungen „E“ und „90°“, also an der Stelle „A“, den Kunststoffring beidseits etwa 1 mm einkerben. Lasse die Aufhängeschlaufe in diese beiden Einschnitte einrasten; der Sonnenring ist dann richtig aufgehängt.

Historisches:

Der Sonnenring ist schon im 17. Jahrhundert und vermutlich noch früher zur Navigation auf See benutzt worden, denn mit ihm lassen sich auch auf schwankendem Schiffsdeck Messungen der Sonnenhöhe durchführen; bei Seeleuten heißt das Messinstrument daher auch „Seering“.

Anmerkung:

Den Kreisbogen von „E“ bis zum Sonnenscheibchen sieht man vom abbildenden Loch „E“ aus unter dem Höhenwinkel h und vom Mittelpunkt (oder der Achse des Zylinders) aus unter dem Winkel $2h$; dahinter verbirgt sich der Peripherie-Zentriwinkel-Satz der Mathematik.



Abb. 32: Sonnenring (nach HAGGE).
© J. Reinhardt 2001



Abb. 33: Sonnenbild auf Messskala.
© J. Reinhardt 2001

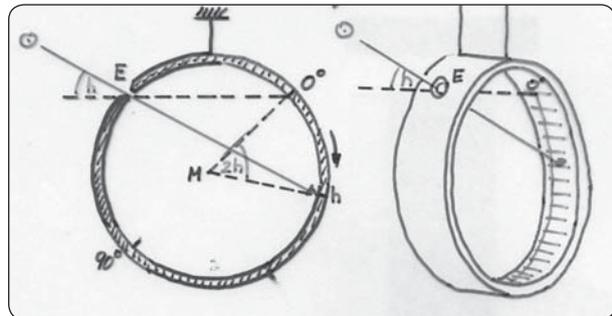


Abb. 34: Prinzipieller Aufbau des Sonnenringes.
© J. Reinhardt 2001

3.6.25 Wir messen die Tagesbahn der Sonne

Aufgaben:

1. Setze den Sonnenring ein und messe an einem bestimmten Tag vom Vormittag bis zum Nachmittag im Abstand von 30 Minuten den Höhenwinkel der Sonne. Notiere das Beobachtungsdatum.
2. Stelle Deine Messdaten in einem geeigneten Diagramm dar. Verbinde die Messpunkte durch eine glatte (knickfreie) Kurve.
3. Zeichne einige Sehnen parallel zur Zeitachse und lege durch deren Mittelpunkte eine Hilfsgerade; ihr Schnittpunkt K mit der Messkurve verrät etwas über den Sonnenhöchststand des Tages.
4. Bestimme den Zeitpunkt t_K .
5. Bestimme die Mittagshöhe h_K .
6. Wenn Du Ausdauer zeigst und diese Messung jeden Monat wiederholst, dann kannst Du über die Wanderung der Sonne am Himmel im Laufe der Jahreszeiten Wichtiges entdecken. Tipp: Besonders interessant sind Messzeiten um den Frühlings- und Herbstbeginn; messe dann z. B. wöchentlich.

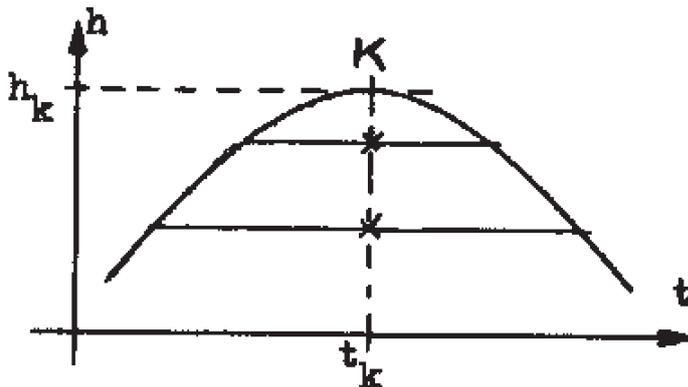


Abb. 35: Mess- und Auswertegraphik zur Bestimmung der Kulminationsdaten.
© J. Reinhardt 2010

Anmerkung:

Die räumliche Aufzeichnung der Sonnenbahn nach Prof. em. Dr. R. Szostak (Universität Münster) auf einer Plexiglashalbkugel (40 cm Durchmesser) überzeugt durch ihre Anschaulichkeit und Einfachheit bei der Durchführung. Das Messgerät steht zum Kennen lernen am Landesinstitut Hamburg, Abtlg. Physik (Herr Brandt) bereit.

3.7 Literatur

- **R. Szostak** – Erkennen von Naturgesetzmäßigkeiten – Astronomie in der Primarstufe, Wie Kinder erkennen, Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Band 1, p. 147–165, IPN Kiel 1991, ISBN 3-89088-057-6
- **R. Szostak** – Ordnung und Gesetzmäßigkeit im Verhalten der Natur als frühe Erfahrung, Wege des Ordners, Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Band 2, S. 136–150, IPN Kiel 1992, ISBN 3-89088-063-0
- **R. Szostak** – Eine sehr einfache und genaue Messung der Länge des Sonnenjahres, Didaktik der Physik (Hrsg. W. Kuhn), Tagungsband der Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Berlin 1992
- **R. Szostak** – Verbesserte Darstellungsmöglichkeiten zur Entstehung der Jahreszeiten, Naturwissenschaften im Unterricht Physik / Chemie, Band 29 (1981), S. 201–207
- **R. Szostak** – Eine leuchtende Sternkarte im Klassenzimmer erschienen in: Astronomie in der Schule, Friedrich-Verlag Velber, Heft 9, S. 15-21, 1992; Thema: Exkursion Abenteuer Sternenhimmel
- **K. Bargfried** – Göttergeschichten am Himmel, Astronomie in der Schule 28 (1991) 5, S. 27–29; Thema 3
- **P. Kriesel** – Physikalische Experimente in der Astronomie, Pädagogisches Zentrum Berlin, Ref. II D; Thema 12 (1995)
- **J. Lichtenfeld** – Am Himmel wird der Parkplatz knapp, Astronomie in der Schule 28 (1991) 5, S. 16–21; dort auch schöne Fotografie des offenen Sternhaufens der Plejaden; Thema: Exkursion Abenteuer Sternenhimmel
- **A. Zenkert** – Wie groß mag wohl der Himmel sein?, Astronomie + Raumfahrt 33 (1996) 3, S. 15; Thema 5 und 12
- **A. Christian, W. Winnenburg** – Die Welt durch Vergleiche erschließen, Astronomie in der Schule 29 (1992) 8, S. 28–30; Thema 20
- **O. Zimmermann** – Der Sonnenring Astronomie + Raumfahrt 31 (1994) 21, S. 29–30; Thema 24 und 25
- **W. Winnenburg** – Jeden Morgen geht die Sonne auf, Astronomie + Raumfahrt 33 (1996) 3, S. 12–14
- **P. Kriesel** – Langzeitbeobachtungen des Mondes, Astronomie in der Schule 28 (1991) 5, S. 21–26
- **A. Anhalt, W. Winnenburg** – Der Mond ist aufgegangen, Astronomie in der Schule 29 (1992) 2, S. 15–21
- **H. Theyssen, H. Krüger (Hrsg)** – Sonderausgabe Astronomie MNU-Sonderheft, Januar 2009

Auswahl hilfreicher Adressen im Netz:

- www.sternwarte-recklinghausen.de (viele Modelle mit Bastelanleitungen)
- www.blinde-kuh.de/catalog/weltall-astronomie.html (kommentierte Hinweise)
- www.stellarium.org/de/
- www.shatters.net/celestia/ (Freeware Planetariumsprogramme)
- www.br-online.de/wissen-bildung/thema/sternenhimmel/index.xml (Sternenhimmel aktuell online)
- www.astro-shop.com (Anbieter für Astronomiezubehör aus Hamburg, u. a. : „Solarscope“)
- www.astromedia.de (Anbieter für Astronomiezubehör und Modelle zum Basteln)
- www.mint-hamburg.de (Rahmenpläne)

3.8 Hinweise auf weitere Themen

Aus Platzgründen konnte hier natürlich nur eine Auswahl aus zahlreichen Themen getroffen werden, so dass der Leser vielleicht weitere lohnende Themenfelder vermisst, z. B.:

- Wir stöbern in einem Taschenkalender nach astronomischen Informationen (über die Bewegung von Erde und Mond).
- Wir beobachten die Mondphasen von Tag zu Tag einen Monat lang (lehrreiche Gelegenheit für eine Langzeitbeobachtung, für Rollenspiele mit drei Beteiligten: Sonne, Erde, Mond)
- Wir stellen ein Jahr lang alle 14 Tage den Untergangspunkt der Sonne am Horizont unseres Wohnortes fest (grobes Kalenderband)
- Wir beobachten die Lichtgestalt des Mondes bei seiner monatlichen Begegnung mit den Plejaden (siehe den Beitrag von Herrn Hansen).
- Wir bestimmen die Umdrehungsdauer der Erde (den sog. Sterntag).
- Wir bestimmen unseren Standort auf der Erde mit einfachen Hilfsmitteln wie Uhr und Winkelmesser.
- Wir stellen uns eine eigene Sternkarte her und lernen den Umgang mit einer drehbaren Sternkarte.
- Wir bauen Sonnenuhren.
- Wir lernen den Aufbau des Sonnensystems kennen.

3.9 Anhang: Skalen- und Bildmaterial

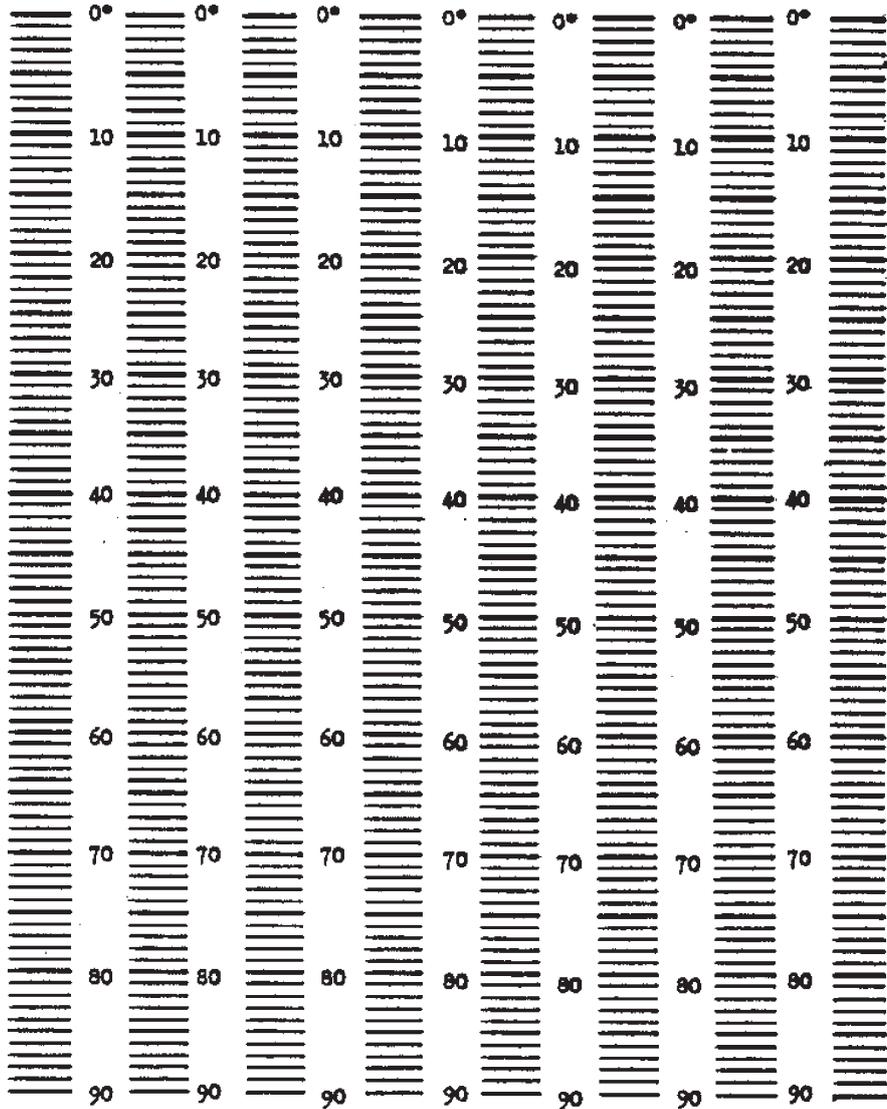
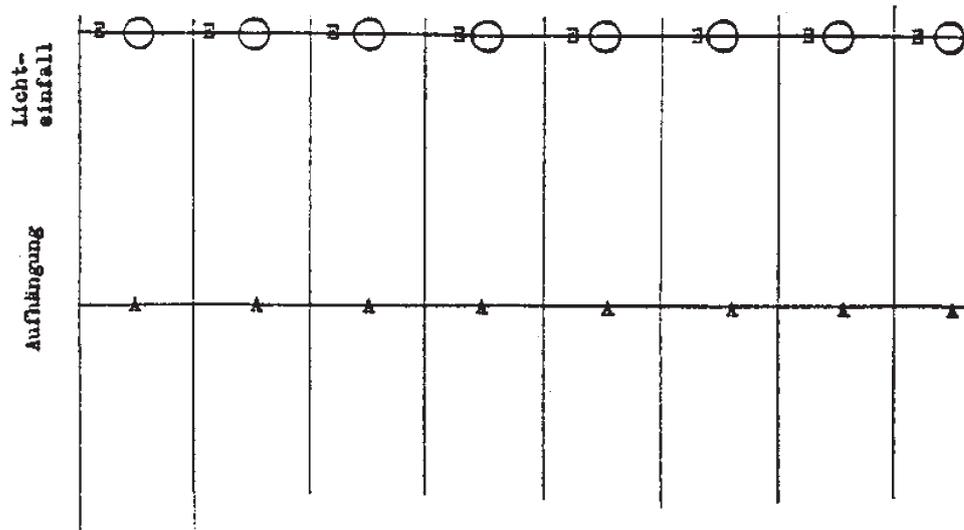
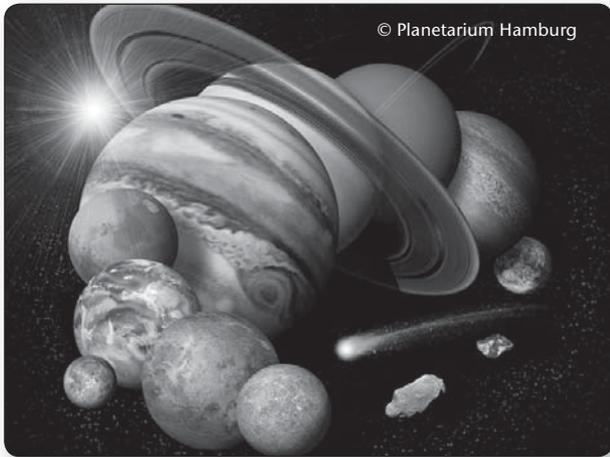


Abb. 36: Skalen für den Sonnenring nach HAGGE. © J. Reinhardt 2001



Abb. 37: Max Liebermann, Lindenterrasse bei Jacobs, 1902, (zum Thema Sonntaler, Aufgabe 3 in 3.6.15)

Sternenwissen: Achteinhalb Planeten – die große Tour durchs Sonnensystem



Produktion des Sudekum Planetarium in Nashville, Tennessee (USA).

Die Astronomen des Planetariums zeigen Ihnen dabei an der Sternenkuppel auch die tagesaktuelle Stellung der Planeten in ihren Bahnen und wo sie diese Wandelgestirne am Nachthimmel mit ihren eigenen Augen finden können. Steigen Sie ein zu einer ebenso anschaulichen wie informativen Tour durch unsere faszinierende planetare Nachbarschaft – Sie werden begeistert sein von der Schönheit und Vielfalt der Welten unseres Planetensystems – und vielleicht Ihre Zählweise der Planeten überdenken...

Empfohlen ab 10 Jahren

Wie viele Planeten gibt es in unserem Sonnensystem? Und was ist mit Pluto los?

Die neue Planetariumsproduktion „Achteinhalb Planeten“ wirft einen genauen Blick auf die kleine Gruppe von faszinierenden Himmelskörpern, die unser Tagesgestirn umkreist. Was wir uns noch vor wenigen Jahren mit dem Merksatz „Mein Vater Erklärt Mir Jeden Sonntag Unsere Neun Planeten“ merken konnten, war das Gefüge von Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto, das in scheinbar vorhersehbarer Unerschütterlichkeit die Sonne umkreist. Dann kam das Jahr 2006, und Pluto wurde degradiert. Seitdem diskutieren wir. Was ist jenseits von Neptun los? Und was tummelt sich da eigentlich alles zwischen Mars und Jupiter?

Es ist an der Zeit, einmal ganz genau hinzusehen, wie die planetarische Familie beschaffen und geordnet ist. Was ist die Definition eines Planeten? Was sind die spezifischen Merkmale? Was verbindet und trennt die Planeten? Was kommt nach Pluto? Und wie viele Planeten gibt es denn nun?

„Achteinhalb Planeten – die große Tour durchs Sonnensystem“ ist die deutschsprachige Premiere der vom Planetarium Hamburg erweiterten

Kontakt

Planetarium Hamburg, Hindenburgstraße 1b (Stadtpark), 22303 Hamburg

Ab 18. Januar regelmäßig im Programm

Eintritt: 8,50 €, ermäßigt: 5,50 €

Karten: 040/ 42 886 520

www.planetarium-hamburg.de

Sternenwissen: Rätsel des Lebens – Darwins große Reise (in 3D)

Eine spektakuläre Expedition für alle Naturforscher ab 12 Jahren

Wie ist die unerschöpfliche Vielfalt des Lebens auf unserem Planeten entstanden?
Können wir das Rätsel des Lebens jemals verstehen?

Folgen Sie dem jungen Charles Darwin bei seiner abenteuerlichen Expeditionsreise, die ihn an Bord der HMS Beagle auf die andere Seite der Welt führt. Werden Sie Zeuge, wie Darwin Stück für Stück die Teile eines wissenschaftlichen Puzzles zur Lösung des Rätsels des Lebens zusammenfügt. Staunen Sie über die Mechanismen der Evolution, die das Leben antreiben und erleben Sie die atemberaubende Schönheit unserer Erde: Von exotischen Lebensformen auf fernen Inseln und in den Tiefen der Meere - von den kleinsten Bausteinen im Zellkern – bis in die Weiten der Milchstraße führt unser Weg der Erkenntnis.

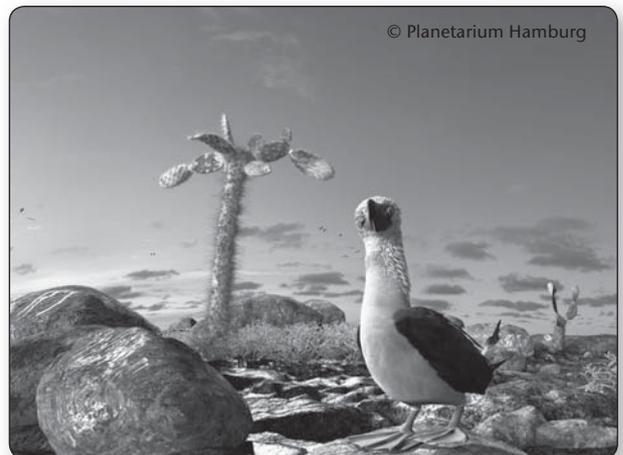
„Rätsel des Lebens“ verneigt sich in einem gewaltigen Bilder- und Klangrausch vor der Majestät und dem Wunder des Lebens. Die 40-minütige Reise in die Welt der Wissenschaft ist ein Werk der niederländischen Animationsschmiede „Mirage 3D“ und hat bereits mehrere Preise auf internationalen Festivals gewonnen – so u. a. den „Award of Excellence“ beim Fulldome

Festival Jena 2010 und den Preis für „Best Audio“ beim Imiloa Film Festival 2010 auf Hawaii. „Rätsel des Lebens“ ist die erste vollständig in 3D produzierte Planetariumsshow und feiert im Planetarium Hamburg in dieser eindrucksvollen 3D-version die Europapremiere!

Die kongeniale und ebenfalls preisgekrönte Musik hat der in London und Los Angeles lebende Mark Slater nicht nur komponiert, sondern auch arrangiert und das Budapest Symphony Orchestra und den Chor bei den Aufnahmen in Budapest dirigiert. Für die deutsche Sprachfassung konnte das Planetarium Hamburg den vielgerühmten Schauspieler Burghart Klaußner („Das Weisse Band“, „Der Vorleser“, „Das letzte Schweigen“, „Goethe“) gewinnen. Entstanden ist ein Meisterwerk in Bild und Klang – unbedingt sehenswert!

Kontakt

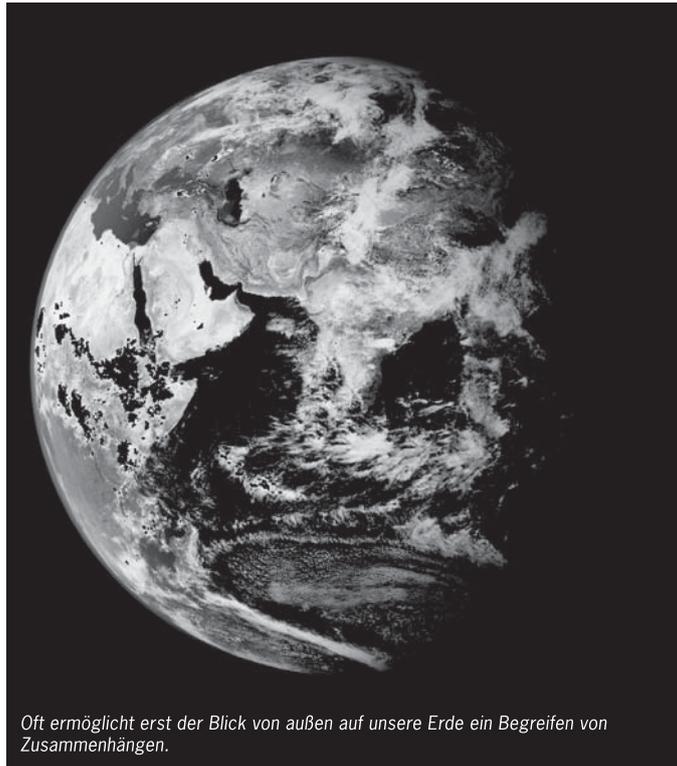
Planetarium Hamburg, Hindenburgstraße 1b (Stadtpark), 22303 Hamburg
Ab 16. Februar 2011 regelmäßig im Programm
Eintritt: 8,50 €, ermäßigt: 5,50 €
(plus 1,- Euro für Spezial-3D-Brille)
Karten: 040/ 42 886 520
www.planetarium-hamburg.de



NEUE PERSPEKTIVEN FÜR DEN UNTERRICHT

Das Planetarium Hamburg hilft, Zusammenhänge zu verstehen

Eigentlich wissen wir es. Wir konsumieren zu viel. Das kostet unsere Umwelt zu viele Opfer. Die Konsequenzen für unser nachlässiges oder unbedachtes Handeln werden für unser Ökosystem drastisch sein. In der uns von der Stadt Hamburg zugedachten Funktion als „Kompetenzzentrum Sonne - Erde - Leben“ richten wir den Blick intensiv auf Umweltprozesse in den Ökosystemen der Erde wie auch der Nachbarwelten in unserem Sonnensystem. Unsere neue Reihe PLANET ERDE beginnt am 25.11. mit der ersten Klimaexpedition „Alarmstufe Grün - Leben zwischen Eiszeit und Treibhaus. Im Jahr 2011, wenn Hamburg den Titel „Green Capital“ trägt, setzen wir dann weitere Schwerpunkte. Mit seiner einzigartigen Visualisierungstechnik kann das Planetarium Hamburg ein klares Bild von Ursachen und Wirkungen in den Systemen des Planeten Erde zeichnen und baut solche Brücken des Verstehens in komplexe naturwissenschaftliche Zusammenhänge. Dadurch hat es sich schon vielfach als „fliegendes Klassenzimmer“ bewährt. Schüler wie Lehrer schätzen gleichermaßen die



Oft ermöglicht erst der Blick von außen auf unsere Erde ein Begreifen von Zusammenhängen.

einzigartigen Perspektivwechsel, die das Planetarium bietet. Hier, im „außerschulischen Lernort“ Planetarium Hamburg“, wird der Unterricht

im besten Sinne einem spannenden Lernerlebnis; der Lehrstoff wird sachlich, aber auch mit starken, einprägsamen Bildern vermittelt

und verankert sich gleichzeitig in Herz und Verstand.

Je nach Altersstufe erklären wir schon Kindern im Vorschulalter, wo ihr Platz als Erdenbewohner im Gefüge von Sonne, Mond und Sternen ist. Mit den Schülern der Mittel- und Oberstufe fliegen wir weiter hinaus ins All und vermitteln einen Überblick über Zusammenhänge von Werden und Vergehen, von Mikro-, Bio- und Makrokosmos. Das hilft, das fragile Gleichgewicht, in dem sich unser Heimatplanet Erde befindet, wertzuschätzen.

Kommen Sie mit Ihren Schülern an Bord!

Mit besten Grüßen

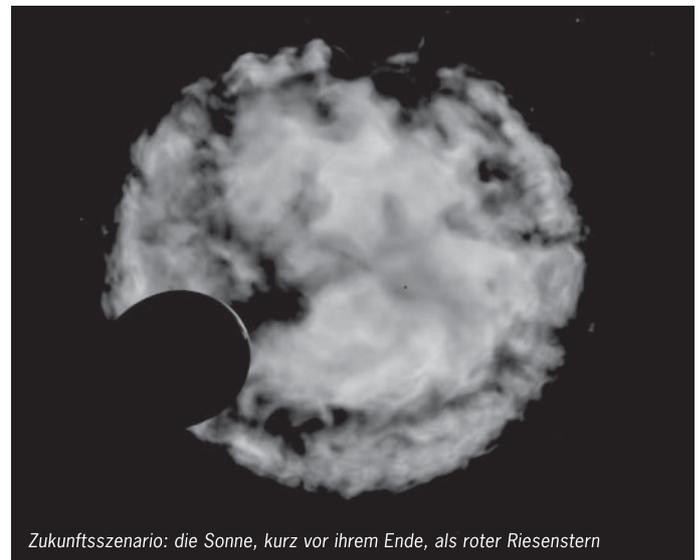


REISE ZU DEN STERNEN **Neues Programm geht dem Wesen der Sterne auf den Grund**



Seit Februar dieses Jahres nehmen wir Jugendliche ab 12 Jahren mit auf unsere REISE ZU DEN STERNEN. Das Programm ist mittlerweile eins der beliebtesten im Bereich

„Sternenwissen“. Zusammen mit unserem Publikum beobachten wir zunächst am nächtlichen Himmel Sterne in all ihren Daseinsphasen. Wir lernen die detektivischen Methoden moderner Astrophysiker kennen. Und folgen dem Team von „CSI Stars“ auf eine virtuelle Reise in Raum und Zeit. Sie führt uns von der Geburt der ersten Sterne in fernen Galaxien zu Sternhaufen unserer Milchstraße und von der Geburt unseres Sterns Sonne bis zum Lebensende der Sterne. Noch nie waren wir den Sternen so nah wie in diesem Programm! Diese Sternenreise entstand in Zusammenarbeit von über 100 Wissenschaftlern renommierter Forschungseinrichtungen in aller Welt. Regelmäßig auf dem Spielplan.



Zukunftsszenario: die Sonne, kurz vor ihrem Ende, als roter Riesenstern

LEBEN ZWISCHEN EISZEIT UND TREIBHAUS

Neues Planetariumsprogramm für Schüler ab der 7. Klasse, regelmäßig ab dem 25.11.2010 im Programm



Gastbeitrag von Frank Böttcher,
Leiter des Instituts für Wetter- und
Klimakommunikation

Es gab Zeiten in der Geschichte unseres Planeten, da sah die Erde aus dem Weltraum völlig anders aus als heute. Ein kilometerdicker Eispanzer breitete sich vom Nordpol bis weit nach Mitteleuropa und Nordamerika aus. Der sinkende Meeresspiegel ließ bis dahin versunkene Inseln hervortreten und ermöglichte die Überquerung von ehemals unüberwindbaren Wasserstraßen. Gerade einmal 12.000 Jahre liegt die letzte Eiszeit zurück. Immer wieder wechselten sich im Lauf der Erdgeschichte solche kalten Klimaperioden mit warmen ab. So wuchsen vor Millionen von Jahren, als es auf der Erde fast überall tropisch warm war, riesige Wälder. Im Lauf der Zeit wandelten sie sich in Kohle, die der Mensch heute zum Heizen und zur Energieerzeugung nutzt. Auch heute beobachten Wissenschaftler wieder eine starke

Veränderung des Klimas. Doch diesmal ereignet sich der Klimawandel schneller als jemals zuvor. Durch den ständig steigenden Ausstoß von Treibhausgasen wie Kohlendioxid heizt der Mensch die Atmosphäre immer weiter an. Mit dramatischen Folgen, wie uns der Blick aus dem Weltraum zeigt: Die einst kompakte Eisdecke auf dem Nordpol wird dünner und kleiner. Wüsten breiten sich immer weiter aus. Manche Flussläufe in trockenen Regionen versiegen, andere verwandeln sich in reißende Ströme und lassen ganze Landstriche versinken. Wochenlange Hitzeperioden begünstigen Feuersbrünste, wie wir sie in diesem Sommer in weiten Teilen Russlands sehen konnten.

Wie sich der Klimawandel aus dem Weltraum beobachten lässt, zeigt ab dem 25. November das neue Planetariumsprogramm PLANET ERDE – ALARMSTUFE GRÜN: EISZEIT UND KLIMAWANDEL. Diese Produktion bildet den Auftakt zu einer dreiteiligen Veranstaltungsreihe, die unter Mitarbeit des Instituts für Wetter- und Klimakommunikation entstand.

Diese Planetariumstrilogie zum Thema Umwelt setzt sich 2011 fort mit PLANET ERDE – ALARMSTUFE BLAU: EXTREMWETTER und PLANET ERDE – ALARMSTUFE ROT: ZUKUNFT DES MENSCHEN.



Das Kräftespiel Sonne - Erde - Leben, in der Collage dargestellt als Kohlendioxid-Molekül.

VERANSTALTUNGSTIPP

Film und Vortrag im Planetarium Hamburg:

JAGDZEIT

EINE DOKUMENTATION AUS DER ANTARKTIS



Gefährlicher Einsatz: Greenpeace versucht mit Schlauchbooten das Auftanken des Walfänger-Fabrikschiffes „Nisshin Maru“ im Walschutzgebiet der Antarktis zu verhindern.

Eine Filmpräsentation von Greenpeace

Mit Schlauchbooten stellen sie sich zwischen Wal und Harpune. Sie haben den Mut, das zu tun, wovon viele nur träumen. Der Dokumentarfilm „Jagdzeit“ erzählt von 37 Idealisten an Bord des Greenpeace-Schiffes „Esperanza“, die sich auf eine gefährliche Reise begeben. Sie wollen die japanische Walfangflotte in der Antarktis aufspüren. Japan tötet jedes Jahr knapp 1000 friedliche Meeressäuger im Walschutzgebiet – unter dem Deckmantel der Wissenschaft. Die Mannschaft der „Esperanza“ will das verhindern. Regisseurin Angela Graas und ihr

Filmteam führen 2007/2008 auf der „Esperanza“ mit. Greenpeace hat das Entstehen des Films unterstützt, aber weder Einfluss auf die Inhalte genommen noch sich an der Finanzierung beteiligt.

Begleiten Sie die Expedition, allen voran die Aktivistin Regine Frerichs, in die Antarktis und diskutieren Sie nach der Präsentation mit Greenpeace.

10. Dezember, 19.30 Uhr
Eintritt: 5,00 Euro

LERNEN VON DER HIMMELSSCHEIBE

Das Planetarium Hamburg stellt unterrichtsbegleitendes Material zur „Himmelscheibe von Nebra“ zur Verfügung

Von ihr geht eine Faszination aus, fast schon ein Zauber: Die „Himmelscheibe von Nebra“, die älteste Darstellung des gestirnten Himmels und gleichzeitig ein frühzeitlicher, präziser Kalender. An ihrem Fundort nahe Halle gibt es mittlerweile, nur elf Jahre nach ihrem Fund, die „Arche Nebra“, ein modernes Museum rund um die Himmelscheibe. Diverse Ausstellungen stellen die Himmelscheibe ins Zentrum der Aufmerksamkeit, und das Planetarium Hamburg begeistert seit fast zwei Jahren mit dem Programm rund um die Scheibe: DIE MACHT DER STERNE.

Jetzt können Sie den Planetariumsbesuch mit Ihrer Schulklasse komfortabel vor- und nachbereiten: Das Planetarium hat gemeinsam mit dem LI Hamburg umfangreiche Handreichungen zum Thema Himmelscheibe online gestellt. Das Material zum freien Download finden Sie auf dieser Seite: www.planetarium-hamburg.de/stern/nebra/rund-um-die-scheibe/ Das Material wurde erarbeitet von Rahlf Hansen, Astronom am Planetarium Hamburg, von Iris Brückner vom LI Hamburg und von Dr. Joachim Reinhardt, Physiker an der Universität Frankfurt.



Die Himmelscheibe von Nebra

Das Leben in all seinen Aspekten Ausblick: Kooperation von Planetarium Hamburg und dem Tierpark und Tropen-Aquarium Hagenbeck



Ein Ausblick in Richtung 2011: Die neue Planetariums-Produktion RÄTSEL DES LEBENS wird sich umfassend dem Thema Evolution widmen.

Schon seit 2009, dem „DARWIN-Jahr“, arbeitete das Planetarium Hamburg erfolgreich mit Hagenbecks Tierpark zusammen. Auch in Zukunft planen beide Institutionen – beide sind „außerschulische Lernorte“ – ihre naturwissenschaftlichen Kompetenzen, im Sinne der Schüler, zu kombinieren und dadurch einen breiteren Zugang zu Vorgängen in der Natur zu schaffen. Gemeinschaftlich werden zur Zeit Lernangebote erarbeitet, die

es Klassenverbänden ermöglichen, sich zum Beispiel dem Thema Evolution umfassend zu widmen – vor Ort im Tierpark und Tropen-Aquarium Hagenbeck und im Planetarium Hamburg. Über entsprechende Angebote werden wir Sie in Bälde informieren. Ein Fokus wird dabei auf das bereits existierende Programm „Kaluoka'hina – das Zauberriff“ und auf das für 2011 geplante „Rätsel des Lebens“ gesetzt werden.

Vom 5. bis zum 22. Dezember im Programm:

DER STERN VON BETHLEHEM

Gab es den legendären „Stern von Bethlehem“ wirklich und wenn ja was war er?

Diese Frage ist Ausgangspunkt und Chance für Sie und uns, den Schülern (ab 12 Jahren) wesentliche Phänomene des Himmels zu vermitteln – in Form einer detektivischen Geschichte, bei der wir mit unserer Zeitmaschine Planetarium Indizien sammeln und dabei Kometen, Sternschnuppen, Sternexplosionen und schließlich besondere Planetenkonstellationen betrachten.

Es ist keine fromme Weihnachtsgeschichte sondern eine Zeitreise zum Beginn unseres Kalenders und in die Vorstellungswelt der Menschen an einem Kreuzungspunkt vieler Kulturen.

Empfohlen für die Klassen 7–12.



Sternexplosion



Der Komet Hale Bopp



Planet Jupiter



MEINE HEIMAT – UNSER BLAUER PLANET

Empfohlen für Vorschule und ab der 1. Klasse (bzw. 4–9 Jahre)

Wunderschön ist sie, vielseitig, bunt und voller Leben: unsere Heimat, die Erde. Rolf Zuckowskis Lied „Meine Heimat ist ein kleiner, blauer Stern“ erzählt uns davon und ist Ausgangspunkt für einen Ausflug in unsere Umwelt. Nur wer lernt, seine Umwelt bewusst zu erleben, kann helfen, sie zu beschützen.

Wir folgen einem Wassertropfen bei seiner Reise und begegnen Wolken, Regenbögen und vielen weiteren

faszinierenden Phänomenen unserer Umwelt. Auch ins All gucken wir, lernen dabei spielerisch den Unterschied zwischen Stern und Planet kennen und finden heraus, wie die Sonne unsere Erde beleuchtet.

Die schönsten Lieder von Rolf Zuckowski bringen zusammen mit leicht verständlichen Erläuterungen und Bildern aus der Natur anregende Begegnungen mit unserer Umwelt.

Lerninhalte in Stichworten:

Himmelsrichtungen und Lauf der Sonne, Sonnenlicht und Regenbogenfarben, Wind und Wolken, Kreislauf des Wassers, Planet Erde, Wie groß ist die Erde?, Die Erde – unser Raumschiff, Was ist ein Planet?, Was ist ein Stern?, Wir sind Sternenkinder

SONNE, MOND UND STERNE FÜR KINDER

Empfohlen ab der 1. Klasse (bzw. 5–9 Jahre)

Eine Einführung in die Phänomene des Himmels bei Tag und bei Nacht: An der Sternenkuppel des Planetariums erleben wir den Ablauf des heutigen Tages. Die Sonne geht unter, und die sternklare Nacht bricht an. Wir entdecken die auffälligsten Sterne und Sternbilder und erkennen, wie sie am Himmel ihre Bahnen ziehen. Besonders interessiert uns der Mond, den wir einen Monat lang

verfolgen. Dann reisen wir hinaus in den Weltraum – wir erkunden Mondkrater und entdecken, wie wunderschön unsere Erde als „der Blaue Planet“ aussieht, der um die Sonne kreist. Mit einem Kometen reisen wir um die Sonne und kommen schließlich als „Sternschnuppe“ wieder zurück zu unserer Erde. Ein leicht verständlicher Ausflug zu den Gestirnen und ihrem Lauf am

Tag- und am Nachthimmel mit den Astronomen des Planetariums.

Lerninhalte in Stichworten:

Tag und Nacht, Scheinbare Himmelsdrehung, Nordstern und Himmelsrichtungen, Sternbilder, Mond – Monat – Mondphasen, Erde und Mond, Planet Erde, Kometen und Sternschnuppen



MARVI HÄMMERS REISE ZUM MOND

Empfohlen ab der 1. Klasse (bzw. 6–11 Jahre)

Eine Live-Show in Kooperation mit YOUA edutainment und National Geographic World, moderiert von Marvi Hämmer, dem „Chefredakteur“ von National Geographic World. Ratte in Rakete – gibt's das denn? Im Planetarium Hamburg kann man es erleben! Die beliebte Ratte Marvi Hämmer, bekannt aus ZDF-tivi, KiKa und dem zweisprachigen Wissensmagazin für junge Entde-

cker, National Geographic World, begleitet uns, wenn wir gemeinsam zum Mond fliegen. Dabei lernen wir allerlei Wissenswertes über Sonne, Mond und Erde. Die Schüler werden zu Astronauten und zu Außerirdischen und erleben vom Mond aus den Blick auf unseren Blauen Planeten! Eine lehrreiche und unterhaltsame Tour auf den Spuren der „Apollo“-Mondlandungen.

Lerninhalte in Stichworten:

Lerninhalte in Stichworten: Der Lauf des Mondes um die Erde, Von Vollmond zum Neumond, Astronauten und deren Ausrüstung, Der Flug zum Mond, Planet Erde aus dem Weltraum gesehen, Umweltbedingungen auf Mond und Erde, Zukünftige Flüge zu Mond, Venus und Mars

KALUOKA'HINA – DAS ZAUBERRIFF

Empfohlen ab der 2. Klasse (bzw. 7–12 Jahre)

Lerninhalte in Stichworten:

Exotischer, vielfältiger Lebensraum Tiefsee, Erstaunliche biologische Phänomene (u. a. Biolumineszenz, Gesang der Wale), Einflüsse des Mondes – Ebbe und Flut

dervollsten ist „Kaluoka'hina“, ein unberührtes tropisches Riff, über dem ein Zauber liegt: Die Menschen können es nicht entdecken. Die Bewohner des Riffs leben paradiesisch behütet, bis es zur Katastrophe kommt und der Zauber gebrochen wird. Es ist die Aufgabe des jungen Sägefisches Jake und seines schrulligen Freundes Shorty, das Riff zu retten. Die Geschichte um die Rettung eines tropischen Korallenriffs ist ein lehrreiches und berührendes

Plädoyer für unsere Umwelt. Durch die Augen von Jake und Shorty lernen wir ein funktionierendes Ökosystem kennen und begreifen, wie leicht es Schaden nehmen kann. Ein unterhaltsames, spannendes Abenteuer – mit viel Humor und edukativen Elementen – das zur Stärkung des Bewusstseins für unsere Umwelt beiträgt. Mehr Infos und einen „Teacher's Guide“ zum Download finden Sie unter www.kaluokahina.de

Auch die unermesslichen Ozeane unseres Planeten bergen faszinierende Geheimnisse. Eines der wun-



DAS GEHEIMNIS DER PAPIERRAKETE

Eine Reise zu den Planeten

Empfohlen ab der 1. Klasse (bzw. 5–11 Jahre)

Im Garten vor dem Haus basteln zwei Kinder aus einem Pappkarton eine Weltraumrakete. Doch wie kommt man damit sicher von der Erde ins All und zurück? Glücklicherweise haben sie ein geradezu liebenswertes Astronomiebuch in ihrem Gepäck, das sie sicher zu allen Planeten unseres Sonnensystems führt. Von den glühend heißen Oberflächen des Merkurs und der Venus

führt der atemberaubende Flug zu den Tälern des Mars und weiter zu Wolkentürmen auf Jupiter, durch die Ringe des Saturns vorbei an Uranus und Neptun bis hin zum eisigen Zwergplaneten Pluto. Viel erfahren wir dabei über diese fernen Welten und darüber, was sie von der Erde unterscheidet. Wird der Treibstoff reichen für die Rückreise zu unserem Blauen Planeten?

Lerninhalte in Stichworten:

Unterschied Sonne – Stern – Planet, „Gasriesen“ (Jupiterplaneten) und „Felszwerg“ (Erdplaneten), Asteroiden, Ringe um Planeten, Unterschiedliche Umweltbedingungen auf den Planeten Merkur bis zum Zwergplaneten Pluto, Besonderheiten der Erde, Voraussetzungen für einen Raumflug

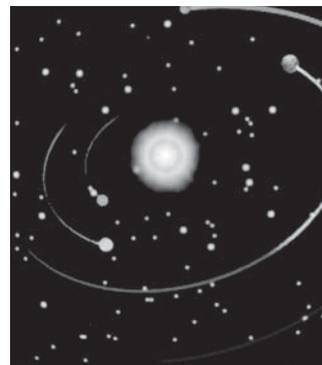


IN DIE TIEFEN DES UNIVERSUMS

Empfohlen für Klassen 5–12

Wo ist der Platz unserer Erde im Universum? Wie ist das Weltall aufgebaut? Wir fliegen durch das naturgetreueste Modell des Universums – vorbei an den Nachbarplaneten, hinaus zu den Sternen unserer Milchstraße und zu den fernsten Galaxien. Diese Sternenreise ist vom American Museum of Natural History in Zusammenarbeit mit der NASA entwickelt worden. In unserer deutschen Neufassung bieten wir Ihnen einen

überwältigend schönen Ausflug in den Kosmos, und stellen Ihnen beim Blick in den Sternenhimmel über Hamburg einige Meilensteine der Vermessung des Himmels vor: die Entdeckung des Mond- und Planetenlaufes und die Vermessung von Erde und Himmel mit den lange unbekannt Himmelsregionen rund um den Himmelssüdpol hin zur Entfernungsbestimmung der Fixsterne.



Lerninhalte in Stichworten:

Die Vermessung des Himmels – Einteilung in Sternbilder und Fixsternparallaxe, Sternbilder des Tierkreises, Nord- und Südhimmel, Himmelsanblick in Hamburg und am Erdäquator, Unterschiede Fixstern – Wandelstern (Planet), Mond- und Planetenbewegung, Entstehung von Sternen und Planetensystemen im Orionnebel, Aufbau und Größenskalen im Universum (Erde, Sonnensystem, Sterne, Galaxis, lokaler Superhaufen, beobachtbarer Kosmos)

KOSMISCHE KOLLISIONEN

Empfohlen für Klassen 5–12

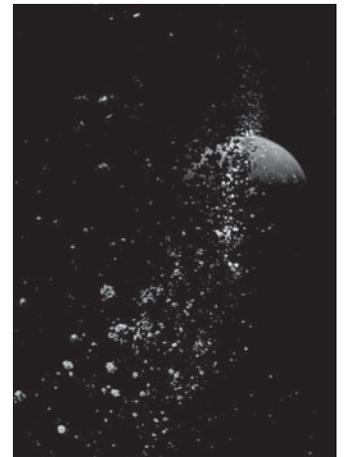
Um uns herum ist alles der permanenten Veränderung unterworfen, durch schier unvorstellbare Kräfte. Unternehmen Sie eine Reise durch Raum und Zeit zur Erforschung der dramatischen Zusammenstöße, die die Evolution des Universums antreiben: vom Sturmwind der Sonne über die katastrophalen Einschläge auf Planeten bis hin zum Crash gigantischer Galaxien. Erleben Sie die titanenhaften Kräfte, die unseren Planeten und das Weltall formen.

Die Astronomen des Planetariums zeigen dabei den mitreisenden Schülern auch live, wie man bereits mit bloßem Auge Spuren von kosmischen Kollisionen am aktuellen Nachthimmel entdecken kann, und sie erläutern, wann es in Zukunft vielleicht wieder zu Einschlägen kommt.

Lerninhalte in Stichworten:

Bewegung von Objekten und Stoffen, Die Dynamik des Kos-

mos, Entwicklung der Planeten und Monde im Sonnensystem, Kollisionen – Übertragung und Umwandlung von Energie aus der Bewegung, Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Planeten, Kometen, Asteroiden und Meteoriten, Die Entstehung von Mond und Erde, Sonnenaktivität und Polarlicht, Das irdische Magnetfeld, Milchstraße und Andromedanebel, Zeiträume irdischer und kosmischer Entwicklung, Möglichkeiten der Beobachtung mit bloßem Auge am Tag- und Nachthimmel



UNENDLICHE WEITEN – VOM URKNALL ZUR ERDE

Empfohlen für Klassen 5–12

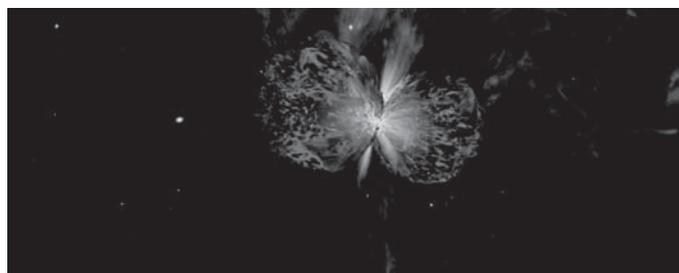
Lerninhalte in Stichworten:

Räumlicher Aufbau des Weltalls, Galaxien, Milchstraße, Werden und Vergehen der Sterne, Sterne und Sonne, Sonnensystem von außen, Aktuelle geozentrische Stellung der Planeten, Sterne und Sternbilder am aktuellen Himmel, Täglicher Himmelsumschwung und Entfernungen der Himmelsobjekte

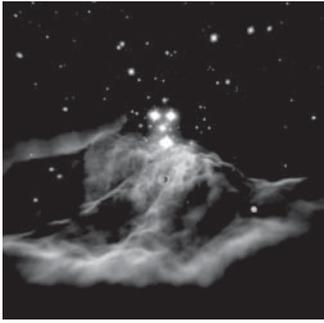
Unser einzigartiger Digistar 4 nimmt die Schüler mit auf eine Reise über viele Milliarden Lichtjahre, zum Be-

ginn von Raum und Zeit vor über 13 Milliarden Jahren und zur Geburt von Sternen und Galaxien. Sie ent-

decken einige der erstaunlichsten Objekte und Strukturen im Kosmos. Dann führt der Flug zurück in die Tiefen unserer eigenen Milchstraße – in unser Sonnensystem und zu unserem Blauen Planeten. Wir blicken gemeinsam in den aktuellen Sternenhimmel über Hamburg und sehen nun bereits vertraute Himmelsobjekte mit anderen Augen. Eine anschauliche und unvergessliche Begegnung mit den Weiten des Alls!



REISE ZU DEN STERNEN Empfohlen für Klassen 7–12



Wir erforschen das Universum und das Leben und Sterben der Sterne. Mit unserer Zeiss-„Himmelsmaschine“ erleben wir eine sternenklare Nacht im Hochgebirge – und wir fragen uns: Was haben die Sterne mit uns und all dem zu tun, was uns umgibt? Unsere Reise führt hinaus ins All, viele Milliarden Jahre in Vergangenheit und Zukunft der Sternenwelt. Wir beobachten, wie die ersten Sterne entstehen und die

Saat bilden für die nächsten Generationen von Sternen. Wir werden Zeugen der Bildung unseres eigenen Sterns: der Sonne. Geburt, Leben und Tod der Sterne offenbaren sich uns auf dieser faszinierenden Reise. Auf unserer Route durchs Universum entdecken wir, warum die Sterne für uns wichtig sind – und wie die Sterne alles Leben erst möglich gemacht haben.

Lerninhalte in Stichworten:
Täglicher Himmelsumschwung, Sternbilder, Fixsterne, erste Hinweise auf Veränderlichkeit der Sterne, Mira und Supernova, Fernrohre und die Entwicklung der modernen Sternforschung, Galaxien und die Entstehung der ersten und weiterer Sternengenerationen, Sternexplosionen als Rohstoff-Lieferanten, Wie ein Stern funktioniert, Aufbau und Aktivität der Sonne, Zukunft als roter Riese

PLANET ERDE – ALARMSTUFE GRÜN: EISZEIT UND KLIMAWANDEL Empfohlen für Klassen 7–12

Fast 7 Milliarden Astronauten leben jetzt an Bord der Erde – denn unser Heimatplanet ist tatsächlich unser Raumschiff, mit dem wir alljährlich um die Sonne reisen. Erst aus dem Weltraum erkennen wir die Farbigekeit, aber auch die Zerbrechlichkeit unserer Welt: Nur die dünne Luft-hülle trennt das Grün der Wälder und die Vielfalt der irdischen Lebensformen vom lebensfeindlichen Weltraum. Wie wirken die Systeme von Luft, Wasser und Sonne zusammen, um dieses Leben hier unten zu erhalten? Warum unterscheidet sich die Erde von Venus und Mars,

und wie wird es mit dem Erdklima weitergehen? Welche Alarmsignale eines Klimawandels gibt es, und wird auch die Erde ein höllisch heißes Treibhaus werden? Staunen Sie, was uns ein einfaches Blatt von einem Baum dazu erzählen kann – und folgen Sie uns auf eine spektakuläre Expedition durch Raum und Zeit! Mit modernster 3-D-Simulation und in 360-Grad-Rundumprojektionen tauchen wir in die Vorgänge und Zyklen ein, die unser Klima prägen und verändern – eine einzigartige Erfahrung, die unser Bewusstsein schärfen hilft!

Lerninhalte in Stichworten:
Wetter und Klima, Sonnenlicht und Lebensräume auf der Erde, Ursprung des Sonnenlichts, Pflanzen und Photosynthese, Jahreszeiten und Klimazonen, Treibhauseffekt, Habitable Zone im Sonnensystem, Klima auf Venus und Mars, Klimawandel, Milankovitch-Zyklus und Eiszeiten, Eisbohrungen und Klimahistorie, Klimaprognosen, Lebensräume Arktis und Tropen, Regenwälder und Phytoplankton, Wälder im Klimawandel bei uns



DIE MACHT DER STERNE – VON DER HIMMELSSCHEIBE ZUM STERNENSTAUB Empfohlen für Klassen 7–12



Wie bestimmen die Sterne das Geschehen auf unserer Welt? Welche Vorstellungen davon gab es in der Frühzeit der Menschheit, und was wissen wir heute darüber? Auf dieser Reise durch Zeit und Raum begegnen die Schüler Bauwerken und Kultstätten unserer Ahnen. Sie folgen den Archäologen und Astronomen und entschlüsseln mit ihnen die berühmte „Himmelscheibe von Nebra“, lernen eine Menge über die

Zyklen von Sonne, Mond und Sternen und kommen damit der wahren „Macht der Sterne“ auf die Spur.

Lerninhalte in Stichworten:
Sternenwissen in der Vorzeit, Erforschung und Bedeutung der Himmelscheibe von Nebra, Täglicher und jährlicher Sonnenlauf, Mondumlauf, Tierkreis, Präzes-

sion, Einteilung des Jahres mit Mond, Sonne und Siebengestirn, Energieerzeugung und Kräfte der Sonne und Sterne, Sonnenwind und Magnetosphäre der Erde, Der „Sternenkinder-garten“ der Plejaden, Sterne und die Herkunft der schwereren Elemente

STERNE DER PHARAONEN GÖTTER, GRÄBER UND GESTIRNE AM NIL

Empfohlen für Klassen 7–12

Die faszinierende Kultur der Ägypter: Wir bestaunen Ruinen dieser Zivilisation, und wir kennen ihre Baumeister: Ramses, Seti, Nofretete und Tutanchamun. Namen, Pyramiden und Tempel am Nil überdauerten die Jahrtausende – genau so wie die Sterne, die über ihnen

leuchten. Wie haben die Ägypter die Sterne betrachtet und genutzt? Waren die Pyramiden wirklich nach den Sternen ausgerichtet? Welche Zusammenhänge gab es zwischen ihnen und den Gestirnen? Weltenbummler Hardy Krüger begleitet Sie mit seiner markanten Stimme auf eine Zeitreise unter den atemberaubend schönen Sternenhimmel Ägyptens.



Lerninhalte in Stichworten:
Sternenhimmel vor Jahrtausenden, Präzessionsbewegung, Mondlauf, Tierkreis und jährlicher Sonnenlauf, Ägyptischer Kalender, Heliakischer Aufgang, Sothis-Periode, Osiris und Orion, Götter im alten Ägypten, Sonnen- und Totenkult, Tempel und Pyramiden

AUF DER SUCHE NACH UNSEREN KOSMISCHEN URSPRÜNGEN. DIE ALMA-STERNENREISE

Empfohlen für Klassen 7–12

Südsternwarte ESO auf die größte Forschungsmission aller Zeiten und lernen, wie sie mit dem riesigen Areal schüsselförmiger ALMA-Teleskope zu den Geburtsstätten von Galaxien, Sternen und Planeten vordringen. Wir begeben uns auf die Suche nach den Bausteinen des Lebens, nach unseren kosmischen Ursprüngen!

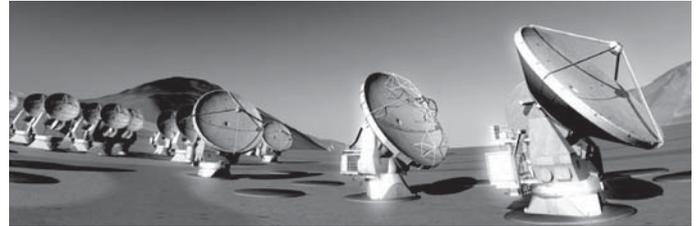
Lerninhalte in Stichworten:

Galilei und die Jupitermonde, Teleskope, Licht und Farbe – Regenbogen, Prisma und Spektralfarben, Infrarot- und Radiostrahlung, Astronomische Forschungseinrichtungen der Europäer, Die Europäische Südsternwarte ESO, Der tägliche Himmelsumschwung auf der Südhalbkugel der Erde, Der südliche Sternenhimmel, Him-

melssüdpol und Sternbilder des Südens, Die Milchstraße und ihre Staubwolken, Die Entstehung von Planeten und Sternen, Kugelsternhaufen und Galaxien, Die Expansion des Weltalls, Junge Galaxien

Wie entstanden Sterne und Planeten? Woher kommen wir? Auf unserer Reise erleben wir den unvergleich-

lich schönen südlichen Sternenhimmel, wie er in der Atacama-Wüste in Chile zu beobachten ist. Wir folgen den Astronomen der Europäischen



STERNBILDER UND LEGENDEN DER HERBSTNACHT

Empfohlen für Klassen 1–8

In den funkelnden Sternen des Herbsthimmels entdecken wir eine ganze Familie von Sternbildern, die urplötzlich zum Leben erwacht und uns ihre spannende Geschichte erzählt: von Königin Kassiopeia und der schönen Prinzessin Andromeda, die vom Ungeheuer Ketos bedroht wird. Wird der mutige Perseus sie beschützen können? Mit Hilfe dieser „Familiengeschichte“

lernen die Schüler, wie man sich die Muster und Namen der Sternbilder am Herbsthimmel leicht einprägen kann und entdecken mit bloßem Auge Sternhaufen und den Andromedanebel. Eine unterhaltsame und lehrreiche Schulstunde unter dem Sternenhimmel!

(von September bis Dezember im Programm)

Lerninhalte in Stichworten:

Orientierung am Sternenhimmel, Namensgebung am Himmel, Ursprung der Sternbilder, Sternbilder am Herbsthimmel, Sagengestalten der Antike, Sterne als ferne Sonnen, Sternhaufen und die Andromeda-Galaxie mit bloßem Auge und Fernglas am Herbsthimmel

STERNBILDER UND LEGENDEN DER WINTERNACHT

Empfohlen für Klassen 1–8

Prächtig leuchten die Sterne des Orion in Winternächten. Das Sternbild spielt die Hauptrolle in einer abenteuerlichen Geschichte aus dem alten Griechenland. Erfahren Sie, warum der Jäger Orion an den Himmel versetzt wurde und warum er dem Skorpion aus dem Wege geht – beide sind niemals gleichzeitig zu sehen.

Renommierte Trickfilmzeichner haben die Legende zum Leben erweckt. Eine der schönsten

Sternsagen ist für die Schüler als lehrreiches Sternenabenteuer inszeniert. Die Astronomen des Planetariums machen es dabei kinderleicht, die beteiligten Sternbilder am Winterhimmel zu finden – darunter das Siebengestirn und den Orionnebel. Ein idealer Anreiz zur eigenen Beobachtung des Himmels.

(von Dezember bis Februar im Programm)



Lerninhalte in Stichworten:

Namensgebung am Himmel, Ursprung der Sternbilder, Sagengestalten der Antike, Sternbilder am Winterhimmel, Orientierung am Nachthimmel, Farben des Lichts und Farben der Sterne, Sterne als ferne Sonnen, Verteilung der Sterne im Raum, Sternentstehung in der Milchstraße (Orionnebel), Entdeckung junger und alter Sternhaufen (Plejaden im Stier und Krippe im Krebs) mit bloßem Auge und Fernglas am Winterhimmel

Lerninhalte in Stichworten:

Unser christlicher Kalender und das Geburtsjahr Christi, Veränderungen des Himmels in historischen Zeiten, Präzession der Erdachse, „Gaststerne“ wie Supernovae, Kometen und Meteore, Planeten als Götter in Babylon, Tierkreis, Schleifenbewegung der Planeten, geozentrische und heliozentrische Bewegung von Jupiter und Saturn



DER STERN VON BETHLEHEM

Empfohlen für Klassen 7–12

Was war der „Stern von Bethlehem“? Gab es damals eine besondere Himmelserscheinung, der die Weisen aus dem Morgenlande folgten? Um dies zu ergründen, gehen wir auf eine detektivische Reise in längst versunkene Kulturen und Zeiten. Mit der „Zeitmaschine“ Planetarium erleben wir den Himmelsanblick zur Zeit der Geburt Christi und machen uns auf die Suche nach möglichen

astronomisch-historischen Erklärungen des Phänomens. Unter dem funkelnden Sternenhimmel über Babylon und Bethlehem begegnen wir dabei Kometen, Planeten, Sternexplosionen und anderen möglichen Deutungen des „Weihnachtssterns“. Eine Geschichte mit kosmischen Ausmaßen erwartet uns.

(im Dezemberprogramm)



VERANSTALTUNGSTERMINE

Dienstags bis freitags, ab 10 Uhr, ca. stündlich Vorstellungen, samstags ab 13 Uhr, sonntags ab 11 Uhr. Aktuelle Termine finden Sie auf: www.planetarium-hamburg.de – oder in unserem aktuellen Programmheft. Bitte reservieren Sie sich in jedem Fall Ihre Karten oder informieren Sie sich über die genauen Termine und Vorstellungen.

TICKET-RESERVIERUNG

Eine rechtzeitige Anmeldung 3 Wochen vor dem gewünschten Veranstaltungstermin ist für Gruppen ab 11 Personen empfehlenswert.

- Telefonisch: 0 40 - 428 86 52 - 0 (täglich von 9 bis 20 Uhr),
- Fax unter: 0 40 - 428 86 52 - 19, E-Mail: ticket@planetarium-hamburg.de

Nach Ihrer Terminanfrage senden wir Ihnen ein entsprechend vorausgefülltes Anmeldeformular. Nach Rücksendung der unterschriebenen Anmeldung an uns ist Ihre Reservierung erfolgreich und verbindlich.

Bitte holen Sie Ihre reservierten Karten spätestens 30 Minuten vor Beginn der Veranstaltung ab. Bitte kommen Sie rechtzeitig: Nach Beginn der Veranstaltung ist kein Einlass mehr möglich.

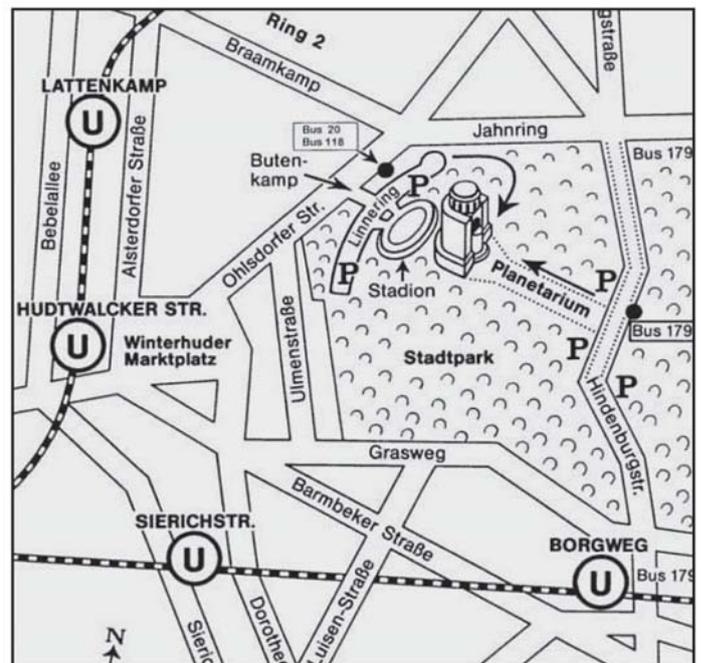
LAGE UND ERREICHBARKEIT

Öffentliche Verkehrsmittel:
U 3 oder Metrobus 6 bis Borgweg, von dort ca. 15-20 Minuten Fußweg.
U 1 bis Hudtwalckerstraße, Bus 20 oder 118 bis Haltestelle Ohlsdorfer Straße. Fußweg ca. 5 Minuten.

Auto/Reisebus:
Anfahrt Richtung City Nord zum Stadtpark Winterhude.
Parkplätze Linnering (Jahnkampfbahn) oder Hindenburgstraße.
Von dort ca. 5 Minuten Fußweg zum Planetarium.

EINTRITTSPREISE IM JAHR 2010

Schulklassen 4,00 € pro Person (bei Schülergruppen ab 12 Personen zwei begleitende Lehrkräfte frei). Erwachsene 8,00 €.
Preise bei Sonderveranstaltungen siehe jeweils aktuelles Programmheft.
Eintrittskarten sind von Rückgabe und Umtausch ausgeschlossen.
Änderungen vorbehalten.



AUSSTELLUNGEN

Der neu gestaltete Wartebereich des Planetariums bietet für alle Besucher eine Fensterfront ins All: Zehn hoch auflösende Plasmabildschirme zeigen großformatig und tagesaktuell die neuesten Bilder von der Sonne, digitale Movies und Animationen sowie weitere Informationen über laufende Weltraummissionen von NASA und ESA. Zusätzlich bietet der Eingangsbereich Exponate bzw. kleinere Ausstellungen zu wechselnden Themen.

ÖFFNUNGSZEITEN DER KASSE

Montags und dienstags: 9–17 Uhr, mittwochs und donnerstags: 9–21 Uhr, freitags: 9–22 Uhr, samstags: 12–22 Uhr, sonntags: 10–20 Uhr.
Montag ist Ruhetag. Sonderregelungen an Feiertagen. In den Hamburger Schulferien öffnet das Planetarium eine Stunde vor Beginn der ersten Veranstaltung.

IMPRESSUM:

Herausgeber: Planetarium Hamburg, V.i.S.d.P.: Thomas W. Kraupe – Direktor
Bildquellen: ESA/NASA, ESO, Planetarium Hamburg, Stefan Malzkorn, LDA Sachsen-Anhalt, J. Lipták, Tine Acke, Daniel Beltra, Softmachine, Mirage 3D GREENPEACE/Jiri Rezac, American Museum of Natural History, NG World, Evans & Sutherland
Gestaltung: Katja Frauenkron
Auflage: 7.500; gedruckt auf 100% Recyclingpapier

Aus der Arbeit des FSH – Entwicklungen im Jahr 2010

Das Zentrum für Schulbiologie und Umwelterziehung des Landesinstituts Hamburg hat sich auch im Jahr 2010 weiterentwickelt und konnte seine Attraktivität für Hamburger Schulen und den Stadtteil noch erhöhen.

Besondere Entwicklungen auf Initiative bzw. unter Förderung des FSH waren:

Planung und Durchführung einer Messe „Lernen in der Natur“ im Juli 2010. Aufgrund des großen Erfolgs der Messe wird eine solche Veranstaltung jedes Jahr wiederholt. Diesmal stellten sich rund 20 außerschulische Lernorte an „Mit-mach-Ständen“ vor. Mit dabei war auch das Beratungsfeld Naturwissenschaften mit dem Naturwissenschaftlich-technischen Zentrum in Mümmelmannsberg. Über 1500 Schülerinnen und Schüler experimentierten, forschten, bastelten und informierten sich an den beiden Messetagen auf dem ZSU-Gelände. Im Lynx wurde ausführlich über die Messe berichtet. Das neue Projekt „Klimaschutz an Schulen“ wurde von Monika Schlottmann (Umwelt- und Klima-Beratungslehrerin) mit Matthias Dehler (Klima-Beratungslehrer) vorgestellt.

Die nächste Messe findet am 16. und 17. Juni 2011 an zwei Tagen von 9.00 bis 14.00 Uhr statt. Schon jetzt möchten wir alle FSH-Mitglieder herzlich zu dieser Veranstaltung einladen.

Die Herausgabe weiterer Lynx-Druck-Ausgaben wurde durch den FSH ermöglicht. Herzlichen Dank an unseren Grafik-Designer Patrick Schempp für die Gestaltung des Lynx-Druck.

Ausgeweitet hat sich das Familien- und Geburtstagsprogramm, das vom FSH organisiert und finanziert wird. Wir danken Jule-Katrin Hadler für die gute Organisation des Programms. Unter anderem werden Untersuchungen an den ZSU-Teichen durchgeführt, Experimente mit Luft, Kraft und Wasser erprobt und mit Tinten und Farben aus der Natur gemalt.



Abb.: An den ZSU-Teichen

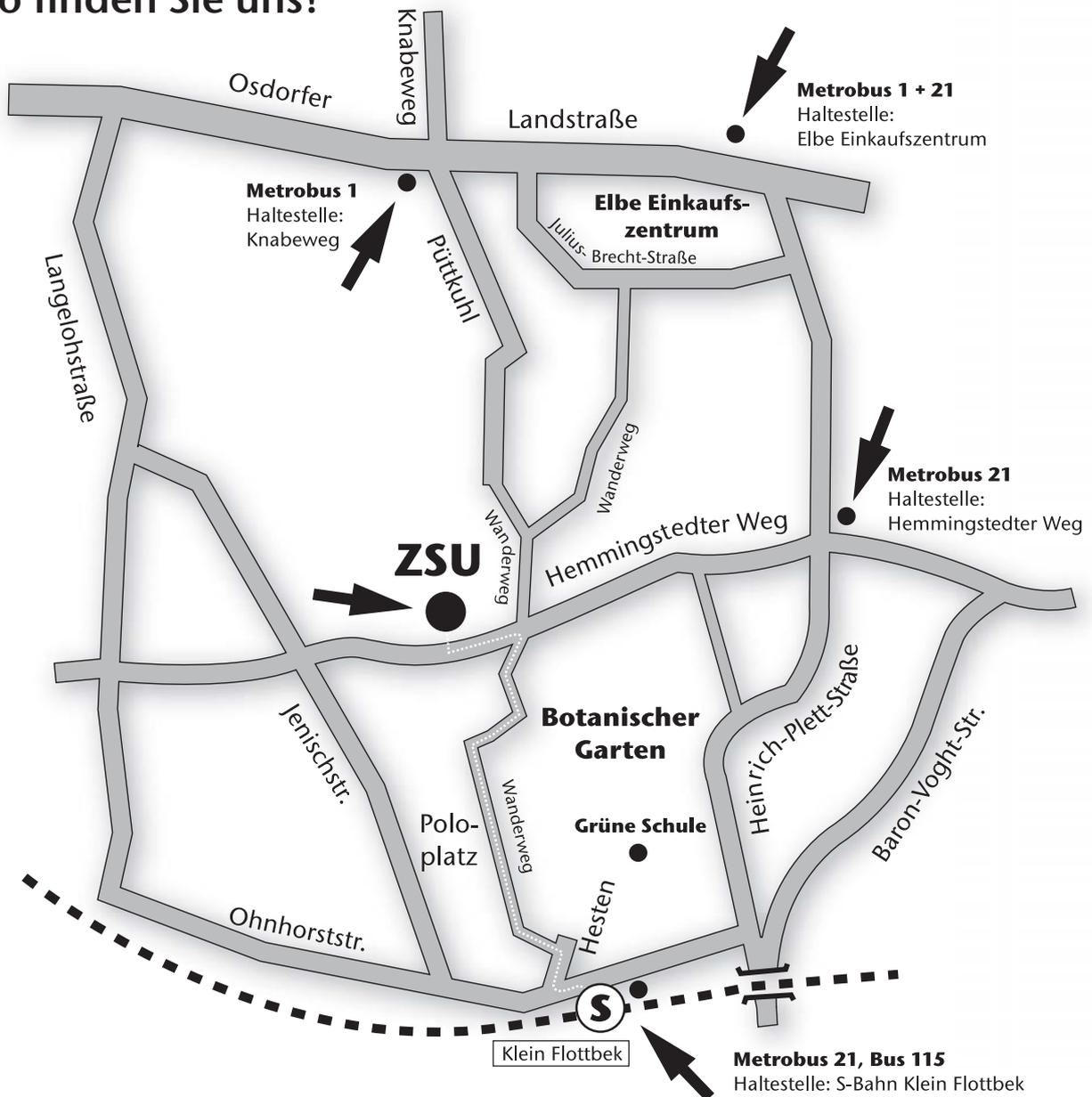
Im Jahr 2010 konnten drei Jugendliche ein freiwilliges, ökologisches Jahr (FÖJ) durchführen. Die Kosten wurden vom FSH, der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt und von der Norddeutschen Stiftung für Umwelt und Entwicklung getragen.

Schauen Sie auch einmal auf unsere Webseite: www.fs-hamburg.org. Hier finden Sie alle aktuellen Lynx-Druck Hefte zum Download und auch die Angebote zum Familienprogramm.

Wir wünschen Ihnen allen weiterhin viel Glück und Erfolg bei der Arbeit.

Regina Marek
1. Vorsitzende des FSH

So finden Sie uns!



Das ZSU, Hemmingstedter Weg 142, 22609 Hamburg
 Öffentliche Verkehrsmittel:
 S1, S11; Metrobus 21, Bus 115
 Haltestelle: Klein Flottbek / Botanischer Garten
 Metrobus 1 – Haltestelle: Knabeweg

Sie erreichen uns mit der S1/S11 ab Altona in Richtung Wedel, Haltestelle Klein Flottbek/ Botanischer Garten. Gehen Sie bitte an der Ohnhorststraße (rechter Ausgang) in Fahrtrichtung weiter und biegen Sie rechts ab in den Hesten. Von dort aus führt nach etwa 100 m ein kleiner unbefestigter Wanderweg (Holzschild: „Wanderweg zum Hemmingstedter Weg“) links ab direkt bis zum Hemmingstedter Weg. In diesen biegen Sie links ein und schon sehen Sie auf der rechten Seite die zweiistöckigen Gebäude des ZSU. (Fußweg maximal 15 Minuten).

Die Grüne Schule im Botanischen Garten Klein Flottbek, Hesten 10, 22609 Hamburg
 Öffentliche Verkehrsmittel:
 S1/S11; Metrobus 21, Bus 115

Die Grüne Schule befindet sich auf dem Gelände des Botanischen Gartens Klein Flottbek unmittelbar gegenüber der S-Bahn Station Klein Flottbek/Botanischer Garten

Die Zooschule im Tierpark Hagenbeck Lokstedter Grenzstr. 2, 22527 Hamburg
 Öffentliche Verkehrsmittel: U2 Hagenbecks Tierpark

Die Zooschule befindet sich auf dem Gelände von Hagenbecks Tierpark – unmittelbar hinter dem neuen Haupteingang des Tierparks.

Förderverein Schulbiologiezentrum Hamburg e.V. (FSH)
Werden Sie jetzt Mitglied und helfen Sie mit!



EINTRITTSERKLÄRUNG

Hiermit werde ich Mitglied im Förderverein Schulbiologiezentrum Hamburg e.V. als ...

- Einzelperson Jahresbeitrag 25.- €
- Förderndes Mitglied Jahresbeitrag..... €
- Bevollmächtigte/r der Schule, Institution,
Firma, des Verbandes, Vereins: Jahresbeitrag..... €
- Schüler/in, Auszubildende/r,
Student/in, Arbeitslose/r, Rentner/in Jahresbeitrag 10.- €

PERSÖNLICHE DATEN

Name:	Dienststelle:
Vorname:
Straße:
Ort:	Telefon (dienstlich):
Telefon (privat):	Behördenleitzahl:

- Ich nehme am Lastschriftinzugsverfahren teil und erkläre mich damit einverstanden, dass der Jahresbeitrag von meinem Konto abgebucht wird.

Bank:

KTO:

BLZ:

- Auch wenn das für den FSH mehr Verwaltungsaufwand und u. U. mehr Kosten verursacht, überweise ich den Jahresbeitrag jeweils bis zum 31. Januar des Jahres auf das Vereinskonto.

Hamburg, den Unterschrift:

Vereinskonto: Sparda-Bank Hamburg, BLZ: 206 905 00, Kontonummer: 000 554 1492
ZUWENDUNGEN AN DEN FSH SIND STEUERLICH ABSETZBAR

Hemmingstedter Weg 142 · 22609 Hamburg · Telefon: 82 31420 · Telefax: 82314222 · Behördenpost: 145 / 5034

IMPRESSUM

Herausgeber: Förderverein Schulbiologiezentrum Hamburg e.V. (FSH)
Hemmingstedter Weg 142, 22609 Hamburg
Verantwortlich: Regina Marek (1. Vorsitzende)
Tel.: (040) 823142-0, Fax: (040) 823142-22, Behördenpost: 145/5034
E-Mail: Regina.Marek@li-hamburg.de

Bankverbindung:
Sparda-Bank Hamburg, BLZ 206 905 00, KTO 000 554 1492

Redaktion und Autoren Lynx-Druck 01/2011:
Herbert Hollmann (FSH)
Regina Marek (FSH und LI-Hamburg)

Weitere Autoren:
Iris Brückner (Schule Rönneburg, Schulkommission Planetarium Hamburg)
Rahlf Hansen (Planetarium Hamburg)
Thomas W. Kraupe (Direktor des Planetariums Hamburg)
Joachim Reinhardt (LI-Hamburg, Schulkommission Planetarium Hamburg)

Gestaltung und Layout: Patrick Schempp (E-Mail: mail@media-artworker.de),
Titel: Juraj Lipták, LDA Sachsen-Anhalt
Auflage: 1000 Stück
Januar 2011

Wir danken Hamburg Wasser für die Anzeigenschaltung.



Förderverein
Schulbiologiezentrum
Hamburg e.V. (FSH)
www.fs-hamburg.org