

## Werkzeuge für den Amateurastronomen

Glückliche Besitzer eines optischen- oder Radioteleskops mit parallaktischer Montierung brauchen diesen Artikel nicht zu lesen, denn sie können im Allgemeinen die Koordinaten Stundenwinkel = Sternzeit - Rektaszension und Deklination direkt an ihren Geräten einstellen. Alle Anderen hingegen, die Geräte mit azimuthaler Montierung besitzen wie zum Beispiel die Gruppe für Radioastronomie "Ricken Süd" mit einer voll steuerbaren Parabolantenne von 10m Durchmesser, sind darauf angewiesen die geozentrisch äquatorialen Koordinaten (Rektaszension und Deklination) effizient und einfach in horizontale Koordinaten (Azimut und Elevation) umzurechnen. Früher geschah dies etwas unpräzise und mühsam mit Hilfe der SIRIUS-Sternkarte und/oder mit Hilfe programmierbarer Taschenrechner. Heute, im Zeitalter der Personal-Computer, die zugunsten des Anwenders dem Preiszerfall unterliegen ist es angebracht, zeitraubende Rechenarbeiten mit geeigneter Software zu erledigen. Für unsere Zwecke, nämlich das Anpeilen und Verfolgen von Satelliten, Mond, Sonne und anderen Radioquellen wie CYGNUS A, CASSIOPEIA A usw., hat es sich gezeigt, dass das Mathematik-Programm MATH-CAD /1/ besonders geeignet ist. Besonders geeignet deshalb, weil der eigentliche Programmieraufwand nicht in irgend einem BASIC-Dialekt, nicht in PASCAL, nicht in C, noch sonst in einer höheren Programmiersprache anfällt, sondern er reduziert sich auf die rein formale Abbildung der Transformationsgleichungen /2/. Man benötigt absolut KEINE Programmierkenntnisse und man braucht auch kein Computer-Freak zu sein! Die einmal eingegebenen Formeln können jederzeit wieder geladen, mit neuen Parametern versehen und in Sekundenbruchteilen berechnet und die zugehörigen Graphiken erstellt werden. Es erübrigt sich, darauf hinzuweisen, dass die Formeln, Parameter und Graphiken in beliebiger Form auf nahezu beliebigen Ausgabegeräten gedruckt, geplottet und gespeichert werden können. Abbildung Nummer eins zeigt ein typisches Beispiel, wo ich mit Hilfe der in S&W /3/ angegebenen Formeln zeige, wie Azimut und Elevation von CYGNUS A in Abhängigkeit der Lokalsternzeit verlaufen. Zusätzlich wird aufgezeigt, wie die Bahnkurve (Elevation als Funktion des Azimut) aussieht. Daraus sind alle günstigen Beobachtungszeitpunkte herauszulesen, zu welchen wir am Besten reine Azimut-Scans oder reine Elevations-Scans zur Registrierung der Radioquellen einplanen können. Abbildung Nummer zwei zeigt ein typisches Beispiel einer geplanten Registrierung von CYGNUS A mit unserem Radioteleskop "Ricken Süd". /4/ Als erste Operation werden die vom Teleskop-Computer gespeicherten Datensätze mit dem Kommando READPRN eingelesen. Dann werden die einzelnen Messwerte und Koordinaten tabellarisch aus der Datenmatrix extrahiert. Dann können beliebige Funktionen berechnet und/oder gezeichnet werden wie zum Beispiel Azimut von Teleskop und Quelle, Elevation von Teleskop und Quelle, Signalamplitude als Funktion von Zeit, Azimut, Elevation usw. Diese Methode erlaubt es, auf einfachste Art und Weise verschiedene Beobachtungen verschiedener Quellen untereinander zu

vergleichen, indem alle Koordinaten und Amplituden beliebig graphisch/numerisch normierbar sind.

/1/ MathCAD, MathSoft, Inc. One Kendall Square, Cambridge, Massachusetts USA. Vertretung in der Schweiz durch: REDACOM AG, Gurzelenstrasse 6, CH-2502 Biel

/2/ Oliver Montenbruck, Grundlagen der Ephemeridenrechnung, Sterne und Weltraum Taschenbuch 10, ISBN 3-87973-913-7.

/3/ Michael Schürle, Der Quadranten-Trick, Sterne und Weltraum Heft Nummer 7/1985 Seite 417.

/4/ 10m-Radioteleskop "Ricken Süd" bei Ermenswil mit den Koordinaten  $47,251029^\circ$  nördliche Breite und  $8,909600^\circ$  östliche Länge, Koordinator: Herr Léon Kälin, Lütschbachstrasse 10, CH-8734 Ermenswil.

### **Bildlegende Abbildung Nummer 1:**

Koordinatentransformation für Cygnus A von äquatorial in horizontal für den Standort des Autors in Freienbach. Für Azimutscans werden die Zeiten geplant, wo die Elevation möglichst wenig ändert. Für Elevationscans werden die Zeiten geplant, wo das Azimut möglichst keine oder zumindest geringe Änderung zeigt.

Abbildung Nummer 1: CYGNUS Aequatoriale in horizontale Koordinaten MONSTEIN

$$\text{deg} := \frac{\pi}{180}$$

$$i := 0..240$$

Umrechnungs- und Zählfunktionen

$$\alpha := 299.792320 \text{ deg}$$

$$\delta := 40.7133940 \text{ deg}$$

Koordinaten CYGNUS A

$$\beta := 47.205833 \text{ deg}$$

$$\lambda := 8.7575000 \text{ deg}$$

Koordinaten Teleskop

$$\phi_i := \frac{i}{240} \cdot 2 \cdot \pi$$

Lokale Sternzeit in rad

$$\theta_i := \frac{\phi_i}{2 \cdot \pi} \cdot 24 \quad \text{Lokale Sternzeit in Stunden}$$

$$t_i := \phi_i - \alpha$$

Stundenwinkel in rad

$$T_i := \frac{t_i}{2 \cdot \pi} \cdot 24$$

Stundenwinkel in Stunden

$$h_i := \text{asin}(\sin(\beta) \cdot \sin(\delta) + \cos(\beta) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(t_i))$$

Berechnung Elevation

$$A_i := 2 \cdot \text{atan} \left[ \frac{\cos(\beta) \cdot \sin(\delta) - \sin(\beta) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(t_i)}{(\cos(h_i) + \cos(\delta) \cdot \sin(t_i))} \right] - \frac{\pi}{2}$$

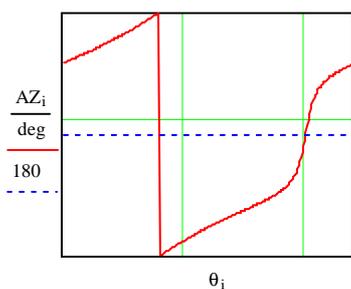
Berechnung Azimut

$$AZ_i := \text{if}(A_i < 0, A_i + 2 \cdot \pi, A_i)$$

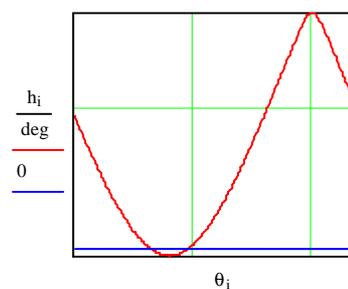
Abgleich Periodizität des Azimut

Azimut = f(Lokalsternzeit)

Elevation = f(Lokalsternzeit)

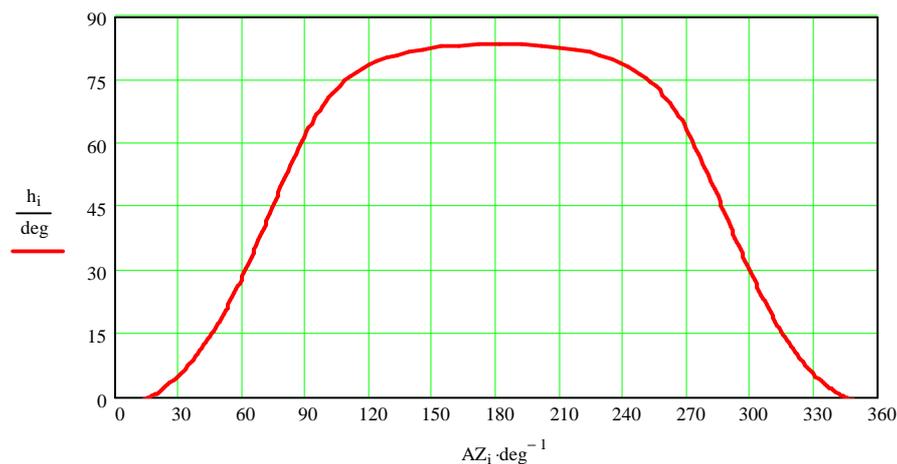


STZ



STZ

Elevation = f(Azimut) der zirkumpolaren Quelle CYGNUS A



## **Bildlegende Abbildung Nummer 2:**

Auswertung der Radiomessung vom 12.09.92 am Radioteleskop in Ermenswil. Der Index q bei Azimut und Elevation bedeutet Quelle, der Index t bei Azimut und Elevation bedeutet Teleskop zur Unterscheidung der Datenquelle. Die Variable RF bedeutet radio-frequency und bezeichnet das digitalisierte Radiosignal, welches mit der Antenne empfangen und im Empfänger verstärkt wird. Die unterste Kurve zeigt das Radiosignal in Abhängigkeit der Differenz von Teleskop-Azimut abzüglich Quellen-Azimut. Daraus ist unmittelbar die Missweisung bzw. der Azimutfehler der Anlage herauszulesen. Der höchste Wert der Signalkurve liegt nämlich 0,5 Grad links von Null Grad. Cygnus A liegt etwas seitlich am Abhang unserer Milchstrasse was in der langsam veränderlichen Kurve am unteren Bildrand deutlich zu sehen ist. Die Signalstärke ist bisher leider nicht kalibriert, weil keine geeignete Raschquelle und kein passender Richtkoppler zur Verfügung stehen.

Abbildung Nummer 2: Registrierung der Radioquelle CYGNUS A (Radiogalaxie)

I121530.MCD AZimut-SCAN durch Cygnus A mit Teleskop RICKEN SUED vom 12.09.92

430 MHz mit gekreuzter Polarisation; Operators: HB9XM, HB9SCT und HB9CKL  
Kreuzdipol, SSB-Preamplifier, Down-Konverter, 16dB Dämpfung, RX de HB9XM

M := READPRN("I121530a.cyg")

Einlesen aller Messdaten...

AZq := M<sup>(0)</sup>

AZt := M<sup>(1)</sup>

ELq := M<sup>(2)</sup>

ELt := M<sup>(3)</sup>

RF := M<sup>(5)</sup>

L := length(RF)

L = 250

i := 0.. L - 1

250 Messwerte vorhanden

$\delta AZI_i := \text{if}(AZt_i > 180, AZt_i - 360, AZt_i)$

Abgleich Periodizität Azimut

DIGIT vom A/D-Wandler via Antenne und HF-Empfänger als f(Azimut)

