

Arbeitsblätter: Navigation im antiken Mittelmeer und darüber hinaus

Markus Nielbock, Haus der Astronomie, Heidelberg

Seit langer Zeit besegelt der Mensch die Ozeane. Da der Magnetkompass erst im 11. Jh. erfunden wurde, waren astronomische Kenntnisse wichtig, um auf hoher See den Kurs zu bestimmen und zu halten.

Während dieser Übung wirst du nachvollziehen, wie Seeleute im Mittelmeer während der Bronzezeit die Sterne benutzten, um dort zu navigieren. Du wirst lernen, was zirkumpolare Sterne sind und wie man sie benutzt. Du machst dich damit vertraut, wie man auf der Erde seinen Ort durch Breiten- und Längengrade bezeichnet.

Schließlich baust du dir deinen eigenen Sternkompass, mit dem du in der Nacht die Himmelsrichtungen bestimmen kannst.

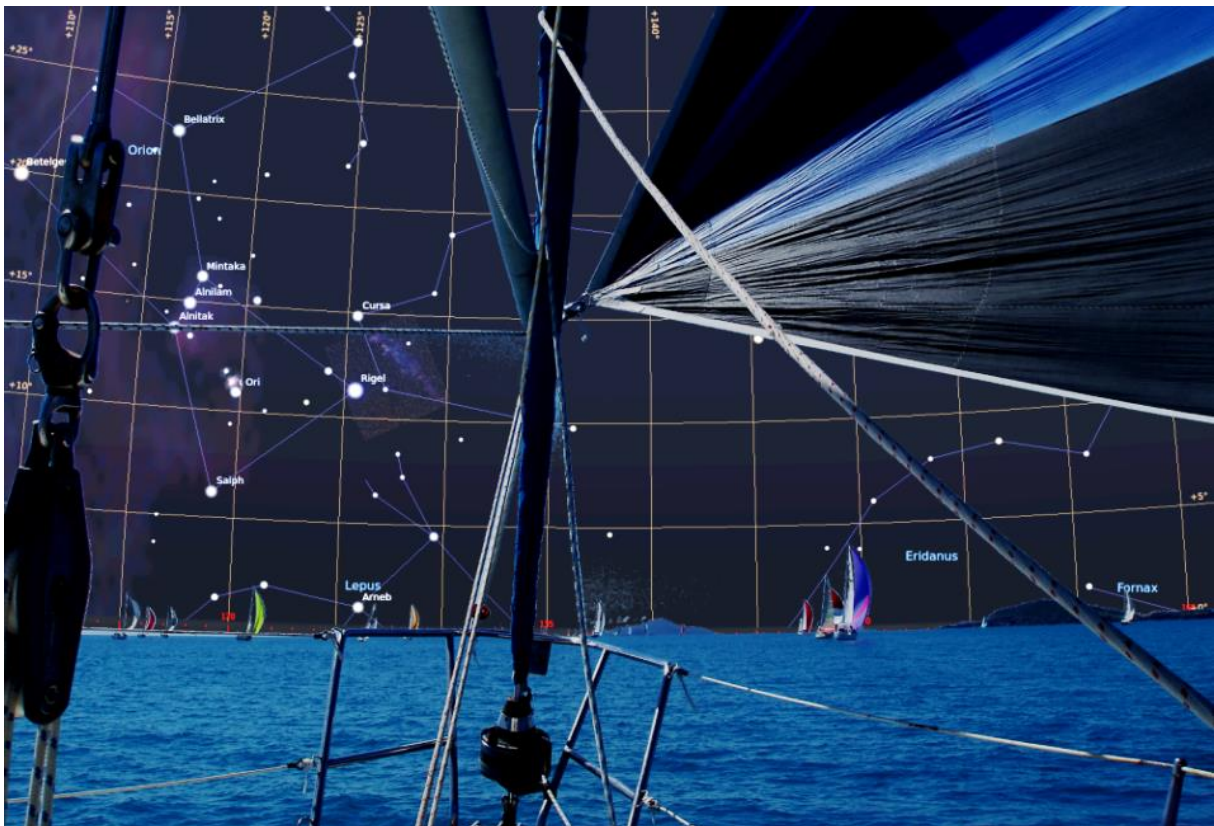


Abbildung 1: Der Nachthimmel über einem Boot auf dem Mittelmeer am 22. September 2000 v. d. Z. mit einem Kurs von Kreta nach Alexandria (nach Blomberg & Henriksson, 1999, Abb. 9).

© Hintergrund: Eigenes Werk, produziert mit Stellarium, freie Software nach GNU/GPL, Vordergrund: freeaussiestock.com, http://freeaussiestock.com/free/Queensland/whitsundays/yacht_bow_sailing.jpg, „airlie beach Race week“, <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode>

1 Einführung

1.1 Filme und Videos

Die nachfolgenden Videos bieten eine Einleitung in die Themen, die in diesen Übungen behandelt werden. Einiges davon ist dir wahrscheinlich neu, anderes kennst du vielleicht schon. Manche der Videos sind in englischer oder französischer Sprache. Sie können neben den darin erwähnten Fakten auch dabei helfen, die bereits erlernten Sprachkenntnisse zu festigen.

Koordinaten und das Gradnetz der Erde - Unser Planet 2 (Dauer: 8:25)

<https://www.youtube.com/watch?v=ieh-yGHD1HI>

Orientierung mit Sonne, Mond & Sternen (Dauer: 9:49)

<https://www.youtube.com/watch?v=yIXsByRJDFM>

Es war einmal ... Abenteurer und Entdecker: Folge 1 – Die ersten Seefahrer (Dauer: 25:00)

<https://goo.gl/xa43LG> (kostenlos über Amazon Prime)

Die griechische Kolonisation - Die Gesellschaft im antiken Griechenland (Dauer: 3:25)

<https://www.youtube.com/watch?v=5U1obtvNus8>

Episode 2: Celestial Navigation (Englisch, Dauer: 4:39)

<https://www.youtube.com/watch?v=DoOuSo9qEII>

The Ancient History of Humans and the Sea (Englisch, Dauer: 2:20)

<https://www.youtube.com/watch?v=SPj6cqhrpVY>

The Story of Pytheas (Englisch, Dauer: 1:28)

<https://www.youtube.com/watch?v=AIaMKCLa-kQ>

Pythéas, un Massaliote méconnu (Französisch, Dauer: 9:57)

<https://www.youtube.com/watch?v=knBNHbbu-ao>

Die Grundlagen sind in Kapitel 5 zusammengefasst.

1.2 Verständnisfragen

F: Wie lange nutzen Menschen bereits Schiffe, um Meere zu überqueren?

F: Überlege und argumentiere, weshalb die Menschen angefangen haben, Seefahrt zu betreiben.

F: Auch du bist ein Navigator. Wie orientierst du dich, damit du dich auf dem Weg zur Schule nicht verläufst? Welche Methoden wendest du an?

F: Wie können sich Seeleute auf offenem Meer ohne Blickkontakt zur Küste und ohne elektronische Hilfen orientieren?

1.3 Fragen zu Pytheas (falls du die Videos dazu gesehen hast)

F: Wer war Pytheas?

F: Wo und wann lebte er?

F: Wohin reiste er?

F: Was hat er während seiner Reise beobachtet und entdeckt?

2 Aufgabe 1: Zirkumpolare Konstellationen und Sterne

Benötigte Materialien:

- Arbeitsblätter
- Zirkel
- Bleistift
- Lineal
- Taschenrechner

2.1 Einleitung

Wenn man den Winkel zwischen dem Horizont und dem Himmelspol kennt, weiß man sofort, auf welchem Breitengrad auf der Erde man sich befindet. Beide Winkel sind identisch (siehe Kap. 5.2 und 5.3). Zu unserer Zeit befindet sich in der Nähe des nördlichen Himmelspols ein Stern, der Polarstern. Das war nicht immer so. Daher mussten frühere Seefahrer sich eine andere Methode einfallen lassen.

Sie nutzten die zirkumpolaren Sterne und Sternbilder. Dies sind die Sterne, die während eines Umlaufs um den Himmelspol nicht untergehen. Wie groß der Bereich am Himmel ist, der diese Sterne enthält, hängt auch wieder vom Breitengrad ab. Informationen dazu findest du in Kap. 5.4.

Schau dir hierzu die folgenden beiden Videos an. Sie zeigen zirkumpolare Sterne und Sternbilder für zwei Ort auf der Erde, die auf verschiedenen Breitengraden liegen: Heidelberg (49° Nord) und Lissabon in Portugal bzw. Havana auf Kuba (23° Nord).

CircumpolarStars Heidelberg 49degN (Dauer: 0:57)

<https://youtu.be/uzeeY9VPA48>

CircumpolarStars Habana 23degN (Dauer: 0:49)

https://youtu.be/zggfQC_d7UQ

2.2 Verständnisfragen

F: Was ist das Besondere an den beiden geografischen Polen im Gegensatz zu allen anderen Punkten auf der Erde?

F: Wie findet man Norden und die anderen Haupthimmelsrichtungen ohne Magnetkompass?

F: Warum zeigt der Polarstern (Polaris) Norden an?

F: Wo am Himmel würde sich der Himmelsnordpol befinden, wenn du genau auf dem geografischen Nordpol der Erde stehst?

F: Wie würde sich sein Ort verändern, wenn du in Richtung Äquator reist?

F: Was sind zirkumpolare Sterne/Sternbilder?

F: Welche der sichtbaren Konstellationen wären zirkumpolar, wenn genau am Nordpol/Südpol/Äquator stündest?

F: Falls der Polarstern nicht sichtbar wäre, wie könntest du deinen Breitengrad oder Ort auf der Erde dennoch bestimmen?

2.3 Aufgabenbeschreibung

Deine Aufgabe ist es nun, in die Fußstapfen eines Navigators zu treten, der vor rund 5000 Jahren lebte. Anhand dieser Fertigkeiten bestimmst du die Sterne und Sternbilder, die zirkumpolar sind, wenn man sie von bestimmten Positionen auf der Erde aus beobachtet.

Ort	Breitengrad (°)	Kartenradius (cm)	Sternbilder
Tunis (antikes Karthago, Tunesien)	36.8		
Kapstadt (Südafrika)	-33.9		
Plymouth (Großbritannien)	50.4		
Wellington (Neuseeland)	-41.3		
Mumbai (Indien)	19.0		
Grytviken (Südgeorgien)	-54.3		

Die Tabelle enthält die Namen von sechs Städten mit ihren Breitengraden φ . Negative Werte deuten auf südliche Breitengrade hin. Eine siebte Zeile wird leer gehalten, wo du die Daten deiner Heimatstadt eintragen kannst. Daraus musst du die Winkelradien ϱ vom Himmelspol aus berechnen. Die Berechnung ist einfach, weil sie mit der Polhöhe und dem Breitengrad übereinstimmt:

$$\varphi = \varrho$$

Auf den nächsten Seiten findest du Sternkarten für den Nordhimmel und den Südhimmel. Dort wirst du die zirkumpolaren Zonen mit einem Zirkel einzeichnen. Diese Zonen sind Kreise mit dem vorher berechneten Radius. Bedenke, dass du dafür den Maßstab der Karten bestimmen musst, so dass du die Radien in Zentimeter auf der Karte bekommst.

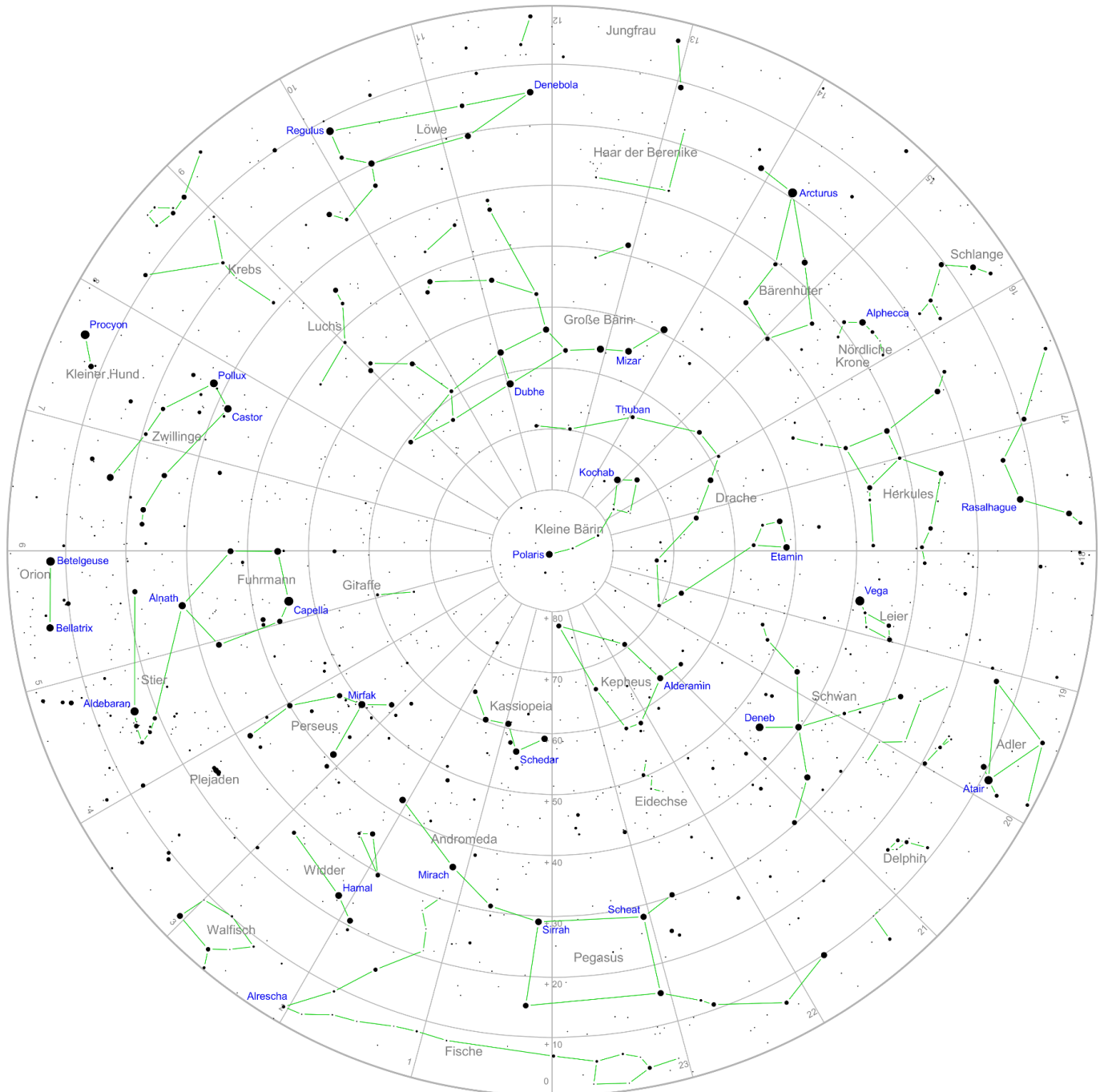
2.3.1 Detaillierte Instruktionen

1. Bestimme den Maßstab der Karte (Umrechnung von Winkelgrad in Zentimeter auf dem Papier). Das Winkelmaß zwischen einem Pol und dem äußeren Kreis, dem Himmeläquator, beträgt 90° .
2. Rechne die Breitengrade in der Tabelle in Radien auf den Sternkarten um und füge sie in die Tabelle ein.
3. Für jeden Ort:
 - a. Wähle die passende Sternkarte aus.
 - b. Benutze den Zirkel, um einen Kreis mit dem vorher bestimmten Radius einzuzeichnen.
 - c. Finde und notiere die zirkumpolaren Sternbilder in der Tabelle. Falls es zu viele sind, nenne nur die Wichtigsten.

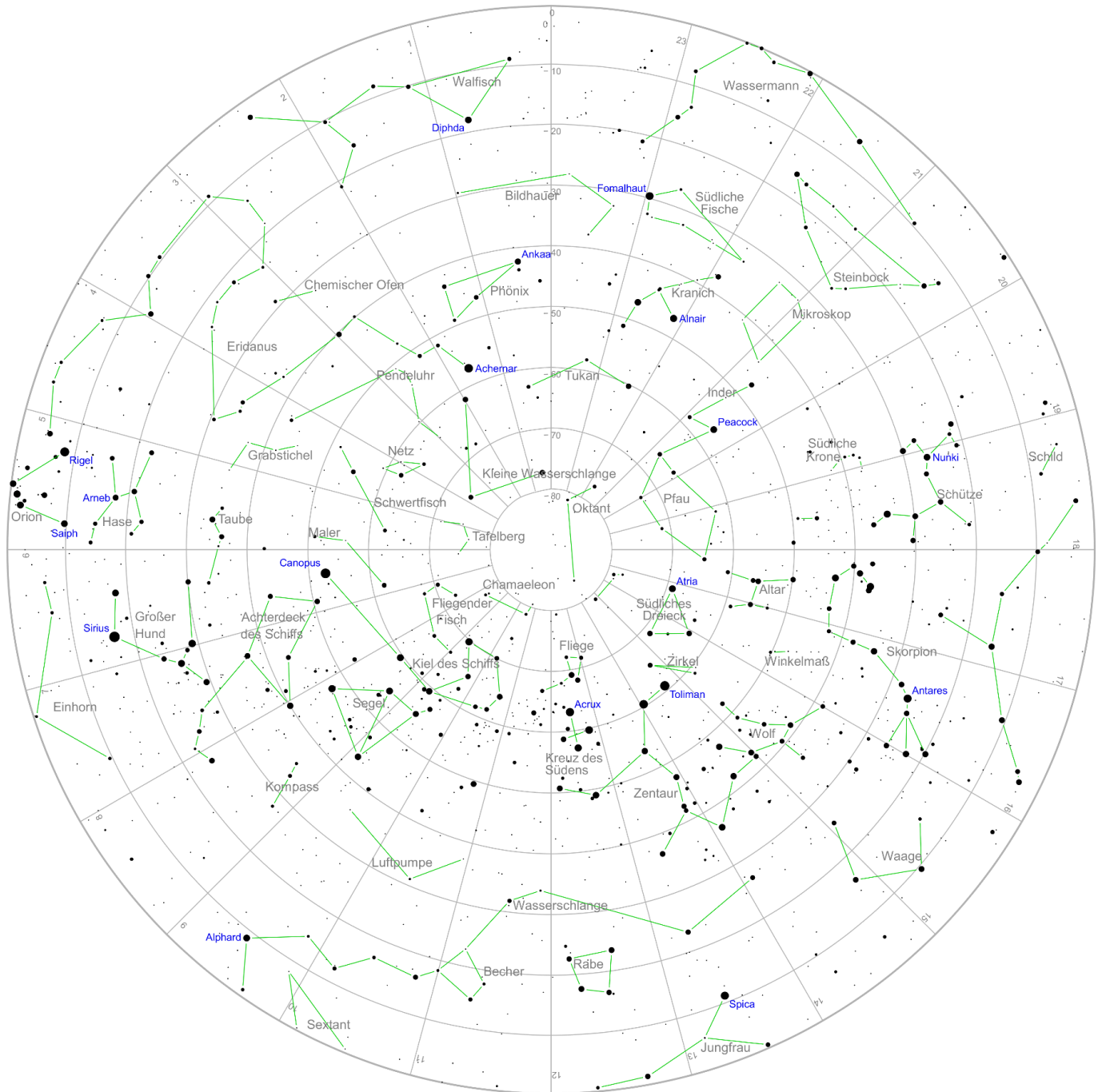
2.3.2 Diskussion

In antiken Zeiten befand sich der Polarstern nicht am Himmelsnordpol. Erkläre, warum die zirkumpolaren Sternbilder und Sterne für die Seefahrer wichtig waren.

Karte des Nordhimmels



Karte des Südhimmels



3 Aufgabe 2: Sterne weisen den Weg

Benötigte Materialien:

- Arbeitsblätter
- Geodreieck
- Bleistift
- Evtl. Schere, Pappe der Größe A4 und Klebstoff
- Computer mit MS Excel
- Excel-Tabelle: NavigationImAntikenMittelmeer-HelleSterne.xlsx

Ohne einen Stern wie Polaris, der auf einen Himmelspol deutet, benutzten die alten Seefahrer andere Sterne und Konstellationen, um die Richtung und den Kurs ihres Schiffes zu bestimmen. Sie erkannten, dass sich die Positionen, an denen sie am Horizont erscheinen und verschwinden (die Peilungen), während ihres Lebens nicht ändern. Erfahrene Navigatoren kannten die hellsten Sterne und Sternbilder auswendig.

3.1 Verständnisfragen

F: Kann man die Haupthimmelsrichtungen von anderen Sternen als Polaris ableiten? Bedenke, dass es solch einen Stern am Südpol nicht gibt.

F: Warum kann man aufgehende und untergehende Sterne und Sternbilder benutzen, um einen Kurs auf hoher See zu steuern?

F: Wärest du in der Lage, im Laufe des Jahres jeden Abend die gleichen Sterne zu sehen?

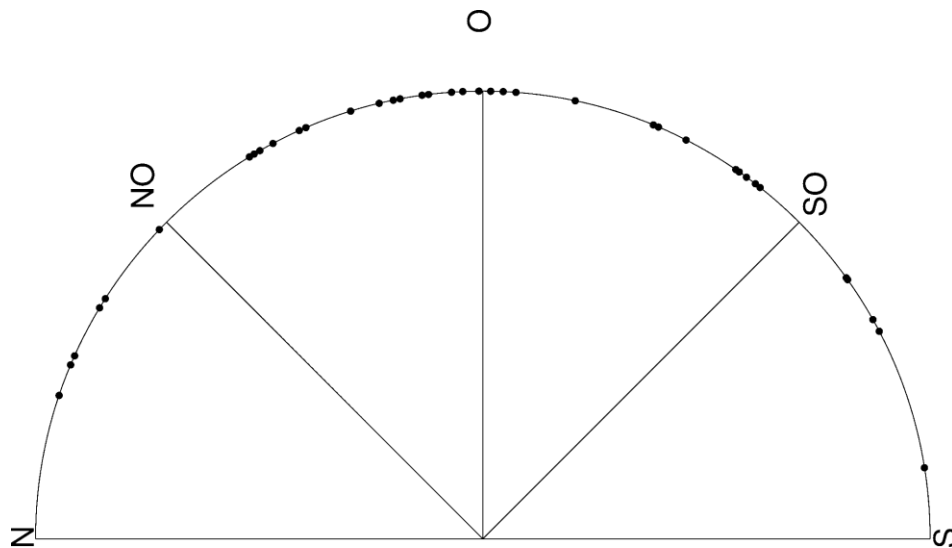


Abbildung 2: Peilung von ausgewählten aufgehenden, hellen Sternen für einen Breitengrad von 45° und einer Winkelhöhe von 10° über dem Horizont (eigenes Werk).

3.2 Aufgabe

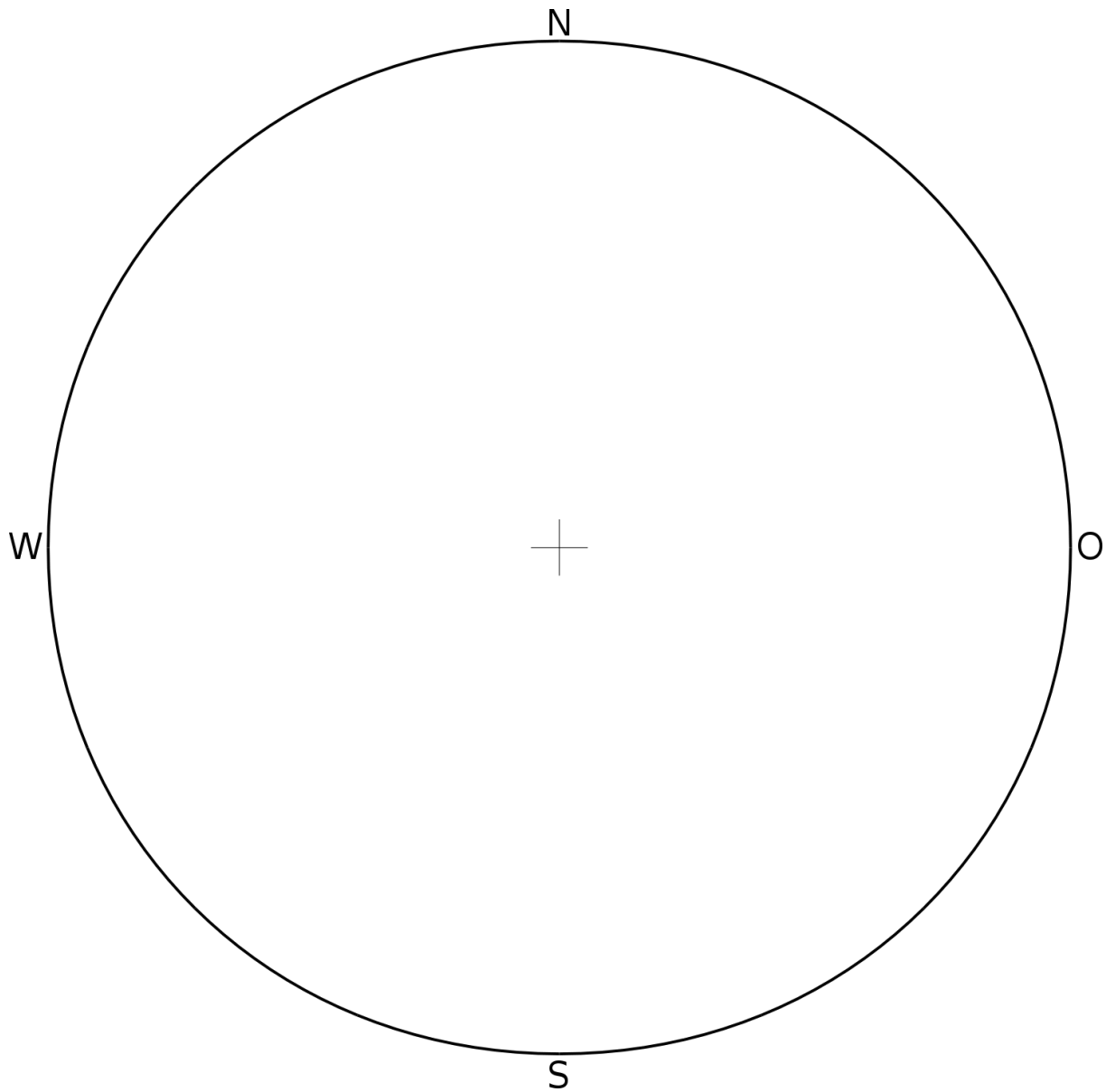
Aus der Erkenntnis, dass die Sterne immer am selben Ort am Horizont aufgehen haben sich Seefahrer einen Sternenkompas gebaut. Er zeigt die Himmelsrichtungen zusammen mit Markierungen am Rand der Scheibe (Abbildung 2), die relativ dazu die Punkte anzeigen, wo helle Sterne aufgehen. Diese Positionen hängen vom Breitengrad auf der Erde ab.

Du wirst nun einen solchen Sternenkompas erstellen, der für deinen Ort gilt. Benutze dazu die Vorlage auf der nächsten Seite.

Die Berechnungen, die nötig sind, um die Himmelskoordinaten der Sterne in horizontale Koordinaten, d. h. Azimut und Höhe, umzurechnen, sind ziemlich komplex. Daher wird diese Aktivität mit einer Excel-Datei bereitgestellt, die dies erledigt. Sie besteht aus 57 hellen Sternen und den Plejaden, einer sehr markanten Gruppe von Sternen.

Du musst nur den Breitengrad deines Standortes und die Höhe der Sterne in der entsprechenden Zeile am Ende der Tabelle eingeben. Hierfür ist 10° ein guter Wert. Das bedeutet, dass sie die Azimute der Sterne erhalten, wenn sie auf einer Höhe von 10° beobachtet werden. Dadurch vermeidet man, dass Objekte die Sicht zu den Sternen verdecken. Der Azimut ist ein Winkel zwischen 0° und 360° entlang des Horizontes, der im Uhrzeigersinn von Norden (0°) her läuft.

Sternenkompass



Die letzten beiden Spalten (AZ1, AZ2) zeigen dann zwei Azimutwinkel an, einen beim Aufgang und einen beim Untergang. Beachte, dass die Verteilung der Azimutwinkel für auf- und untergehende Sterne symmetrisch relativ zum Meridian ist, d. h. zur Linie, die Nord und Süd verbindet. Die Zellen, die #NA zeigen, enthalten keine gültigen Zahlen. Diese Sterne werden nie auf- oder untergehen. Sie sind entweder zirkumpolar oder unter dem Horizont.

Übertrage die Werte in den vorbereiteten Sternenkompas. Benutze das Winkelmaß eines Geodreiecks und markiere die Position eines jeden Sterns auf dem Kreis. Der Mittelpunkt ist mit einem Kreuz angedeutet. Schreibe die Namen der Sterne daneben.

Zur Verbesserung der Stabilität kann der Kompass auf ein Stück Pappe aufgeklebt und ausgeschnitten werden.

3.3 Diskussion

Eine der Methoden, um durch das antike Mittelmeer zu navigieren, war es, nahe an den Ufern zu bleiben. Neben der Gefahr von flachen Gewässern, erkläre, warum die bronzezeitlichen Seefahrer Methoden hatten, die ihnen eine sichere Navigation auf offenen Meeren ermöglicht hätten. Vielleicht möchtest du dir eine Karte des Mittelmeeres ansehen.

4 Aktivität 3: Orientiere Dich am Himmel (optional)

Benötigte Materialien:

- Ergebnisse der vorherigen Aktivitäten
- Tragbare rote Lampe, z. B. eine abgedunkelte Taschenlampe oder eine Taschenlampe mit einem roten Filter
- Falls vorhanden, ein Magnetkompass

Nichts ist lehrreicher, als das theoretisch Erlernte und Geübte unter realen Bedingungen anzuwenden. Die Ergebnisse der beiden vorangegangenen Aktivitäten können daher durch Beobachtung des Nachthimmels getestet werden, so wie es die Seefahrer vor 4000 Jahren taten.

Diese Aktivität kannst du selbst zu Hause oder gemeinsam mit der Klasse durchführen.

Wähle einen klaren Abend und einen Platz mit guter Sicht auf den Horizont. Sobald es dunkel genug ist, um die Sterne zu sehen, schau dir deine Karte mit den Zirkumpolarbereichen aus Aktivität 1 mit ihren abgedunkelten Lampen an. Eine gedämpfte Taschenlampe – noch besser: eine rote – hilft, die Augen an die Dunkelheit anzupassen.

Nachdem du die hellsten Sterne auf der Karte und am Himmel identifiziert hast, benutze deinen Sternkompass aus Aktivität 2. Richte nun die Markierungen nach den entsprechenden hellen Sternen am Himmel aus, die gerade über dem Horizont stehen.

Identifiziere die Haupthimmelsrichtungen, insbesondere Norden. Kannst du dort Polaris, den Polarstern finden?

Finde und benenne nun die Sternbilder am Himmel auf deiner Sternkarte. Stimmen die Sternbilder, die sich gerade noch über dem Horizont befinden, mit dem Ergebnis aus Aktivität 1 überein?

5 Hintergrundinformationen

5.1 Haupthimmelsrichtungen

Die Haupthimmelsrichtungen (Norden, Süden, Westen, Osten) basieren auf astronomischen Vorgängen wie den scheinbaren täglichen und jährlichen Bewegungen der Erde, der Sonne und der Sterne. Während der Nacht kreisen die Sterne um die Himmelspole, am Tag dafür die Sonne. Von der Nordhalbkugel der Erde aus gesehen erreichen alle Himmelsobjekte (Sonne und Sterne) ihren höchsten Punkt im Süden (siehe Abb. 3). Sie gehen grob im Osten auf und im Westen unter. Von der Südhalbkugel der Erde erreichen die Gestirne jedoch im Norden ihren höchsten Punkt.

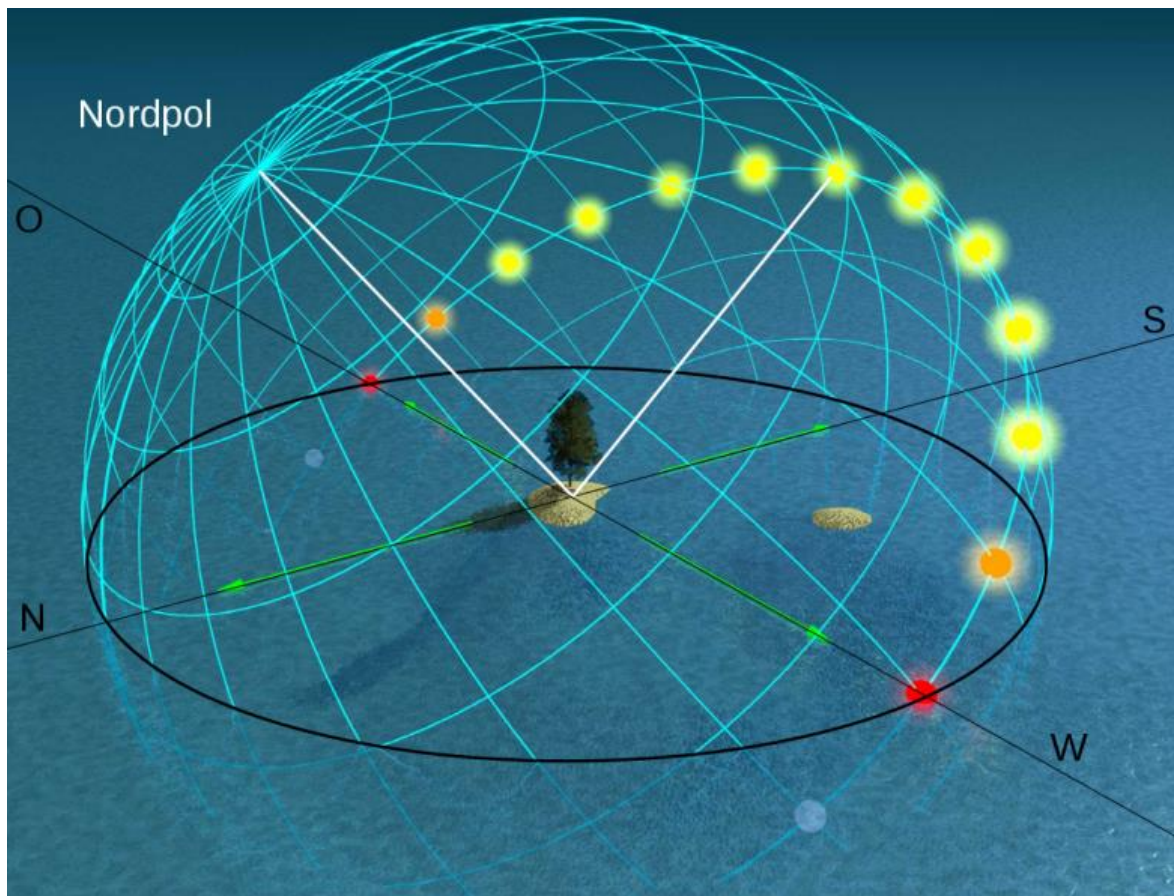


Abbildung 3: Scheinbare tägliche Bewegung der Sonne in der nördlichen Hemisphäre zur Tag- und Nachtgleiche. Die Sonne erreicht ihre höchste Stellung über dem Horizont im Süden. (Auf der Südhalbkugel der Erde kulminiert die Sonne im Norden.)

© Tau'olunga, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Equinox-50.jpg>, „Equinox-50“, Horizontkoordinaten und Beschriftungen ergänzt von Markus Nielbock, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>.

Archäologische Funde aus vorgeschichtlicher Zeit wie Grabstätten und die Orientierung von Gebäuden zeigt, dass die Haupthimmelsrichtungen in vielen Kulturen vor Tausenden von Jahren allgemein bekannt. Daher scheint es offensichtlich, dass dieses Wissen auch für die Navigation genutzt wurde. Der Magnetkompass war jedenfalls in Europa bis ins 13. Jahrhundert unbekannt.

5.2 Breitengrad und Längengrad

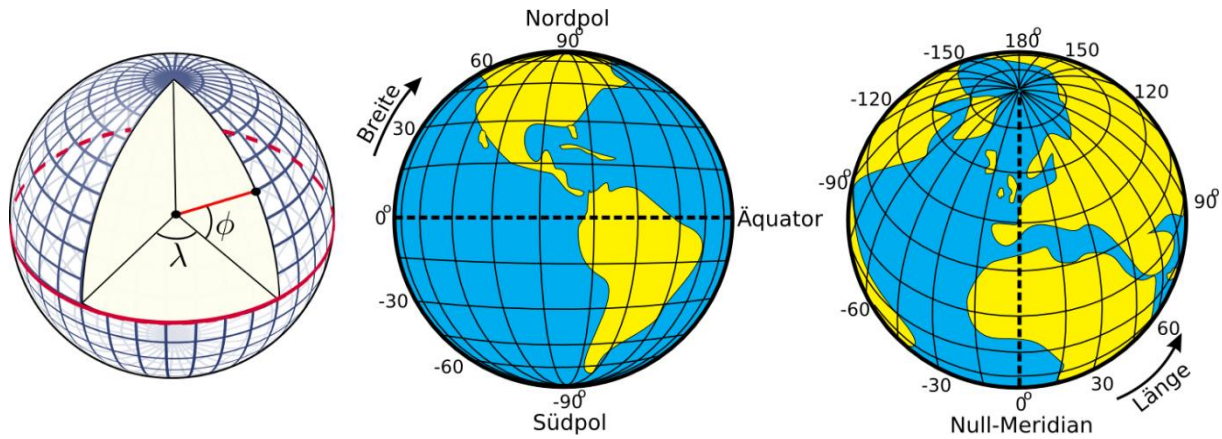


Abbildung 4: Darstellung zur Definition von Breitengrad und Längengrad auf der Erde. © Peter Mercator, djexplo, CC0.

Jeder Punkt auf einer Ebene kann durch zwei Koordinaten eindeutig definiert werden. Die Oberfläche einer Sphäre ist gekrümmt, doch sind dort Koordinaten wie auf und ab nicht sinnvoll, da die Oberfläche einer Sphäre weder ein Anfang noch ein Ende hat.

Stattdessen kann man sphärische Polarkoordinaten benutzen, die vom Zentrum der Sphäre ausgehen, wobei der Radius fest bleibt (Abbildung 4). Dadurch verbleiben zwei Winkelkoordinaten. Auf die Erde angewendet, werden sie geografische Breite und Länge genannt. Die Rotation der Erde definiert die Symmetrieachse. Der Nordpol ist der Punkt, wo die gedachte Rotationsachse die Oberfläche durchstößt. Dabei verläuft die Rotation gegen den Uhrzeigersinn, wenn man von oben auf den Nordpol drauf schaut. Der gegenüber liegende Punkt ist der Südpol. Der Äquator ist definiert als der Großkreis auf halbem Wege zwischen den beiden Polen.

Die Breitengrade sind Kreise parallel zum Äquator. Sie werden von 0° am Äquator bis zu $+90^\circ$ am Nordpol und -90° am Südpol gezählt. Die Längengrade sind Großkreise, die die beiden Erdpole verbinden. Für eine beliebige Position auf der Erde nennt man den Längengrad, der durch den Zenit läuft, also der Ort am Himmel senkrecht nach oben, den Meridian. Dies ist die Linie, die die Sonne scheinbar zum Ortsmittag passiert. Der Nullpunkt der geografischen Länge wird Nullmeridian genannt. Er durchläuft den Ort Greenwich, dort wo das Königliche Observatorium von England sich befindet. Von dort werden die Längengrade beginnend mit 0° bis $+180^\circ$ nach Osten und bis -180° nach Westen gezählt.

Beispiel:

Heidelberg befindet sich bei $49,4^\circ$ nördlicher Breite und $8,7^\circ$ östlicher Länge. Man sagt auch kurz: $49,4^\circ$ Nord und $8,7^\circ$ Ost.

5.3 Winkelhöhe des Himmelspols (Polhöhe)

Wenn man das Koordinatensystem aus geografischer Breite und Länge von der Erde an den Himmel projiziert, erhält man die Himmelskoordinaten. Der Erdäquator wird zum Himmelsäquator, und die geografischen Pole werden entlang der Erdachse so verschoben, dass sie die Himmelspole bilden. Würden wir eine Langzeitaufnahme des Nordhimmels machen, sähen wir anhand der Strichspuren, dass die Sterne sich alle um einen gemeinsamen Punkt drehen, den nördlichen Himmelspol (siehe Abb. 5).



Abbildung 5: Strichspuren von Sternen am Himmel nach einer Belichtung von etwa zwei Stunden.
© Ralph Arvesen, Live Oak star trails, <https://www.flickr.com/photos/rarvesen/9494908143>,
<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/legalcode>.

Am Nordhimmel gibt es einen mäßig hellen Stern nahe am Himmelspol, den Polarstern oder Polaris. Er ist der hellste Stern im Sternbild der kleinen Bärin, Ursa Minor.

Zu unserer Zeit ist Polaris nur etwa ein halbes Grad vom Himmelsnordpol entfernt. Allerdings befand er vor 1000 Jahren 8° daneben. Daher können wir ihn heute als Markierung für die Position des nördlichen Himmelspols benutzen.

Am südlichen Himmelspol gibt es solch einen Stern nicht, den man mit dem bloßen Auge sehen könnte. Daher benötigt man dort andere Hilfsmittel, um den Pol zu finden.

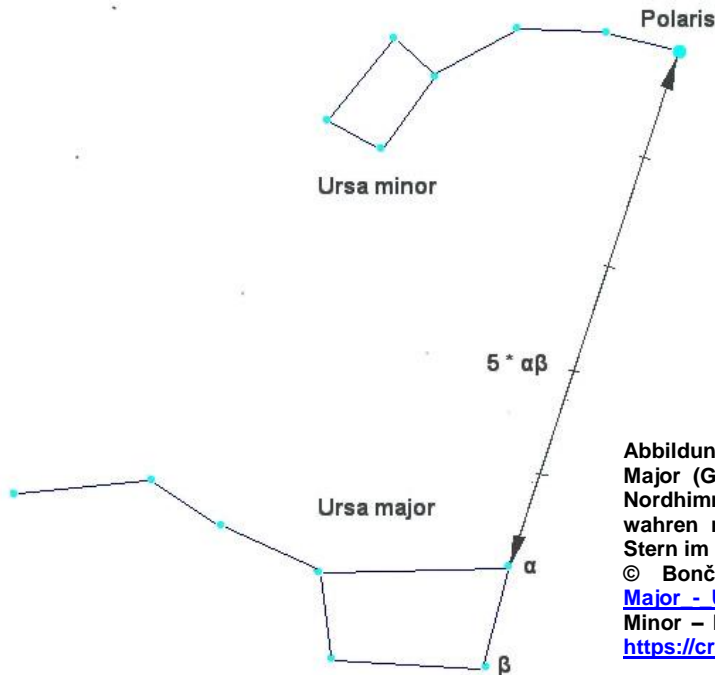


Abbildung 6: Konfiguration der beiden Sternbilder Ursa Major (Große Bärin) und Ursa Minor (Kleine Bärin) am Nordhimmel. Polaris, der Polarstern, der sich nahe am wahren nördlichen Himmelspol befindet, ist der hellste Stern im Sternbild Ursa Minor.

© Bonč, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ursa_Major_-_Ursa_Minor_-_Polaris.jpg, "Ursa Major - Ursa Minor - Polaris", Farben invertiert von Markus Nielbock, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>.

Würden wir genau am geografischen Nordpol stehen, wäre Polaris genau über uns, also im Zenit. Seine Winkelhöhe wäre dann (fast) 90° . Der Horizont, also der Rand der gedachten Ebene, hat eine Höhe von 0° . Die Koordinate senkrecht dazu gibt uns die Himmelsrichtung in Winkelgrad an und wird Azimut genannt. Sie wird von Norden im Uhrzeigersinn von 0° bis 360° gemessen. In der Navigation wird dies auch als Peilung bezeichnet. Der Meridian ist eine Linie, die Norden und Süden am Horizont durch den Zenit verbindet.

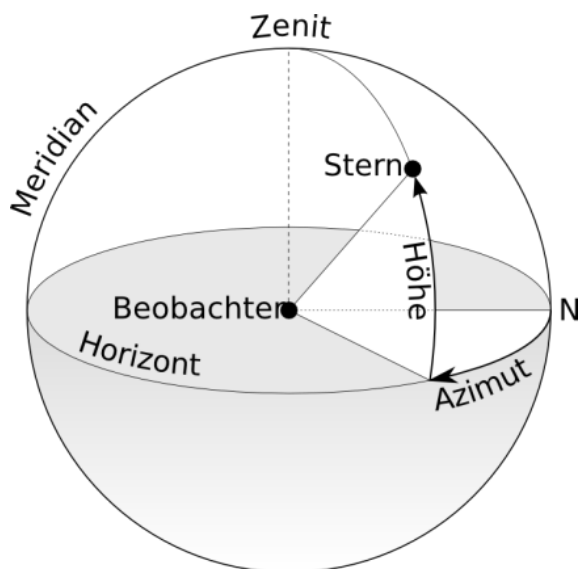


Abbildung 7: Darstellung des Horizontkoordinatensystems. Der Beobachter ist im Zentrum der scheinbaren Himmelskugel, von wo aus die Koordinaten, die mit Azimut und Höhe bezeichnet werden, gemessen werden.

© TWC Carlson, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Azimuth-Altitude_schematic.svg, „Azimuth-Altitude schematic“, Übersetzung von Markus Nielbock, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

Für jede andere Position auf der Erde erschiene der Himmelspol bzw. Polaris bei einer Winkelhöhe kleiner als 90° . Am Äquator würde der Himmelspol den Horizont berühren, d.h. er stünde bei einer Winkelhöhe von 0° .

Der Zusammenhang zwischen dem Breitengrad (Nordpol = 90° , Äquator = 0°) und der Polhöhe (Höhe des Himmelspols) ist kein Zufall (siehe Abbildung 8). Die Skizze demonstriert, dass die Winkelhöhe des Himmelsnordpols, die Polhöhe, exakt mit der nördlichen geografischen Breite des Beobachters übereinstimmt.

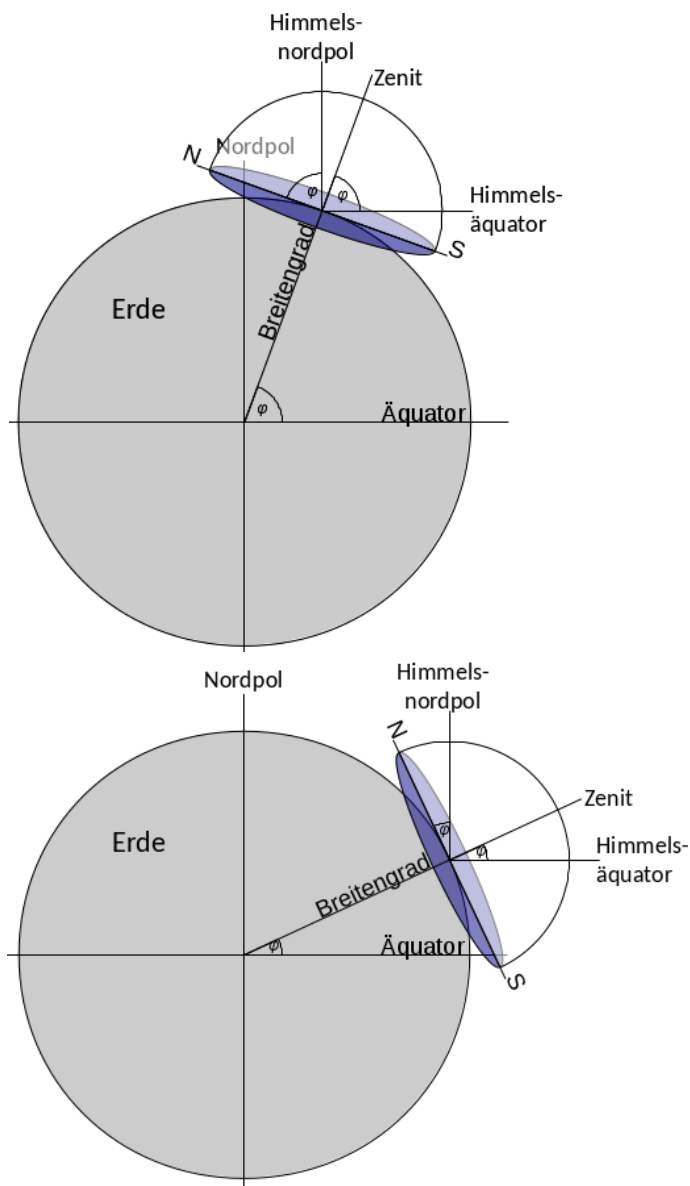


Abbildung 8: Verbindet man die drei Koordinatensysteme (das sphärische der Erde, das äquatoriale am Himmel und das lokale Horizontsystem) wird deutlich, dass der Breitengrad des Beobachters der Winkelhöhe des Himmelspols entspricht, die man auch als Polhöhe bezeichnet.
© eigenes Werk.

Somit können wir schließen, dass durch die Messung der Winkelhöhe von Polaris die eigene geografische Breite mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden kann.

5.4 Zirkumpolare Sterne und Konstellationen

Schaut man sich den Nachthimmel an, gehen einige Sterne innerhalb eines bestimmten Radius um den Himmelspol niemals unter. Sie sind zirkumpolar (siehe Abb. 5). Frühere Navigatoren hatten ausreichend Erfahrung, um die wahre Position des Himmelspols durch die Bewegung der Sterne in seiner Nähe zu bestimmen. Diese Methode funktioniert auch auf der Südhalbkugel.

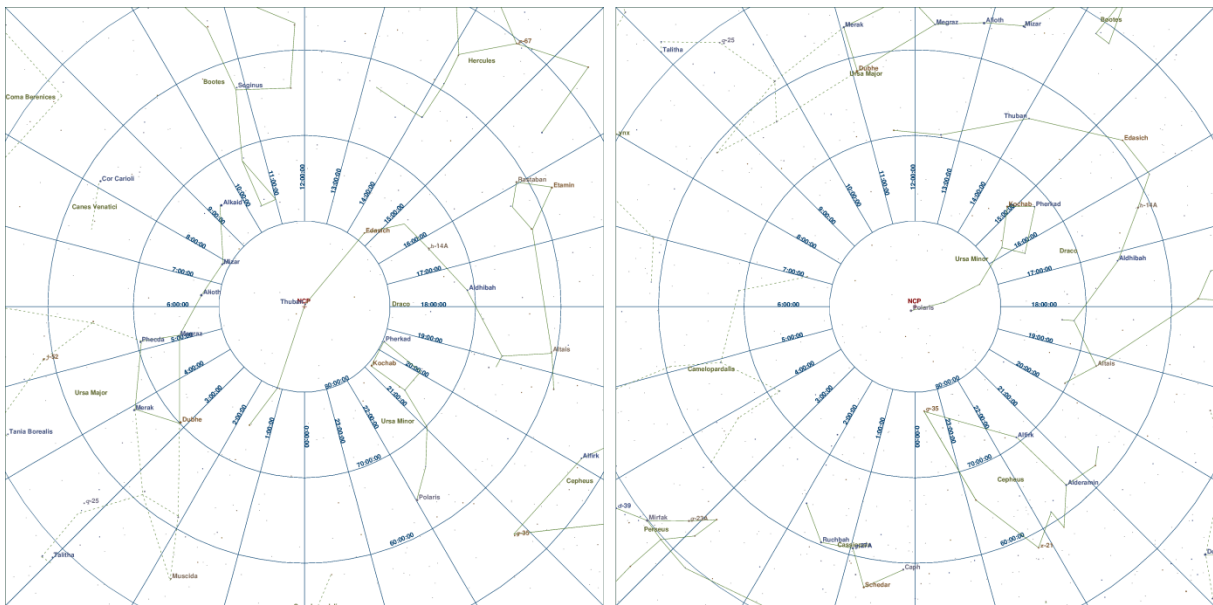


Abbildung 9: Sternkarten der Region um den nördlichen Himmelspol für die Jahre 2750 v. d. Z. und 2016 n. d. Z. © eigenes Werk, erzeugt mit XEphem Version 3.7.6 produziert von Elwood C. Downey und vertreiben durch das Clear Sky Institute Inc., Solon, Iowa, USA, <http://www.xephem.com>.

Beim Segeln nach Norden beobachten Seeleute, dass mit steigender Polhöhe auch der zirkumpolare Bereich größer wird. Wenn also für Navigatoren an verschiedenen Orten auf der Erde derselbe Stern bzw. dasselbe Sternbild in derselben Winkelhöhe genau im Norden oder Süden steht, befinden sie sich in beiden Fällen auf demselben Breitengrad.

Schau dir hierzu die folgenden beiden Videos an. Sie zeigen zirkumpolare Sterne und Sternbilder für zwei Ort auf der Erde, die auf verschiedenen Breitengraden liegen: Heidelberg (49° Nord) und Lissabon in Portugal bzw. Havana auf Kuba (23° Nord).

CircumpolarStars Heidelberg 49degN (Dauer: 0:57)
<https://youtu.be/uzee9VPA48>

CircumpolarStars Habana 23degN (Dauer: 0:49)
https://youtu.be/zgfgQC_d7UQ

6 Glossar

Großkreis

Ein Kreis auf einer Sphäre, dessen Radius identisch mit dem Radius der Sphäre ist.

Kulmination

Die Passage eines Himmelsobjekts durch den Meridian. Diese Objekte nehmen dort ihre größte oder niedrigste Winkelhöhe über dem Horizont ein.

Meridian

Eine Linie, die Norden und Süden am Horizont durch den Zenit verbindet.

Polhöhe

Die Winkelhöhe eines Himmelspols. Der Wert entspricht dem Breitengrad des Beobachters auf der Erde, der die Polhöhe misst.

Präzession

Neben der Rotation eines Kreisels oder eines jeden sich drehenden Körper bewegt sich die Drehachse oft ebenfalls im Raum. Seine Bewegung entspricht der einer Drehung entlang eines Kegelmantels. Diese Achsendrehung nennt man Präzession. Der vollständige Zyklus der Präzession der Erdachse beträgt etwa 26000 Jahre.

Scheinbare Bewegung

Die Bewegung von Himmelsobjekten, die tatsächlich durch die Rotation der Erde hervorgerufen wird.

Sonnenuhr

Ein Objekt, das einen Schatten durch Beleuchtung durch die Sonne erzeugt. Die Orientierung und die Länge des Schattens ermöglichen die Bestimmung der Uhrzeit und des Breitengrads.

Sphärische Polarkoordinaten

Das natürliche Koordinatensystem einer flachen Ebene ist das kartesische Koordinatensystem. Es misst Entfernungen in zwei zueinander senkrechten Richtungen (vor, zurück, links rechts). Für eine Sphäre ist solch ein System nicht sinnvoll, weil sie weder einen Anfang noch ein Ende hat. Stattdessen ist der Aufhängepunkt das Zentrum der Sphäre. Betrachtet man eine Projektion vom Zentrum auf die Oberfläche einer Sphäre, so kann jeder Punkt darauf durch zwei Winkel bestimmt werden, während einer davon sich auf die Rotationsachse bezieht.

v. d. Z.

„vor der Zeitenwende“, also faktisch der Zeitraum vor dem Einführen des modernen Kalenders, dessen Nullpunkt allgemein mit der Geburt Christi zusammen fällt. Die Abkürzung wird als kulturell unabhängige Zeitangabe alternativ zu „v. Chr.“ benutzt.

Winkelhöhe bzw. Elevation

Die Winkeldistanz zwischen einem Himmelsobjekt und dem Horizont.

Zenit

Der Punkt am Himmel direkt über einem Beobachter.

Zirkumpolar

Eigenschaft eines Himmelsobjekts, das während seiner scheinbaren Drehung um einen Himmelspol niemals untergeht.