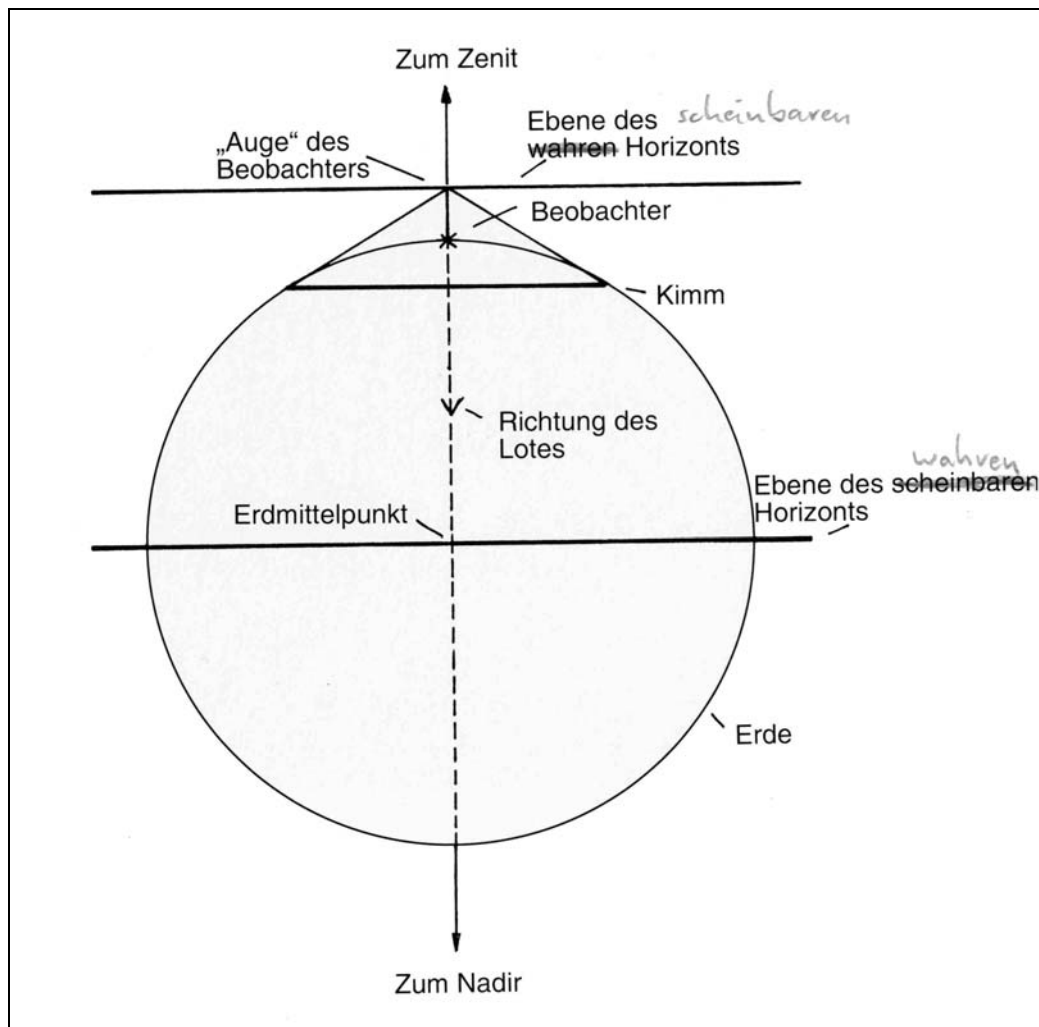


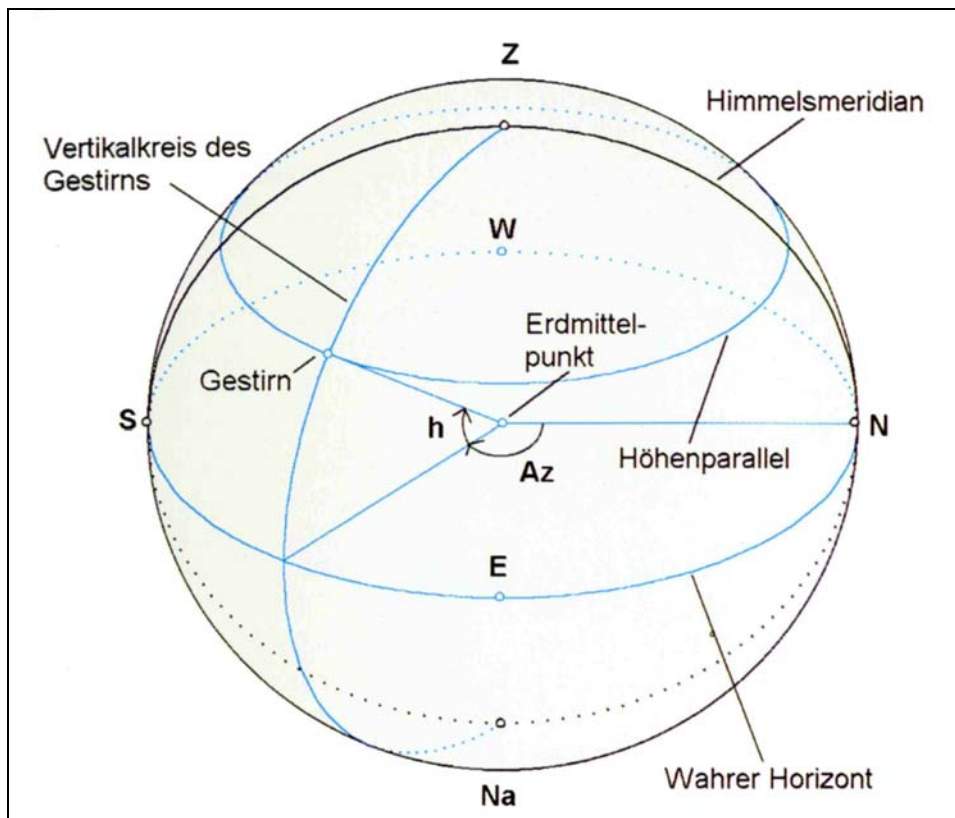
# Koordinatensystem des wahren Horizonts

- Ebenen des scheinbaren und des wahren Horizonts



(aus: Kumm / Lübberts/ Schultz: Sporthochseeschifferschein)

- Wahrer Horizont: Großkreis der Himmelskugel, dessen Ebene senkrecht zum Lot des Beobachters durch den Erdmittelpunkt geht
- Scheinbarer Horizont: Parallele Ebene zum wahren Horizont durch das Auge des Beobachters
- Kimm: Die vom Beobachter zu sehende Grenzlinie zwischen Erdoberfläche und Luft

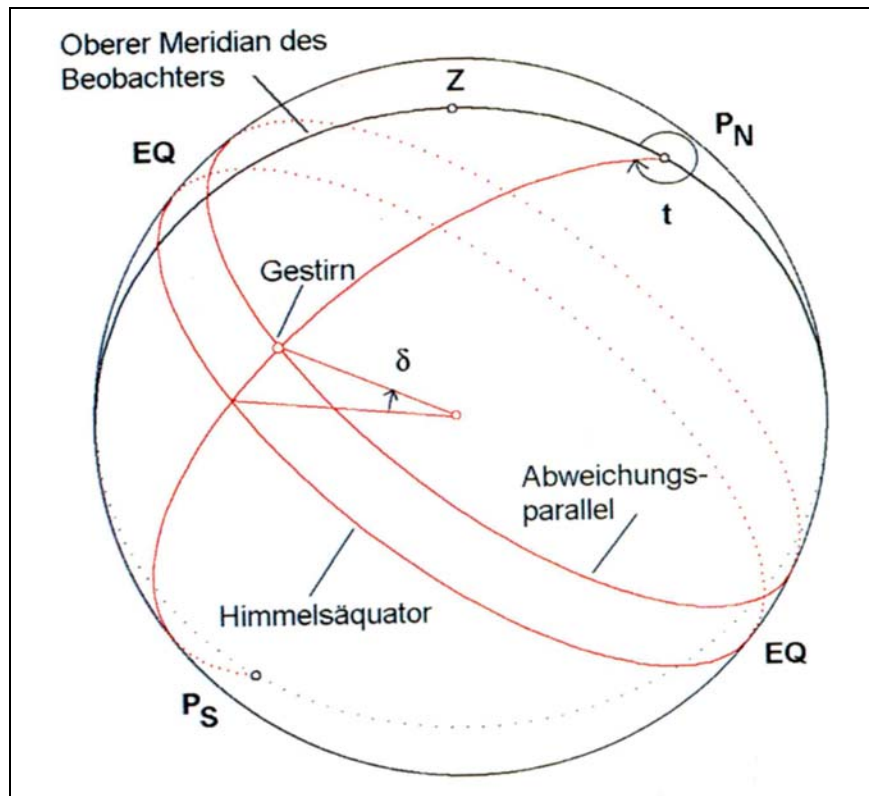


KS des wahren Horizonts (aus: Kumm / Lübberts / Schultz: Sporthochseeschifferschein)

## • Bezeichnungen nach DIN 13312

- Zenit Ze und Nadir Na: Schnittpunkte der nach oben bzw. nach unten verlängerten Lotlinie des Beobachters mit der Himmelskugel
- Nordpunkt N, Südpunkt S: Punkte in rwP  $0^\circ$  bzw.  $180^\circ$  auf wahren Horizont, Schnittpunkte wahren Horizont mit Himmelsmeridian
- Ostpunkt E, Westpunkt W: Punkte in rwP  $90^\circ$  bzw.  $270^\circ$  auf wahren Horizont
- Himmelsmeridian: Großkreis der Himmelskugel durch die Himmelspole, Zenit und Nadir sowie N und S
- Höhenparallel: Kleinkreis der Himmelskugel parallel zum wahren Horizont (durch Gestirn)
- Wahre Höhe h: Winkel vom wahren Horizont zum Höhenparallel am Erdmittelpunkt, Mittelpunktswinkel eines Vertikalkreises
- Vertikalkreis: Halber Großkreis senkrecht zum wahren Horizont, vom Zenit zum Nadir (durch Gestirn)
- Azimut Az: Winkel zwischen Nordmeridian und Vertikalkreis, vollkreisig gezählt über E, S und W

# Koordinatensystem des Himmelsäquators

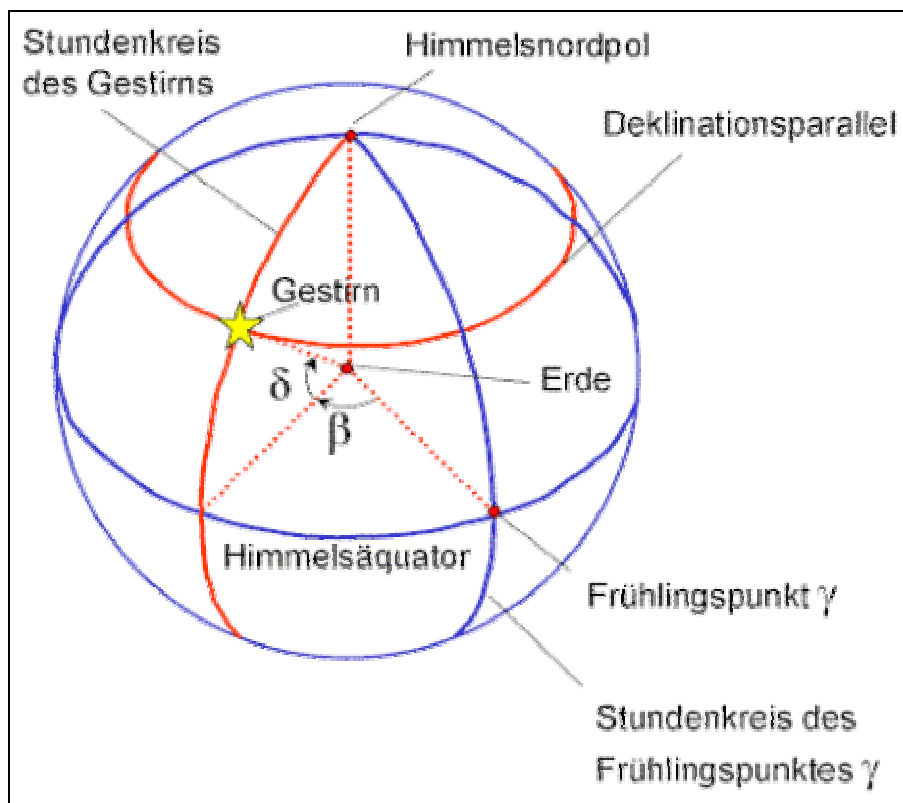


(aus: Kumm / Lübbers / Schultz: Sporthochseeschifferschein)

## • Bezeichnungen nach DIN 13312

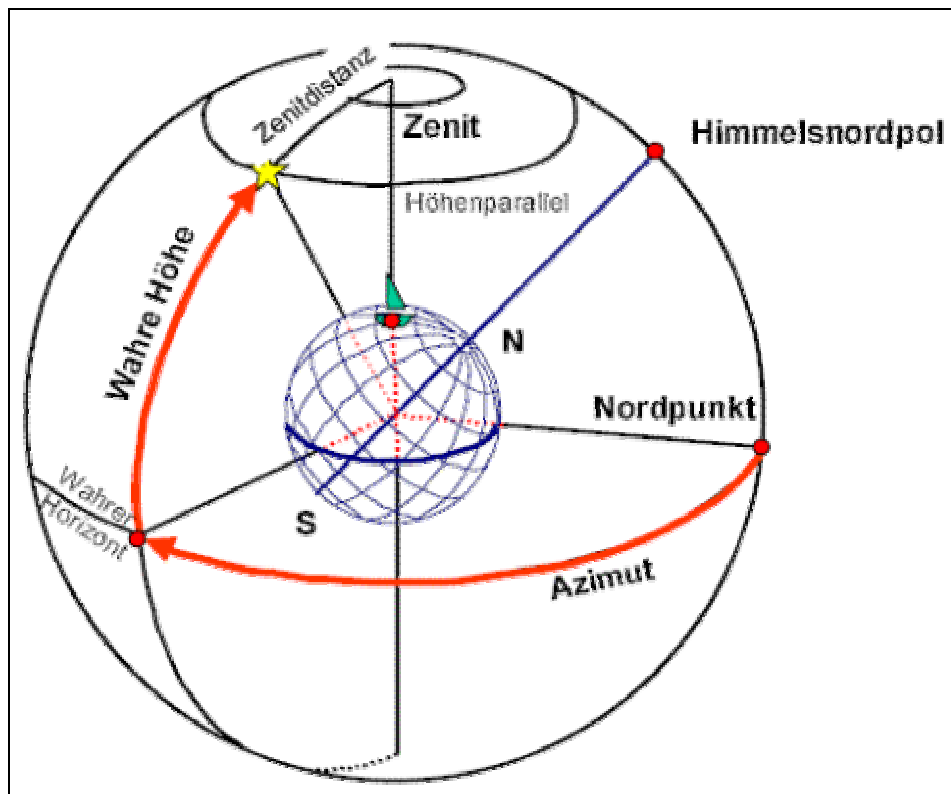
- Himmelsäquator: Großkreis der Himmelskugel, dessen Ebene senkrecht zur Erdachse steht
- Himmelspole  $P_N$ ,  $P_S$ : Schnittpunkte der Erdachse mit der Himmelskugel, Zenit des Nord- und Südpols
- Oberer Pol  $P$ , unterer Pol  $P'$ : Himmelspol oberhalb bzw. unterhalb des wahren Horizonts
- Deklinationparallel (Abweichungsparallel): Kleinkreis der Himmelskugel parallel zum Himmelsäquator (durch Gestirn)
- Deklination  $\delta$  (Abweichung): Winkel vom Himmelsäquator zum Deklinationparallel am Erdmittelpunkt, Mittelpunktswinkel eines Stundenkreises
- Stundenkreis: Halber Großkreis senkrecht zum Himmelsäquator, vom oberen zum unteren Pol
- Oberer Meridian, unterer Meridian: Stundenkreis durch den Zenit bzw. Nadir des Beobachters
- Nordmeridian, Südmeridian: Stundenkreise durch Nordpunkt bzw. Südpunkt

- Greenwicher Stundenkreis: Projektion des Nullmeridians auf die Himmelskugel
  - Scheinbare Drehung der Himmelskugel: scheinbar dreht sich die Himmelskugel täglich im Uhrzeigersinn von E nach W (von  $P_N$  aus betrachtet), Ursache: Erdrotation
  - Greenwicher Stundenwinkel  $Grt$ : Winkel am oberen Pol zwischen dem Greenwicher Stundenkreis und einem Stundenkreis (durch Gestirn), vollkreisig gezählt im Sinne der scheinbaren Drehung der HK
  - Ortsstundenwinkel  $t$ : Winkel am oberen Pol zwischen oberem Meridian und Stundenkreis (des Gestirns), vollkreisig im Sinne der scheinbaren Drehung der HK angegeben
  - Zusammenhang:  $t = Grt + \lambda$
- Besonderheit bei Fixsternen

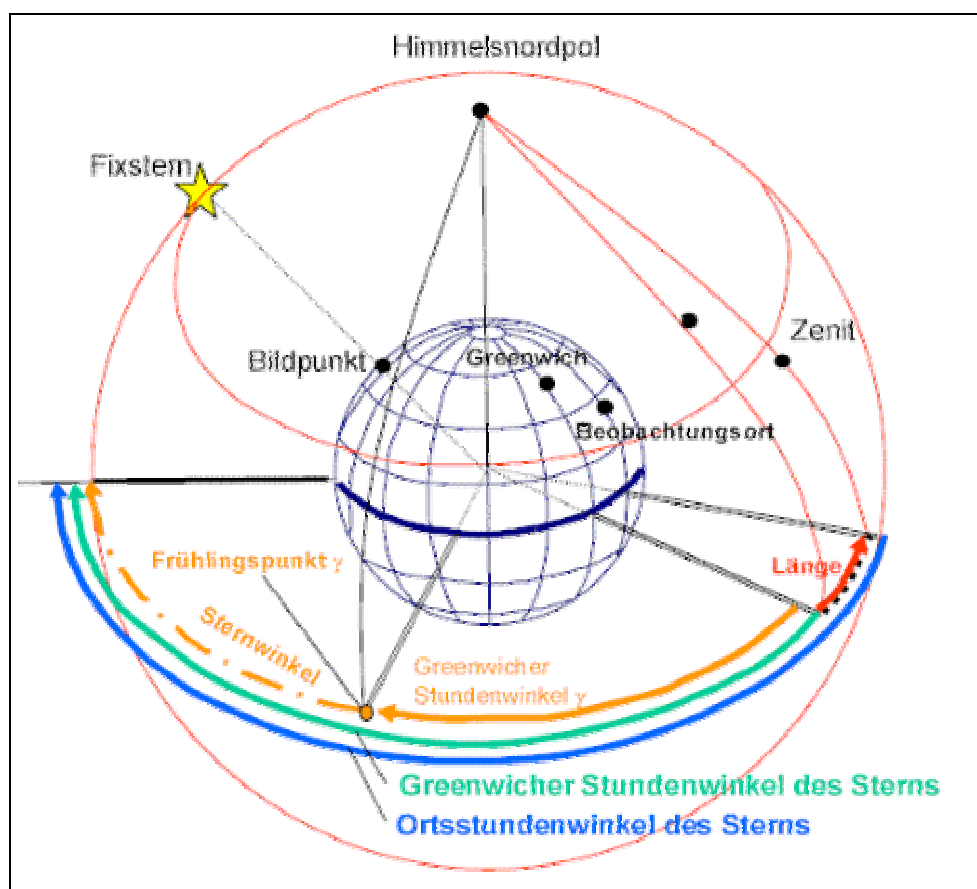


Fixsternkoordinaten Deklination und Sternwinkel (aus: [www.astrosail.de](http://www.astrosail.de))

- Frühlingspunkt: Schnittpunkt Himmelsäquator und nordwärts aufsteigende scheinbare Sonnenbahn (Ekliptik)
- Sternwinkel  $\beta$ : Winkel am oberen Pol zwischen Stundenkreis des Frühlingspunktes und Stundenkreis (des Fixsternes), vollkreisig im Sinne der scheinbaren Drehung der HK angegeben



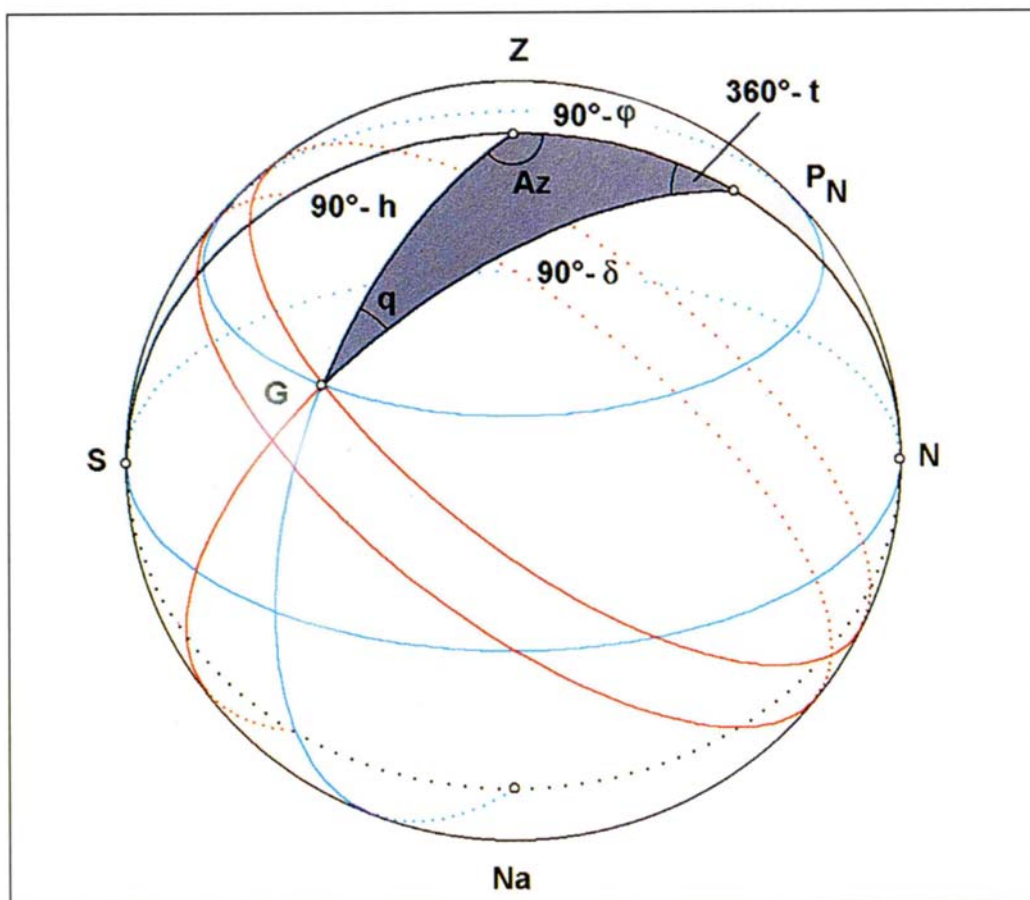
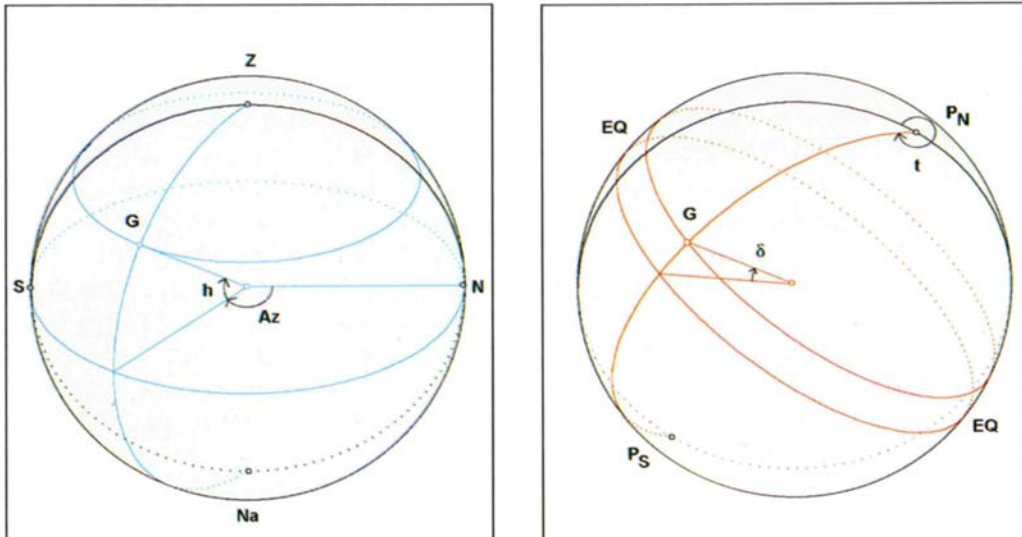
Koordinatensystem des wahren Horizonts (aus: [www.astrosail.de](http://www.astrosail.de))



Koordinatensystem des Himmelsäquators (aus: [www.astrosail.de](http://www.astrosail.de))

# Nautisches Grunddreieck (Sphärisch-astronomisches Grunddreieck)

- Kombination der Koordinatensysteme



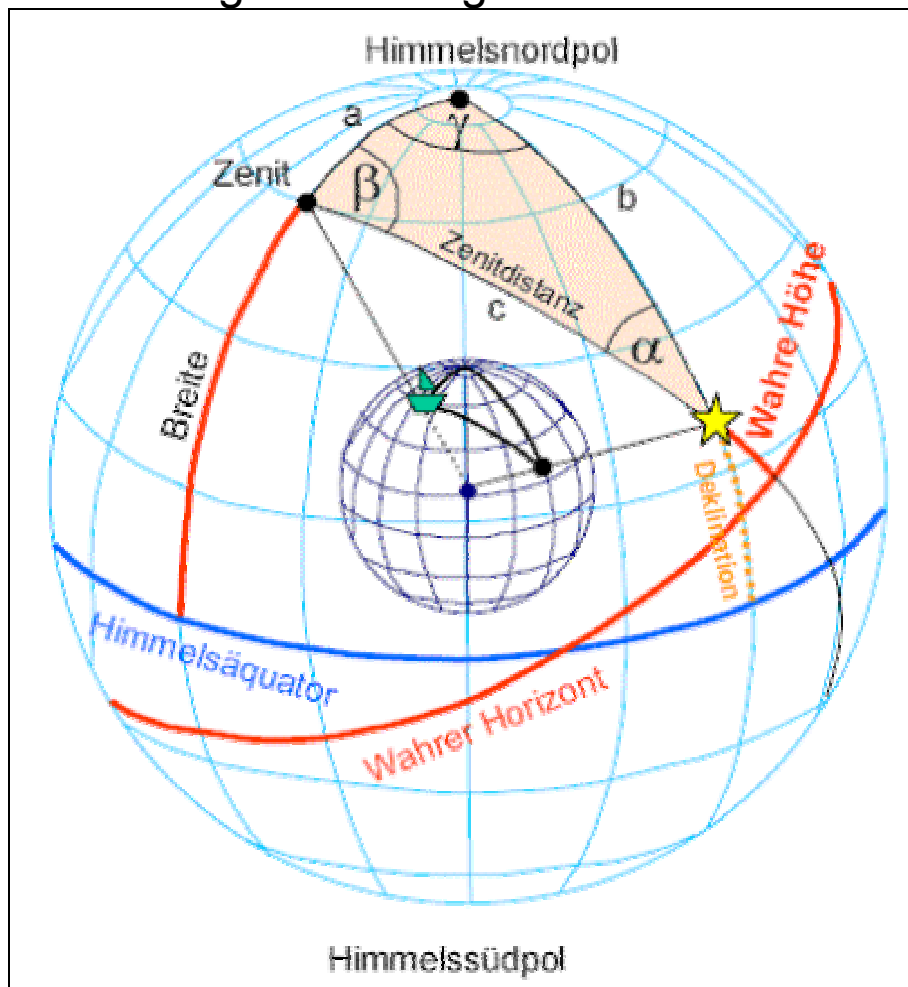
(aus: Kumm / Lübbers / Schultz: Sporthochseeschifferschein)

- Zenitdistanz  $z$ :  $90^\circ - h$
- Poldistanz  $p$ :  $90^\circ - \delta$
- Kobreite:  $90^\circ - \varphi$
- Ecken: Gestirn  $G$ , Zenit  $Ze$ , oberer Pol  $P$
- Winkel: Azimut  $Az$ ,  $360^\circ - t$ , parallakt. Winkel  $q$
- mathematische Beziehungen

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

$$\tan Az = \frac{-\sin t}{\cos \varphi \tan \delta - \sin \varphi \cos t}$$

- Darstellung mit Erdkugel



Achtung: Bezeichnungen am Dreieck schlecht gewählt (aus: [www.astrosail.de](http://www.astrosail.de))

## Übungen Koordinatensysteme

1. Wie lauten die Koordinaten eines Gestirns im System des wahren Horizontes?
2. Wie lauten die Koordinaten der Sonne im System des Himmelsäquators?
3. Worin liegt der Unterschied zwischen Nordpunkt und Himmelsnordpol?
4. Was ist die Rektaszension?
5. Was ist der Frühlingspunkt, wann steht die Sonne genau in ihm?
6. Wie kann man an den Koordinaten der Sonne den Herbstanfang für Nord- und Südhalbkugel erkennen?
7. Unter welcher Bedingung erreicht ein Gestirn seine untere Kulmination?

## Übungen Bewegung der Gestirne

1. Zeichnen Sie in einer Meridianfigur die Bewegungen der Gestirne für einen Beobachter am Äquator!
2. Zeichnen Sie in einer Meridianfigur die Bewegungen der Gestirne für einen Beobachter am Nordpol!
3. Veranschaulichen Sie in einer Zeichnung, warum es im Winter nördlich des Polarkreises zur Polarnacht kommt!
4. Wann ist ein Gestirn ein zirkumpolar?
5. Welche Gestirne sind nie sichtbar?
6. Versuchen Sie, aus der Erinnerung das Grunddreieck mit Eckpunkten, Seiten und Winkeln zu zeichnen!



# Zeit

- Natürliche Zeit

Ableitung aus periodischen Vorgängen in der Natur, z.B. Rotation der Erde, Umlauf der Erde um die Sonne, Grundlage sind Beobachtungen

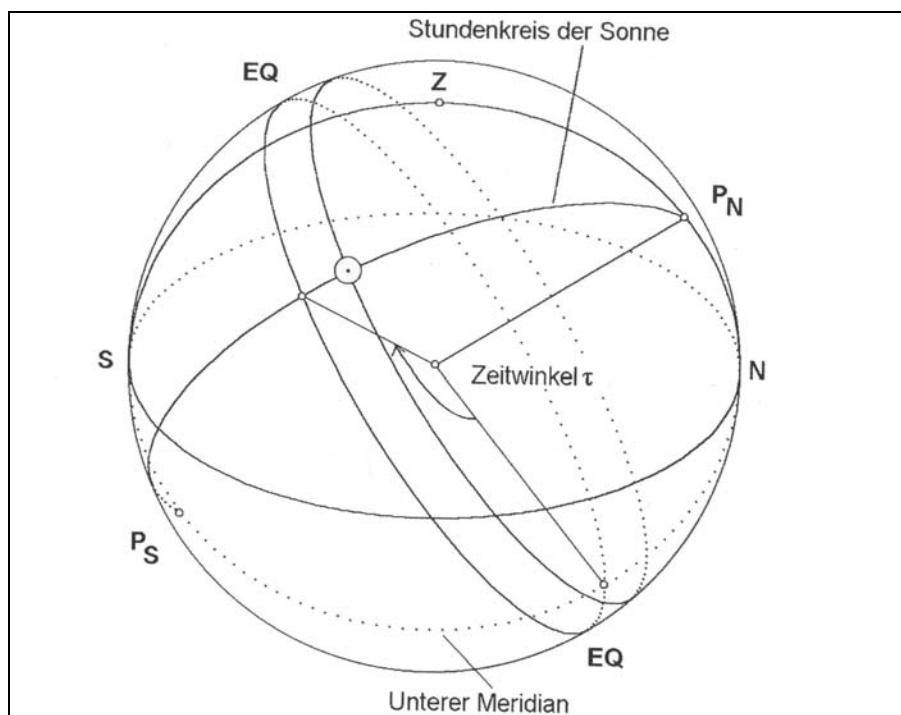
- Statistische Zeit

Atomzeitskala, dem Zustandekommen liegt ein statistischer Prozess zugrunde, erzeugt durch Cs- und Rb-Normale sowie H-Maser

- Theoretische Zeit

Modellzeit, abhängig vom Bezugsort der Uhr und seiner Geschwindigkeit, Zeit ist keine absolute Größe mehr (Newton), sondern eine der vier Koordinaten der Einstein'schen Raumzeit

- Alltag: Tag geht von Mitternacht bis Mitternacht, also von einer unteren Kulmination der Sonne bis zur nächsten



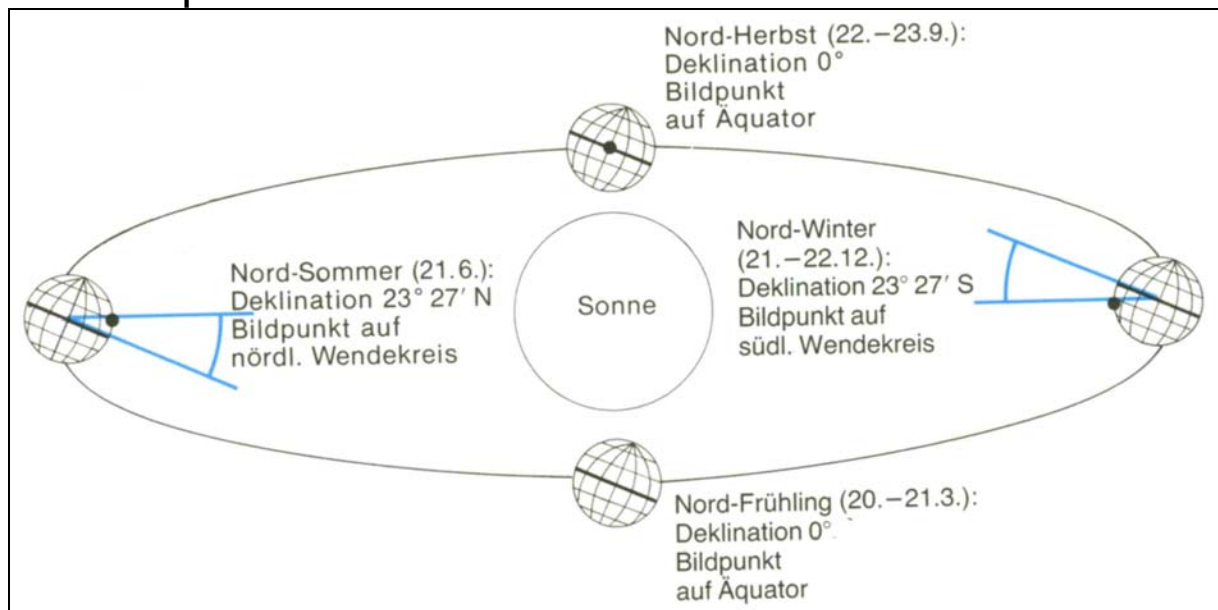
**Zeitwinkel  $\tau$  der wahren Sonne**

(aus: Kumm / Lübbbers / Schultz: Sporthochseeschifferschein)

Astronavigation @ DHH Zweigstelle München

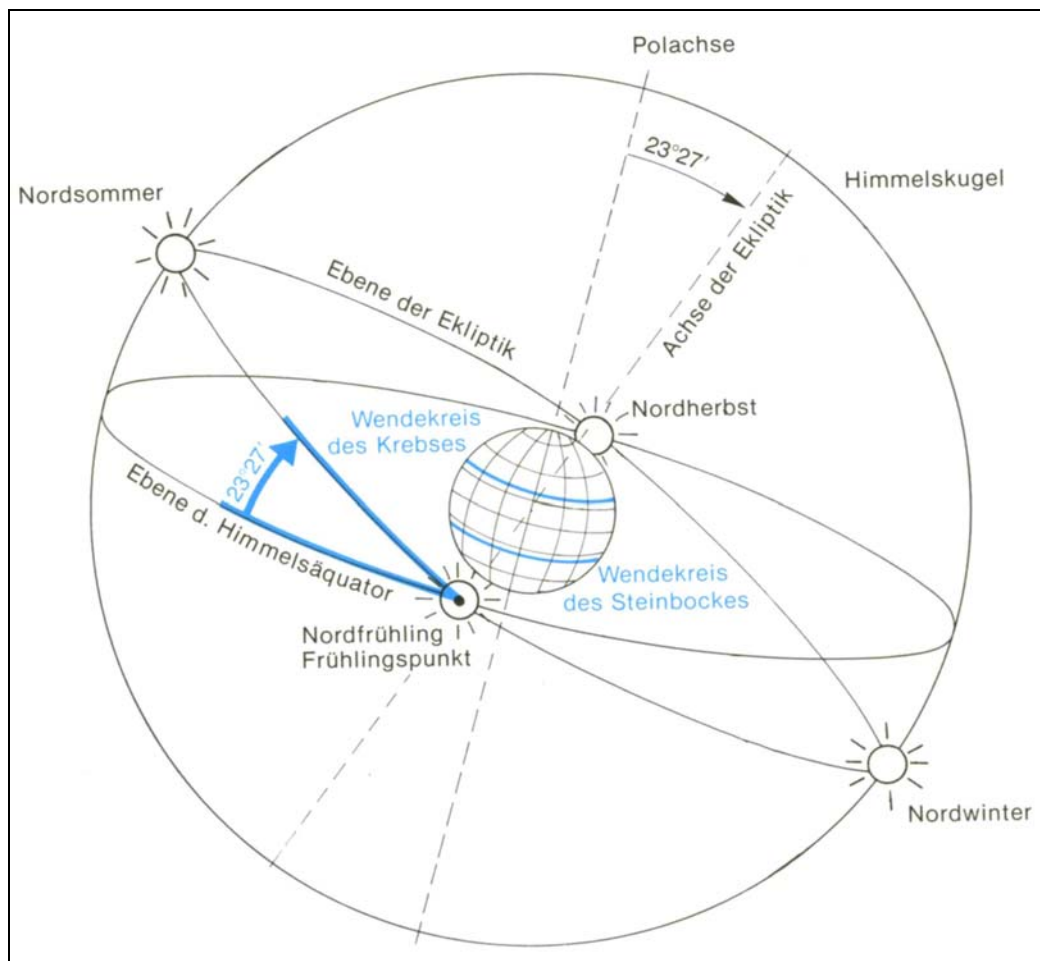
© Thomas Peters 1999 / 2000

- Ekliptikschiefe



## Sonne und Erde im raumfesten System

(aus: M. Wesener: Führerschein C für Seefahrt)

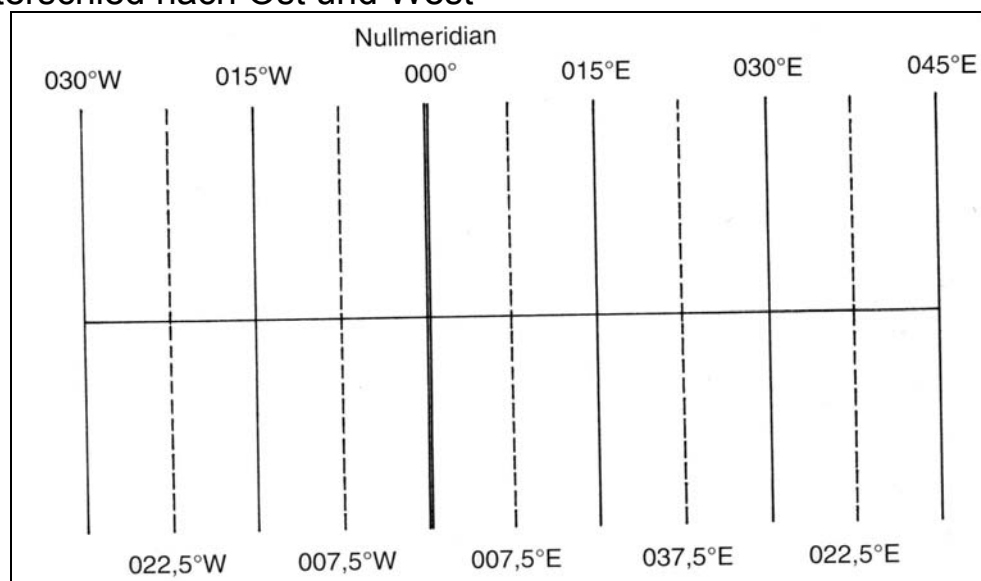


## Sonnenbahn im System des Himmelsäquators

(aus: M. Wesener: Führerschein C für Seefahrt)

- Bezeichnungen (nach DIN 13312)

- Wahre Ortszeit WOZ: Zeitwinkel der wahren Sonne, gezählt von 0 bis 24 Uhr, beginnend mit dem Durchgang der Sonne durch den unteren Meridian,  $1h = 15^\circ$
- Zeitwinkel  $\tau$ : Winkel am oberen Pol zwischen dem unteren Meridian und dem Stundenkreis der Sonne, vollkreisig angegeben
- Ekliptik: scheinbare Sonnenbahn auf der Himmelskugel
- Mittlere Sonne: gedachte Sonne, die mit konstanter Geschwindigkeit auf dem Himmelsäquator umläuft und für einen Umlauf die gleiche Zeit braucht wie die wahre Sonne auf der Ekliptik
- Mittlere Ortszeit MOZ: Zeitwinkel der mittleren Sonne von 0 bis 24 Uhr, beginnend mit dem Durchgang der Sonne durch den unteren Meridian
- Zeitgleichung  $e$ : Differenz zwischen WOZ und MOZ im Sinne  $WOZ = MOZ + e$ , tabelliert im Nautischen Jahrbuch
- Sonnentag: ungleichlanger Zeitraum zwischen zwei unteren Kulminationen der wahren Sonne
- Sterntag: Zeitraum zwischen zwei unteren Kulminationen des Frühlingspunktes, die höhere Winkelgeschwindigkeit bedingt einen 4 min kürzeren Tag, als die Sonne ihn vorgibt
- UT1: Weltzeit 1, mittlere Sonnenzeit des Nullmeridians, abhängig von Rotationsgeschwindigkeit der Erde (ungleichförmig)
- UTC: universal time coordinated, aus der Atomzeit TAI abgeleitet, Stand wird durch Schaltsekunden der UT1 angepasst
- Zonenzeit ZZ:  $UTC \pm 1h$  je  $15^\circ$  Länge, entspricht der MOZ der durch 15 teilbaren Meridiane, gültig für jeweils  $7,5^\circ$  Längenunterschied nach Ost und West



### Einteilung der Zeitzonen

(aus: Kumm / Lübberts / Schultz: Sporthochseeschifferschein)

Astronavigation @ DHH Zweigstelle München

© Thomas Peters 1999 / 2000

- Zeitmessung

- Bordzeit BZ: an Bord eines Schiffes geltende Zeit, meist ZZ
- Chronometerablesung Chr: an der Beobachtungsuhr abgelesene Zeit, meist UTC
- Chronometerstandberichtigung Std: Zeitspanne, um die die Chr berichtigt wird, um UTC zu erhalten, wird täglich durch Zeitsignalsendung überprüft, es gilt:  $\text{Std} = \text{UTC} - \text{Chr}$
- Chronometergangberichtigung Gg: Zeitliche Änderung der Std, positiv, wenn das Chronometer verliert, negativ, wenn es gewinnt
- Zeitunterschied ZU: Zeitdifferenz zwischen ZZ und UTC im Sinne  $\text{ZU} = \text{ZZ} - \text{UTC}$ , immer ganze Anzahl von Stunden
- Länge in Zeit  $\lambda_i\text{Z}$ : Zeitspanne, geogr. Länge geteilt durch die Winkelgeschwindigkeit  $15^\circ/\text{h}$ , meist „krummer“ Zeitwert, Berechnung auch mit Tafel 8 aus Nautischen Tafeln möglich

- Zeitrechnung

Auf Westlänge ist es früher, auf Ostlänge ist es später als in Greenwich (westl.  $\lambda$  -, östl.  $\lambda$  +)

$$\text{MOZ} = \text{UT1} + \lambda_i\text{Z}$$

$$\text{UT1} = \text{MOZ} - \lambda_i\text{Z}$$

- Datumsgrenze

Etwa bei  $180^\circ$  Länge festgelegt, Ausnahmen durch gesetzliche Zeit GZ, östlich gilt amerikanisches Datum, westlich gilt asiatisches Datum

Von Ost nach West halt Datum fest, von West nach Ost lass Datum los

## Übungen zur Zeitrechnung

1. Um wie viel ändert sich der Zeitwinkel der Sonne innerhalb von 2h und 20min?
2. Welche Zeit wird von einer Sonnenuhr angezeigt?
3. Sie stehen um 20.43 ZZ auf einer Länge von  $36^{\circ} 03'$  E. Wie spät ist nach UT1?
4. Es ist 06.28 UT1. Sie stehen auf  $48^{\circ} 10'$  E. Wie lautet ihre MOZ?
5. Sie stehen am 01.01.1995 um 13.46.34 UTC auf  $100^{\circ} 26,8'$  W. Wie lautet ihre MOZ, wie ihre WOZ? Wie spät ist es nach ZZ?
6. Ihre Armbanduhr zeigt 12.52.10 MESZ, sie befinden sich auf  $11^{\circ} 07,6'$  E. Wie spät ist es nach MOZ?
7. Die Kontrolle ihrer Beobachtungsuhr mit einem Zeitzeichen für 09.00 UTC liefert Ihnen die Ablesung 08.59.13. Tags darauf erhalten Sie ebenfalls für 09.00 UTC 08.59.25. Wie groß ist jeweils Std, was für einen Gg hat Ihre Uhr? Später stehen Sie auf  $74^{\circ} 59,1'$  E und machen eine astronomische Beobachtung, bei der Sie 12.10.08 UTC an der Beobachtungsuhr ablesen. Mit welcher Uhrzeit in UT1 gehen Sie jetzt in das Nautische Jahrbuch ein? Wie lautet Ihre ZZ, wie Ihre MOZ?
8. Bei Hawaii auf  $153^{\circ}$  W lesen Sie am 07. Mai 2000 an ihrem Quarzchronometer 05.25.38 ab bei einem Std von  $-02$  min 18 s und einer ZZ von 19.23. Wie spät ist es in Greenwich und welches Datum gilt dort?
9. Vor Neuseeland auf  $175^{\circ}$  E erhalten Sie am 15.12.1999 bei der Morgenbeobachtung Chr 06.36.19, Std + 01 min 20 s. Die Borduhr zeigte 06.38.05. Mit welcher UT1 gehen Sie an welchem Tag in das NJ ein, welcher Std ergibt sich für die Borduhr?

# Nautisches Jahrbuch

- Unterschied Unt

Bei Deklinationen: im NJ angegebener Unterschied zweier aufeinanderfolgender Stunden

Bei Stundenwinkeln: im NJ angegebener Unterschied zwischen dem aus den Tagesseiten hervorgehenden Zuwachs für eine Stunde und dem der Schalttafel zugrundeliegenden mittleren Zuwachs für eine Stunde

- Zuwachs Zw

Im NJ angegebener Schaltwert für die Minuten und Sekunden des Beobachtungszeitpunktes, er ist dem Grt hinzuzufügen

- Verbesserung Vb

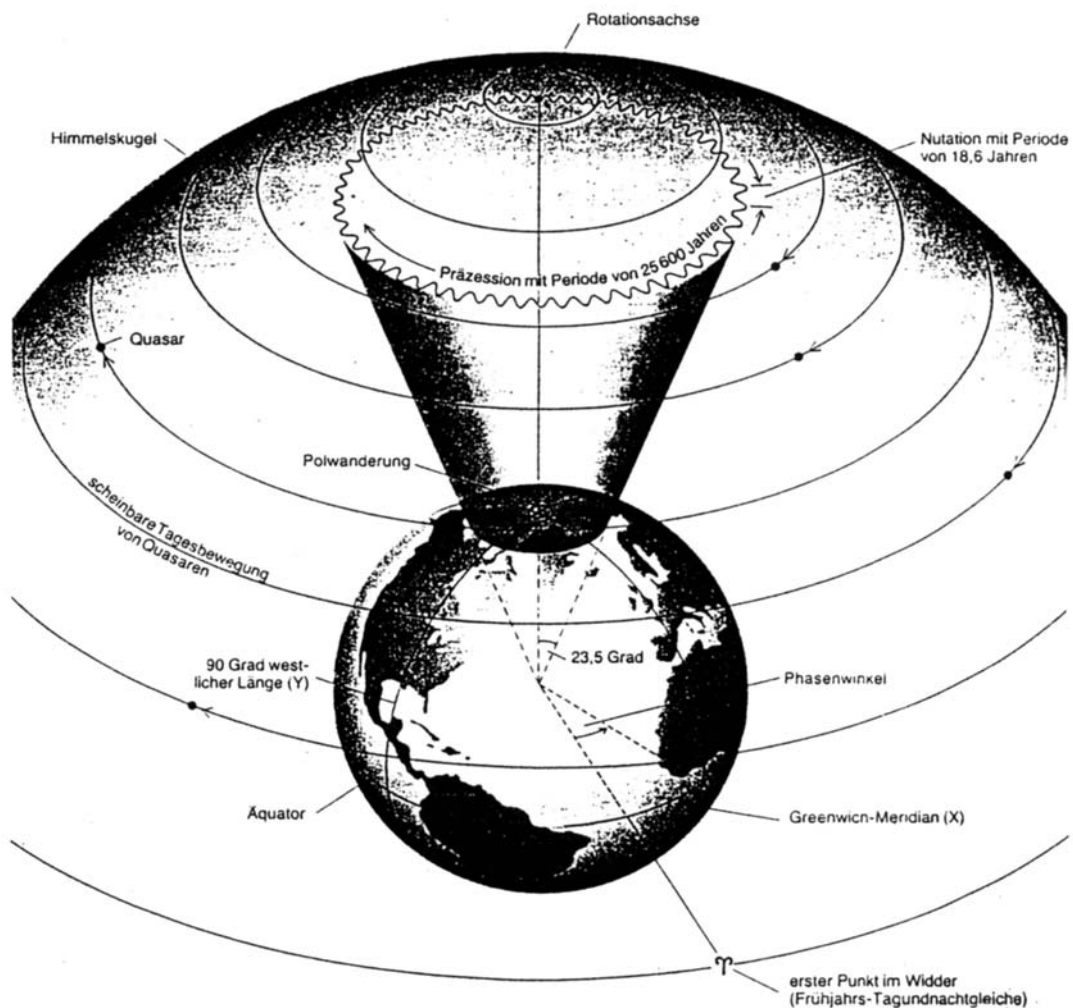
Mit dem Unterschied zur Minute des Beobachtungszeitpunktes ermittelter Berichtigungswert für die Deklination bzw. den Stundenwinkel eines Gestirns

## Veröffentlichungen des BSH

- Seekarten
- Sportbootkarten
- Historische Seekarten
- Großkreiskarten
- Leerkarten
- Übungskarten
- Nautische Warnnachrichten
- Nachrichten für Seefahrer
- Seehandbücher
- Leuchtfeuerverzeichnisse
- Ozeanhandbuch, Monatskarten
- Gezeitentafeln
- Tidenkalender
- Atlas der Gezeitenströme
- Eisberichte
- Nautischer Funkdienst
- Jachtfunkdienst
- Nautisches Jahrbuch
- Internationales Signalbuch
- Handbuch für Brücke und Kartenhaus
- Handbuch für Suche und Rettung
- Sorgfaltsregeln für Wassersportler
- Verzeichnis von Auffanganlagen

# Die Rotation der Erde

## Präzession und Nutation



(Spektrum der Wissenschaften 1/1987)

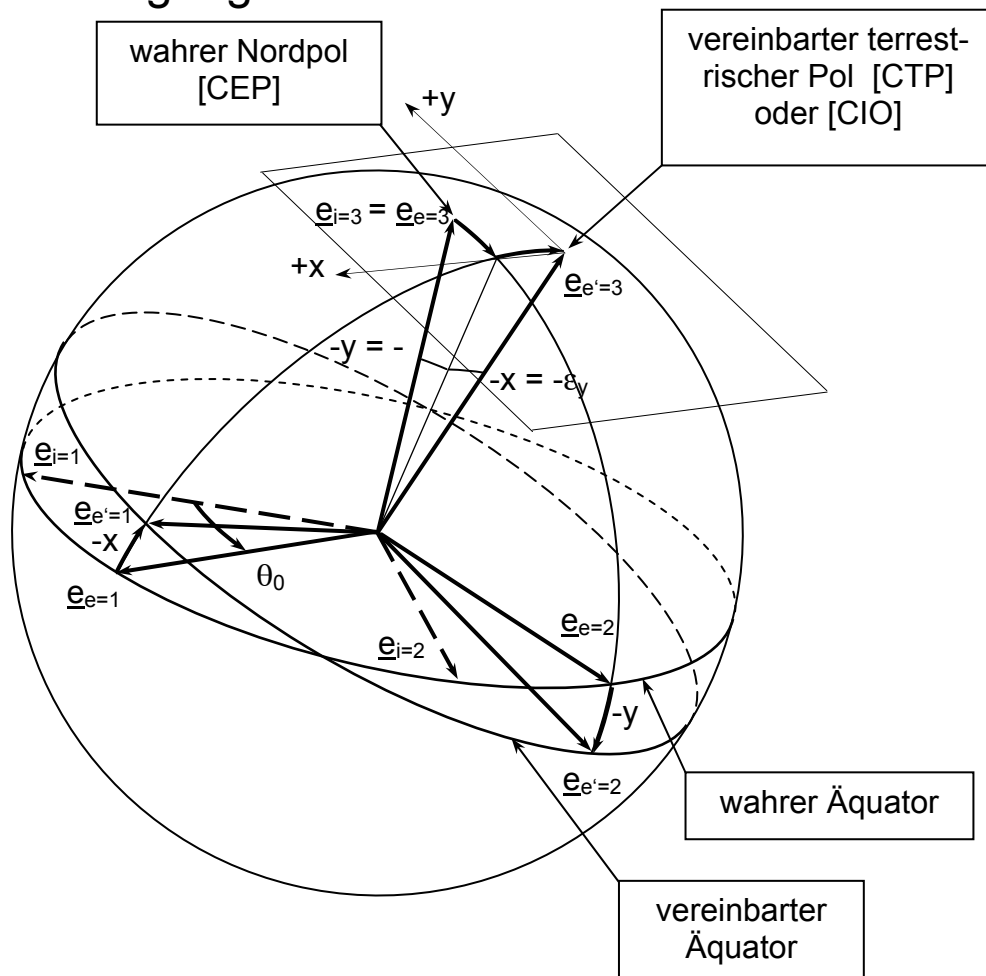
- Präzession

Langfristige Verlagerung der Rotationsachse der Erde auf einem Kegelmantel um den Pol der Ekliptik, Dauer eines Umlaufs etwa 25600 Jahre, Ursache: Drehmoment auf die Erdachse durch Gravitation der Sonne

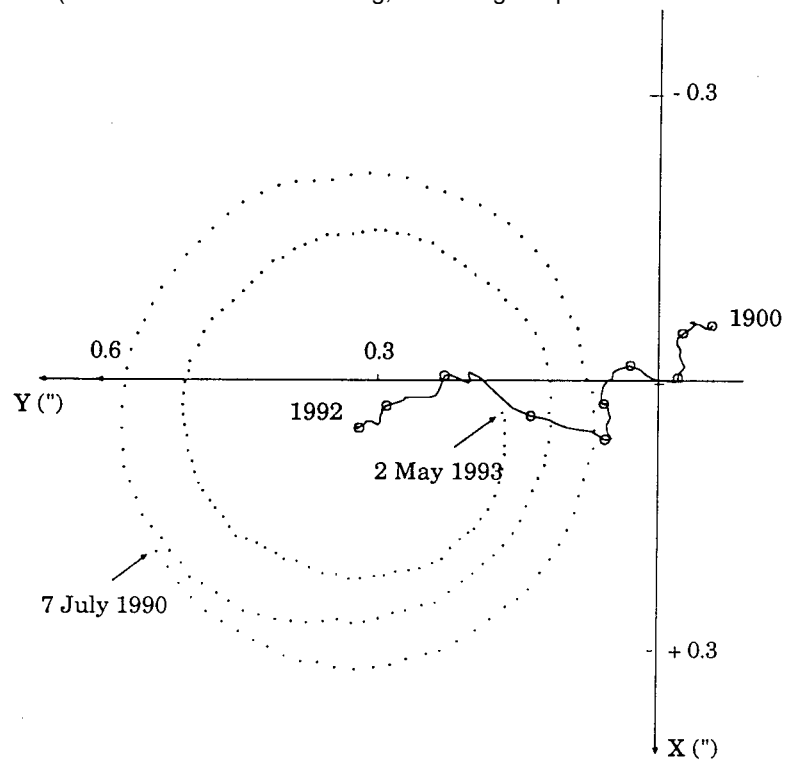
- Nutation

Kurzperiodische Schwankung der Rotationsachse der Erde um den Präzessionskegel, Periodendauer etwa 18,6 Jahre, Hauptursache: Drehmoment auf die Erdachse durch Gravitation des Mondes

- Polbewegung



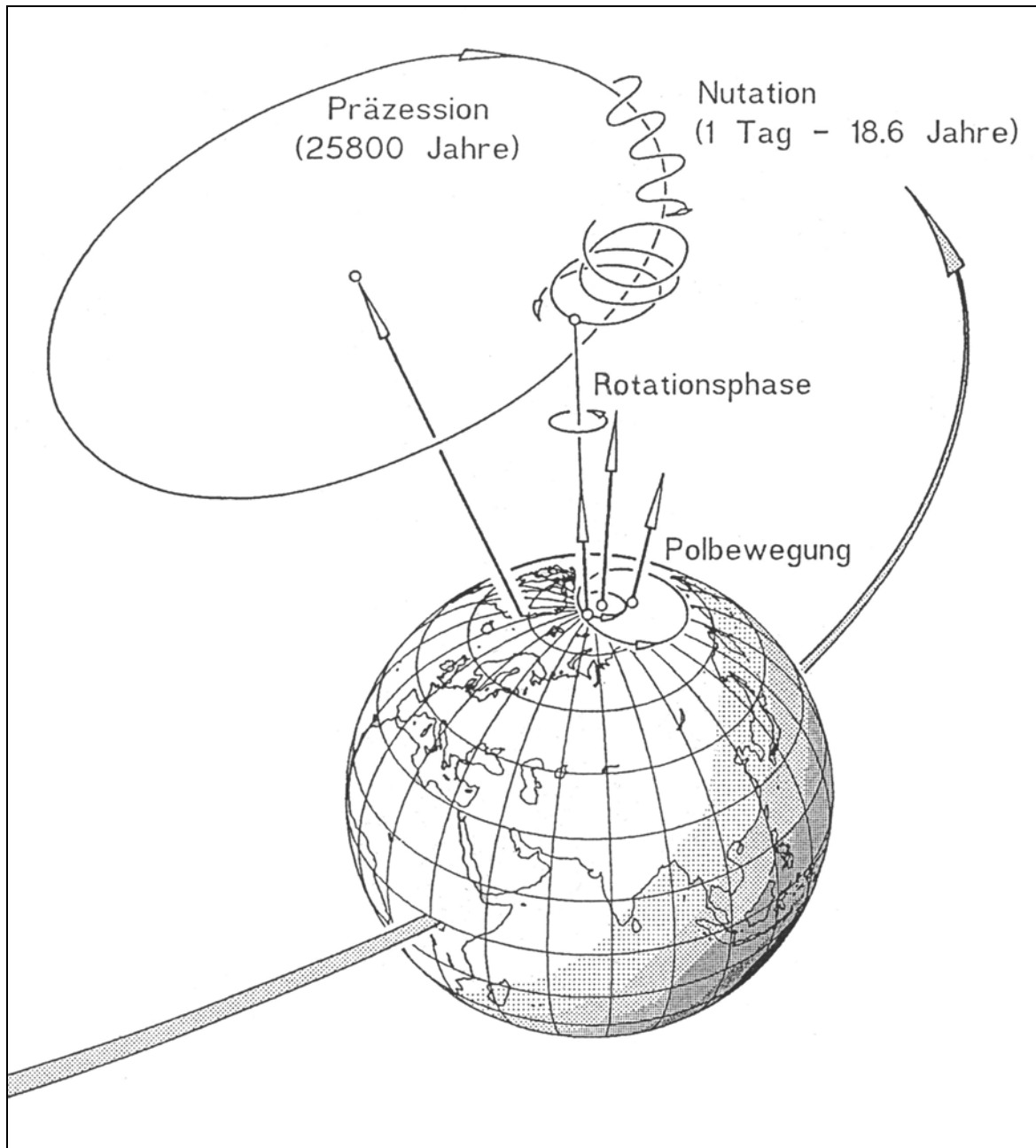
(aus: R. Rummel: Erdmessung, Vorlesungsskript an der TU München)



(Quelle: [www.iers.org](http://www.iers.org))

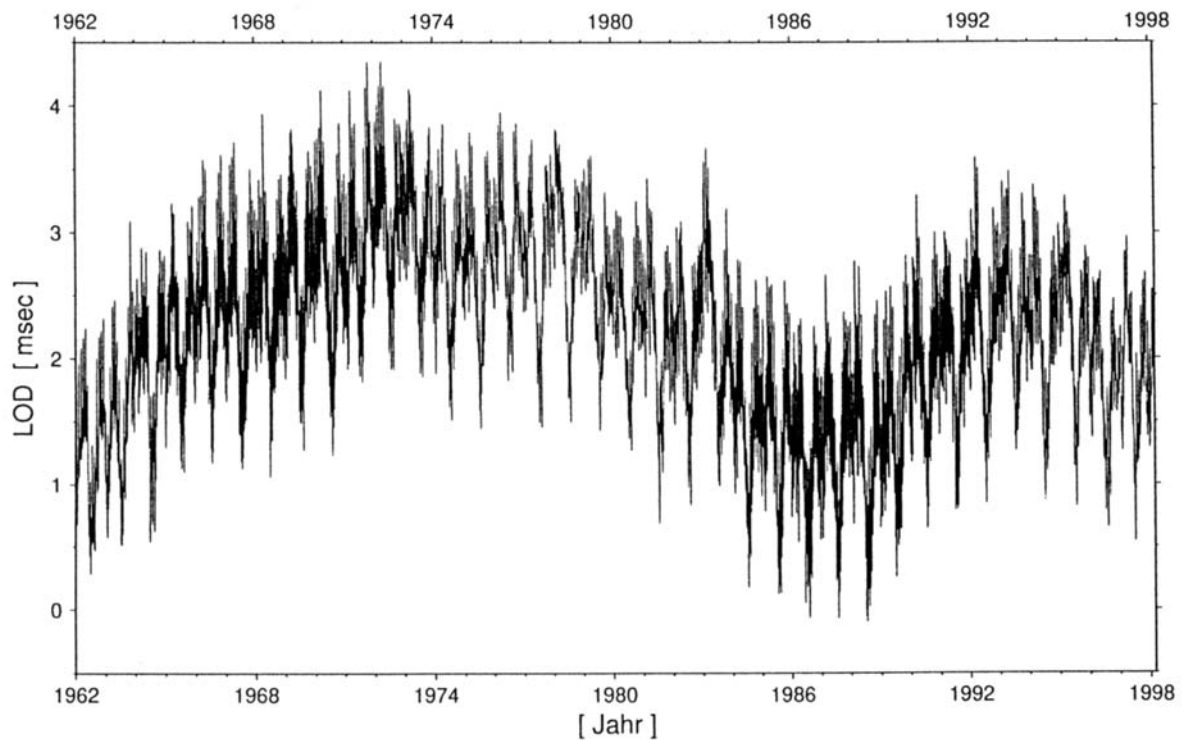


- Bewegungen der Erdrotationsachse



**Präzession, Nutation und Polbewegung**  
(aus: M. Schneider, Himmelsmechanik)

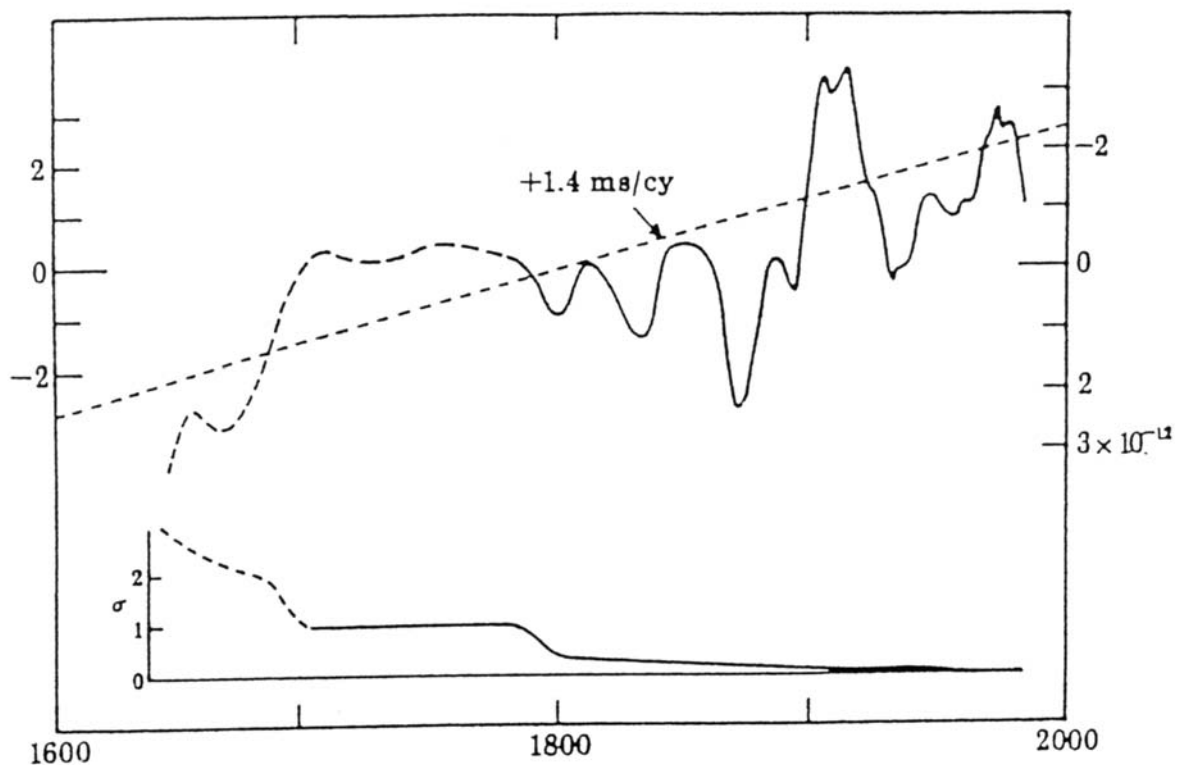
- Tageslängenschwankungen



### Kurzperiodische Schwankungen

(aus: H. Drewes: Geodätische Geodynamik, Vorlesungsskript an der TU München)

### Langzeit-Variation



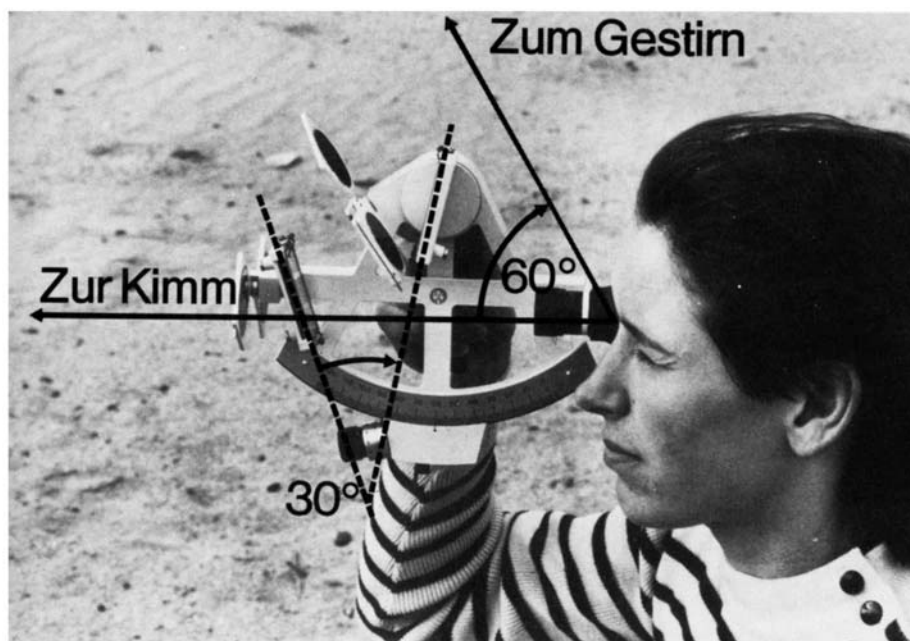
### Verlangsamung der Rotation der Erde

(aus: H. Drewes: Geodätische Geodynamik, Vorlesungsskript an der TU München)

# Der Sextant

- Bestandteile

- Alhidade: Zeigerarm mit Zeigerstrich (Index) und Trommel
- Limbus: Gradbogen mit  $120^\circ$  Teilung auf  $60^\circ$  Bogen; Hauptbogen und Vorbogen
- Trommel: Feinablesung mit Noniusteilung, Gewinde rastet über Sperrklinke in Schnecke des Limbus ein, Ablesung auf  $0,2'$  genau, in der Praxis reichen  $0,5'$
- Haltegriff, vorteilhaft mit Bändsel
- Fernrohr: am besten  $4 \times 40$  oder auch  $6 \times 30$  (Vergrößerung  $\times$  Objektivdurchmesser in mm)
- Blendgläser: je ein Satz Sonnenbrillen für großen und kleinen Spiegel, auch Schattengläser genannt
- Großer Spiegel: Indexspiegel, viereckig, auf Alhidade montiert, somit schwenkbar
- Kleiner Spiegel: Horizontspiegel: entweder als Halbsichtspiegel (halb verspiegelt, halb Fensterglas) oder als Vollsichtspiegel (durchsichtig und gleichzeitig reflektierend)
- Sternspreizglas: Zusatz für großen Spiegel zur Verzerrung von Lichtflecken
- Prüfzeugnis: vom BSH oder Hersteller ausgestellte Bescheinigung über die Einhaltung der Fehlertoleranzen und einwandfreien Zustand



## Winkelverdoppelung am Sextant

(aus: M. Wesener: Führerschein C für Seefahrt)

Astronavigation @ DHH Zweigstelle München

© Thomas Peters 1999 / 2000

- Fehler am Sextant

- Exzentrizitätsfehler (Alhidadenschliff)
- Schliff der Spiegel
- Teilung nicht gleichabständig
- Fernrohr, Achse nicht parallel zu Instrumentenachse
- Kippfehler großer Spiegel: Indexspiegel nicht senkrecht zur Instrumentenebene, alle Winkel zu groß gemessen
- Kippfehler kleiner Spiegel: Horizontspiegel nicht senkrecht zur Instrumentenebene, alle Winkel zu klein gemessen
- Indexfehler: Spiegel in Nullstellung nicht parallel zueinander, veränderte Nullstellung, Entstehung durch Erschütterung oder Temperaturschwankung, muss vor jeder Beobachtung ermittelt werden

Kippfehler müssen immer beseitigt werden, der Indexfehler nur dann, wenn er zu groß wird ( $> 5'$ )

- Fehlerbeseitigung

- Großer Spiegel: in  $40^\circ$  Stellung waagrecht halten, Stufe des Limbus im Spiegel mit Justierschraube beseitigen
- Kleiner Spiegel: Kimmprobe in wahrer Nullstellung, Sextant schwenken, stufenlose Kimm beachten
- Indexfehler: es dürfen keine Kippfehler mehr vorhanden sein
  - Kimmprobe in Nullstellung
  - Messung des Sonnendurchmessers

- Überprüfung der Messgenauigkeit

Differenz der Sonnenbeobachtungen zur Beseitigung des Indexfehlers bilden und durch 4 teilen, Ergebnis mit aktuellem Sonnendurchmesser im NJ vergleichen

## Übungen zum Nautischen Jahrbuch

1. Welcher Grt und welche  $\delta$  ergeben sich für die Sonne am 31. Januar 2005 um 15.35.06 UT1?
2. Wie lauten Grt und  $\delta$  am 20. Juni 2005 um 20.04.35 UT1 für den Jupiter?
3. Welche Koordinaten hat der Mond am 29. September 2005 um 22.42.49 UT1 im Nautischen Jahrbuch?
4. Wie lauten die Koordinaten von Sirius zu obigem Zeitpunkt (Mond)?
5. Wie lauten für einen Beobachter auf  $25^{\circ} 57,2'$  E am 11. Oktober 2005 um 10.24.30 UT1 Grt,  $\delta$  und der Ortsstundenwinkel  $t$  der Sonne?
6. Wie lauten Grt,  $\delta$  und  $t$  für einen Beobachter auf  $140^{\circ} 03'$  W am 17. März 2005 um 05.24 UT1 für Arcturus? Wie wäre der Ortsstundenwinkel für einen Beobachter auf  $140^{\circ}$  E?

## Übungen zur Indexberichtigung des Sextanten

1. Bei der Überprüfung des Indexfehlers Ihres Sextanten erhalten Sie als wahre Nullstellung  $58'$  auf dem Vorbogen. Wie groß ist Ihre Ib?
2. Bei der Überprüfung des Indexfehlers Ihres Sextanten erhalten Sie bei stufenloser Kimm die Ablesung  $03'$ . Wie groß ist Ihre Ib?
3. Am 4. Juli 2005 bestimmt man den Indexfehler seines Sextanten durch Messung der Sonne. Das Aufsetzen des gespiegelten Unterrandes auf den direkt gesehenen Oberrand ergibt  $24'$  auf dem Vorbogen, das Aufsetzen des gespiegelten Oberrandes auf den direkt gesehenen Unterrand ergibt  $27'$  auf dem Hauptbogen. Welche Ib ergibt sich? Welcher Sonnenradius ergibt sich? Ist genau beobachtet worden?

# Von der Sextantablesung zur wahren Höhe

- Sextantablesung

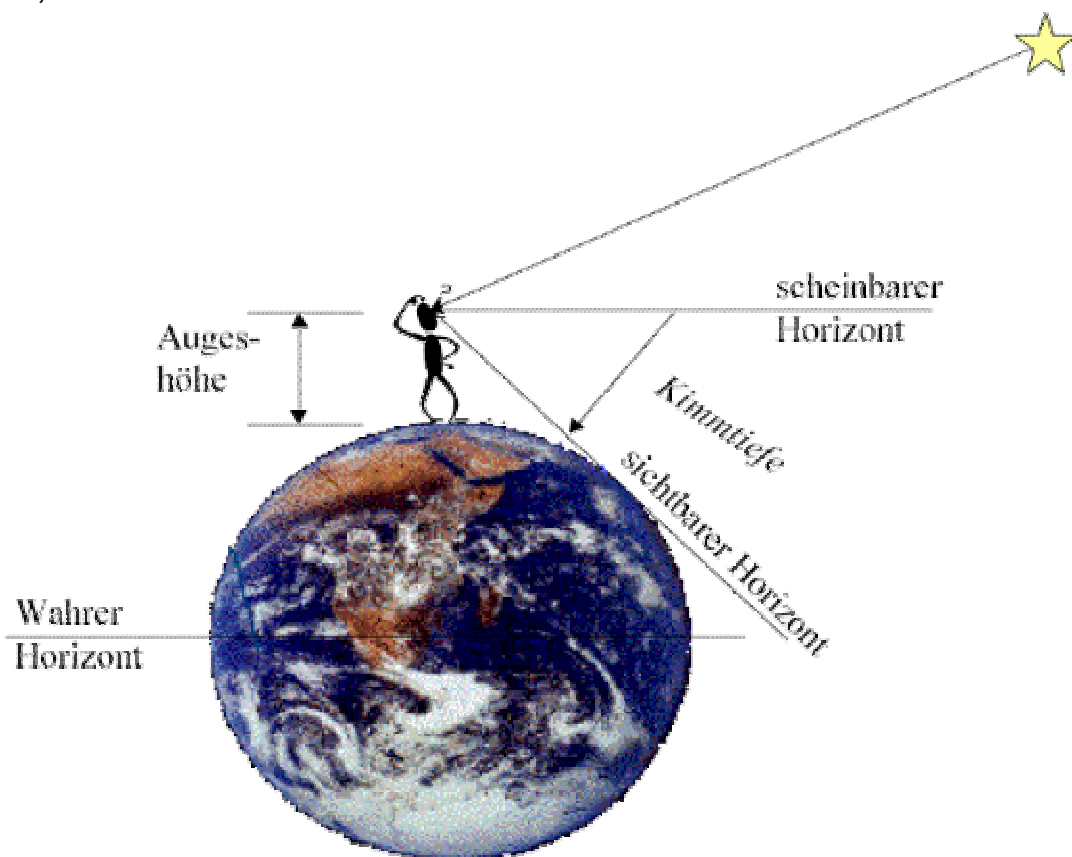
Mit dem Sextanten gemessener Winkel zwischen dem Gestirn und der Kimm

- Indexberichtigung Ib

Berichtigung des Unterschiedes zwischen der Nullmarke des Sextanten und dem tatsächlichen Nullwert des Sextanten

- Kimmabstand Ka

Winkel am Auge des Beobachters zwischen Lichtstrahl des Gestirns und Kimm, Ka nicht unter  $10^\circ$  verwenden



Kimmtiefe (aus: [www.astrosail.de](http://www.astrosail.de))

- Kimmtiefe  $Kt$ ,  $k$

Winkel am Auge des Beobachters zwischen scheinbarem Horizont und Lichtstrahl des Gestirns, abhängig von der Augeshöhe  $Ah$

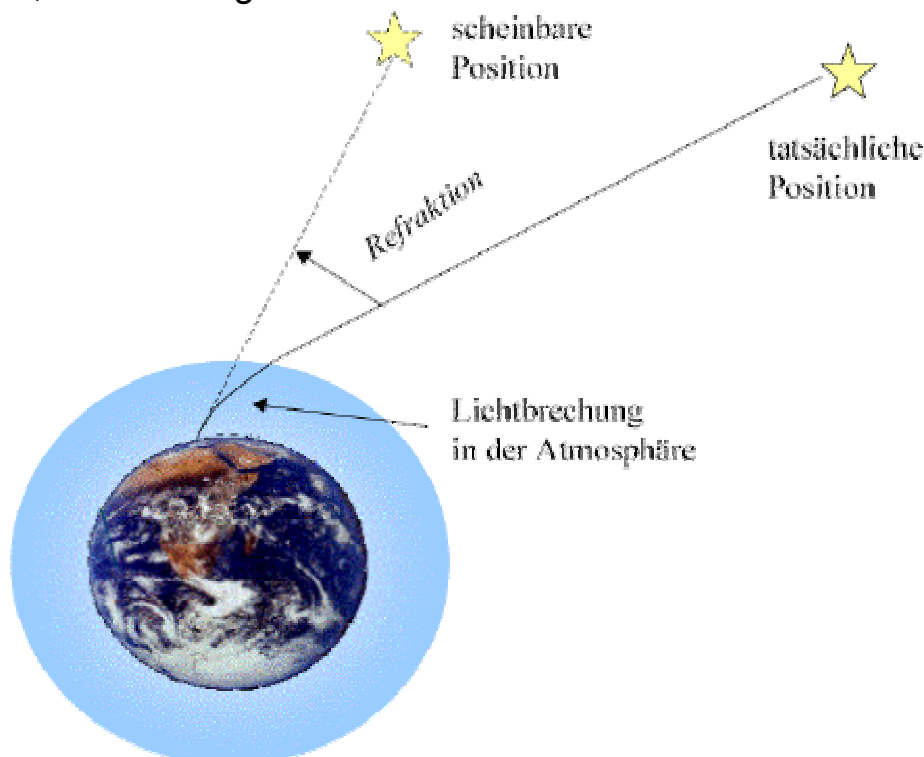
$$Kt = 1,779 \cdot \sqrt{Ah}$$

- Scheinbare Höhe  $h_s$

Winkel am Auge des Beobachters zwischen scheinbarem Horizont und Lichtstrahl des Gestirns

- Refraktion  $R$

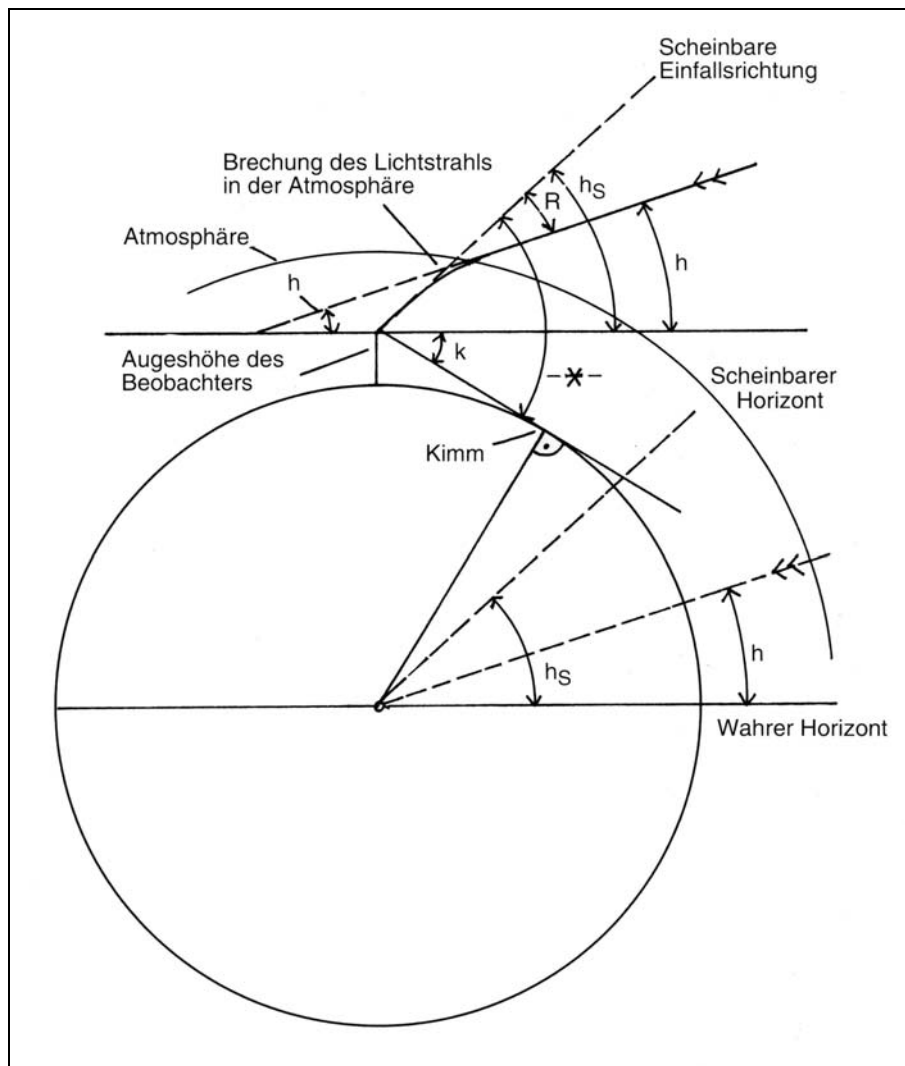
Astronomische Strahlenbrechung, Winkel am Auge des Beobachters zwischen der Geraden Gestirn-Auge und dem Lichtstrahl Gestirn-Auge, abhängig vom Einfallswinkel des Lichts, Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, kleiner bei größerer Höhe



Refraktion in der Erdatmosphäre (aus: [www.astrosail.de](http://www.astrosail.de))

- Höhe über scheinbarem Horizont  $h'$

Winkel am Auge des Beobachters zwischen scheinbarem Horizont und Höhenparallel des Gestirns



Einzelbeschickungen am Beispiel eines Fixsterns  
(aus: Kumm / Lübberts / Schultz: Sporthochseeschifferschein)

zusätzlich für Mond und Planeten

- Höhenparallaxe  $P$

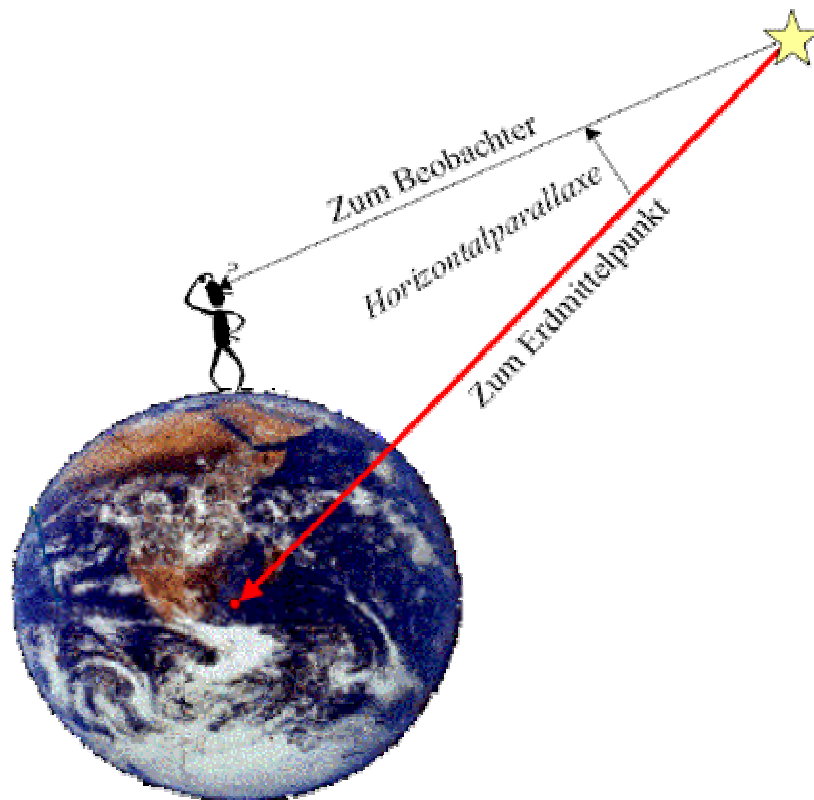
Winkel am Gestirn zwischen den Geraden zum Beobachtungsort und zum Erdmittelpunkt, abhängig vom  $K_a$  und Abstand des Gestirns von der Erde, abnehmend mit größerer Höhe und Distanz

$$P = HP \cdot \cos h'$$

- Horizontparallaxe  $HP$

Spezialfall der Höhenparallaxe (Maximalwert), wenn sich das Gestirn im scheinbaren Horizont befindet ( $h'=0$ ), entspricht dem scheinbaren Erdradius vom Gestirn aus gesehen





Horizontalparallaxe (aus: [www.astrosail.de](http://www.astrosail.de))

zusätzlich für Sonne und Mond

- Scheinbarer Gestirnsradius  $r$

Winkel, unter dem der Radius des Gestirns dem Beobachter erscheint

$$\text{Sonne: } r = 16 + 0,3 \cdot \cos d$$

$$\text{Mond: } r = 0,272 \cdot HP$$

Allgemeine Begriffe

- Gesamtbeschickung  $G_b$

Summe der Einzelbeobachtungen an den  $K_a$ , um  $h_b$  zu erhalten

- Beobachtete Höhe  $h_b$

Wahre Höhe  $h$  eines Gestirns aus der Beobachtung, auch wahre Mittelpunktshöhe genannt

## Übungen Sextantablesung → wahre Höhe

1. Ermitteln Sie die wahre Höhe für Zubenelgenubi aus der Sextantablesung  $25^{\circ} 23,6'$  bei einer Augeshöhe von 3 m und einer Ib von  $-2'$ .
2. Wie lautet die wahre Höhe für die Venus aus der Ablesung  $40^{\circ} 35'$  bei einer Ah von 4 m und einer Ib von  $1,5'$  am 9. Juli 2005?
3. Wie lautet die wahre Höhe der Sonne bei der Mittagsbeobachtung des Unterrandes am 10. Januar 1997 aus der Ablesung  $30^{\circ} 24,4'$  bei einer Ah von 5 m und einer Ib von  $3,5'$ ?
4. Wie lautet die wahre Höhe des Mondes bei einer Beobachtung des Oberandes mit  $67^{\circ} 29,8'$  bei einer Ah von 11 m und einer Ib von  $-1'$  am 6. Juli 2005 um 03.00 UT1?

# Prüfungsfragen Astronomische Grundkenntnisse

1.1 Welche Bestimmungsgrößen (Koordinaten) gehen aus dem Himmelsäquatorialsystem hervor?

1.2 Definieren Sie die Deklination als Bogen eines Großkreises und beschreiben Sie die Zählweise!

1.3 Unter welcher Voraussetzung ist ein Gestirn zirkumpolar?

1.4 Wann ist der Tagbogen eines Gestirns kürzer als der Nachtbogen?

1.5 Wann war der astronomische Frühlingsanfang im Jahre 2005 nach MEZ (Angabe auf Minuten genau!)

2.1 Nennen und erläutern Sie die beiden Koordinaten, mit denen im System des Himmelsäquators ein Gestirnsort definiert wird!

2.2 Wie ist die Zählweise der unter 2.1 genannten Koordinaten?

2.3 Erläutern Sie, warum im Sommerhalbjahr auf der nördlichen Halbkugel der Tagbogen der Sonne länger ist als der Nachtbogen!

2.4 Stellen Sie fest, wann 2005 nach MEZ, auf die Minute genau, astronomischer Frühlingsanfang für die Nordhalbkugel ist, und geben Sie die Begründung hierfür.

2.5 In welchem Punkt befindet sich die Sonne zum Zeitpunkt „Frühlingsanfang“ (gem. 2.4)? Nennen Sie die beiden Großkreise und den Winkel, unter dem sich dieselben in diesem Punkt schneiden.

2.6 Erklären Sie, unter welchen Voraussetzungen ein Gestirn zirkumpolar ist!

3.1 Unter welchen Voraussetzungen kulminiert die Sonne für einen Beobachter im Norden?

3.2 Die Höhengleiche ist ein Kreis auf der Erdoberfläche. Geben Sie in allgemeiner Form an:

- die Bezeichnung des Kreismittelpunktes
- den Radius dieses Kreises
- die geographischen Koordinaten des Kreismittelpunktes

3.3 Warum ist der Sterntag kürzer als der mittlere Sonnentag? Um wie viel ist der Sterntag kürzer?

4.1 Was bedeutet im Nautischen Jahrbuch am 24. März bei den Mondephemeriden die Angabe „Alter 14,9 d“?

4.2 Warum sind Meridiandurchgang und Kulmination – streng genommen – nicht identisch?

4.3 Was versteht man unter der Dauer der bürgerlichen Dämmerung?

5.1 Durch welche Koordinaten kann die Position eines Planeten im System des wahren Horizonts festgelegt werden?

5.2 Warum ist die Horizontparallaxe von Jupiter (im Rahmen der für die astronomische Navigation erforderlichen Genauigkeit) praktisch gleich Null?

5.3 Was versteht man unter dem Waagepunkt?

5.4 Was ist die Ekliptik?

5.5 Was ist die Datumsgrenze?

6.1 Für einen Beobachter auf  $70^\circ$  N ist am 10. Juni im Nautischen Jahrbuch bei den Auf- und Untergangszeiten der Sonne d.s. angegeben. Zeichnen Sie eine Meridianfigur aus der ersichtlich wird, dass die Sonne in diesem Fall dauernd sichtbar (zirkumpolar) ist. (benötigte Winkel auf Grade genau)

6.2 Erklären und begründen Sie, warum die Deklination der Sonne im Laufe eines Jahres zwischen ca.  $23^\circ$  N und  $23^\circ$  S pendelt!

6.3 Wie heißt die scheinbare Sonnumlaufbahn?

7.1 Nennen und erläutern Sie die beiden Koordinaten, mit denen im System des Himmelsäquators ein Gestirnsort definiert wird.

7.2 Wie ist die Zählweise der unter 7.1 genannten Koordinaten?

7.3 Erläutern Sie, warum im Sommerhalbjahr auf der nördlichen Halbkugel der Tagbogen länger ist als der Nachtbogen.

7.4 Stellen Sie fest, wann 2005 nach MEZ, auf die Minute genau, astronomischer Frühlingsanfang für die Nordhalbkugel ist, und geben Sie die Begründung hierfür.

7.5 In welchem Punkt befindet sich die Sonne zum Zeitpunkt „Frühlingsanfang“ (gem. 2.4)? Nennen Sie die beiden Großkreise und den Winkel, unter dem sich dieselben in diesem Punkt schneiden.

7.6 Erklären Sie, unter welchen Voraussetzungen ein Gestirn zirkumpolar ist!

# Prüfungsfragen Elektronische Navigation

1.1 Wie kann man mit dem GPS Navigator die Fahrt über Grund bestimmen? Worauf ist dabei zu achten?

1.2 Wie entstehen die auf dem Radarbildschirm gelegentlich auftretenden Doppel- bzw. Mehrfachechos? Wie sind sie erkennbar?

1.3 Wie weit müssen zwei Punktziele radial oder azimuthal auseinanderliegen, um vom Radargerät als zwei getrennte Echos angezeigt werden zu können?

2.1 Erläutern Sie das Entfernungsverhältnis des optischen Horizonts (Kimm) zum Radarhorizont.

2.2 Erläutern Sie das Auftreten von Überreichweiten bei Radar.

2.3 Nennen Sie die auch auf Sportfahrzeugen einsetzbaren Funkortungsverfahren (nur Aufzählung).

2.4 Welche Form haben die mit den jeweils genannten Verfahren ermittelten Standlinien?

3.1 Welche grundsätzlichen Probleme ergeben sich beim Einsatz eines Videoplotters für die Navigation?

3.2 Spielt das Material, aus dem ein Radarziel besteht, für den Erfassungsabstand eine Rolle? Dabei versteht man unter dem Erfassungsabstand die maximale Distanz, in der das Ziel geortet werden kann.

4.1 Erklären Sie, warum GPS räumlich und zeitlich unbegrenzt verfügbar ist!

4.2 Alle Standlinien in der Navigation haben eine bestimmte Form. Welche Form hat eine Standlinie des GPS und wie kommt es zu dieser Form?

4.3 Welche Funktion wird im GPS-Empfänger beim Betätigen der „MOB“-Taste ausgelöst?

5.1 Wie kann man mit dem GPS Navigator die Fahrt über Grund bestimmen? Worauf ist dabei zu achten?

5.2 Wie entstehen die auf dem Radarbildschirm gelegentlich auftretenden Doppel- bzw. Mehrfachechos?

5.3 Wie weit müssen zwei Punktziele radial oder azimuthal auseinanderliegen, um vom Radargerät als zwei getrennte Echos angezeigt werden zu können?