

Himmelsmechanik für EME

(vorzugsweise zugeschnitten für 144 MHz)

Ein paar Dinge, die man wissen muss, wenn man mehr als nur ein paar „Zufalls-QSOs“ machen will. Das ist leicht! Will man mehr, muss man auch mehr machen!

Mond und Himmelsmechanik

Das, was für uns wichtig ist, spielt sich in drei Ebenen ab.

Die Astronomie ist immer von unserem Sonnensystem ausgegangen, weil es auch die Grundlage für das Leben auf der Erde und zugleich die Grundlage für unsere Existenz war und ist.

Die Erde bewegt sich in nahezu einer Kreisbahn um die Sonne. Würde man auf dieser Bahn mitfahren und nach draussen sehen wie aus dem Fenster eines Zuges, so würde unsere gesamte Galaxis mit all ihren Sternen in einem Jahr an uns vorbeiziehen. Wir hätten das Gefühl, in einem Planetarium zu sitzen, wo die Projektion an eine Halbkugel-Innenfläche den gleichen dreidimensionalen Eindruck hinterlassen würde. Wir im gläsernen Zug würden aber auch nach unten in die südliche Halbkugel des Universums sehen können, die für uns auf der nördlichen Erdhalbkugel nicht eingesehen werden kann, jedenfalls nicht komplett.

Da wir auf der Erde einen Bezugspunkt brauchen hat man willkürlich die Projektion der Umlaufscheibe um die Sonne an den an uns vorbei ziehenden Sternhimmel als **Himmelsäquator** bezeichnet.

Das ist er eigentlich nicht! Unsere Galaxis ist eine flache Linse, die sich um einen Zentralpunkt dreht. Das Sonnensystem befindet sich in einem Spiralarm der Galaxis weit weg vom Zentrum. Der Himmelsäquator hätte eigentlich der grösste Umfang der galaktischen „Linse“, also deren äusserster Rand sein müssen.

Bild 2 stellt nur den Ausschnitt Plus/Minus 40 Grad um den Himmelsäquator dar. Man hätte die Darstellung auch erweitern können, wie auf Bild 1, wo der gesamte Himmel dargestellt ist, aber nicht mit all seinen Sternen, sondern zum Gebrauch für die Radioastronomie mit der Darstellung der **Rauschtemperaturen** in Kelvin als „Isothermen“ bei 136 MHz. Bei anderen Frequenzen ist die **Darstellung der Isothermen sehr ähnlich, aber die Temperaturen unterscheiden sich deutlich und werden bei höheren Frequenzen kleiner.**

Dass der willkürlich gewählte Himmelsäquator nicht der wirkliche Äquator der galaktischen Linse ist erkennt man an der deutlichen Abzeichnung der **Milchstrasse**, besonders auch auf der Gesamtdarstellung Bild 1. Die für uns sichtbare Milchstrasse entsteht durch die scheinbare Zusammendrängung der in der Galaxis nahezu gleichmässig verteilten Himmelskörper durch unseren Betrachtungswinkel aus der Linse heraus oder seitlich in die Linse hinein, wo wir mehr Sterne sehen als aus dem Galaxierand senkrecht hinaus, wo die Linse dünner ist. Durch die scheinbare Anhäufung der Sterne sind die durchschnittlichen Rauschtemperaturen dort auch grösser, aber es kommen noch andere engbegrenzte Rauschzentren dazu, die andere Ursachen haben, so genannte „galaktische Radioquellen“, in den Sternbildern, die mit dem Suffix „A“ bezeichnet werden, z.B. „Tau A“. Taurus (Stier) oder „Cass A“. (Cassiopeia).

Unser Sonnensystem liegt in einem „ruhigen“ Spiralarm, wo nicht viel los ist und wo Supernova-Explosionen mit Strahlungsausbrüchen als eine der Bedrohungs-Ursachen unserer Zivilisation nicht zu befürchten sind.

Alle diese Zusammenhänge führen zu der Erkenntnis, dass die Ebene der Scheibe, auf der sich die Erde um die Sonne bewegt, nicht auch die gleiche ist, wie die unserer Linsengalaxie.

Im Bild 1 ist auch der galaktische Nord und Südpol eingetragen (NGP und SGP). Dadurch, dass wir die Pole nicht vom Zentrum betrachten sondern schräg von einem Aussenarm sind NGP und SGP auch nicht um 180 Grad von einander versetzt, sondern in der Darstellung nur um knapp 60 Grad. Die Orientierung und das Wiederfinden der Himmelskörper an unserem sichtbaren Himmel wird durch die Drehung der Erde erschwert, da sie für uns in jedem Moment eine andere Position einnehmen.

In den astronomischen Darstellungen der Bilder 1 und 2 bleiben sie jedoch immer an ihren Orten fixiert, jedenfalls über sehr grosse Zeiträume.

Zur Orientierung dient eine **Himmelskarte mit dem Himmelsäquator als Null-Linie und den Abweichungen auf der Abszisse von +90 Grad bis -90 Grad davon nach oben und unten, die als Deklination (Delta) bezeichnet und in „Grad“ angegeben werden.**

Die Einteilung auf der Ordinate erfolgt meist nicht wie bei Erddarstellungen auf einem Globus in Grad sondern in einer 0...24 Stunden Einteilung entsprechend 0...360 Grad für den Vollkreis, eine Stunde =15 Grad.

Null Grad als Bezugspunkt ist der Frühlingspunkt (Äquinoktialpunkt oder Tag-und Nachtgleiche) das ist der Punkt wo die Sonne eine bestimmte Stellung zum Weltall einnimmt, wenn man sie von der Erde aus betrachtet und wo sie dann etwa vor dem Sternbild des „Widders“ steht. Das war nicht immer so!

Nichts ist ewig und auch nicht das Weltall! Durch die „Präzession“, das „Vorrücken“, wandern die Äquinoktialpunkte (es gibt auch einen „Herbstpunkt“) im Verlauf von 28 000 Jahren einmal um den „Stundenkreis“. In den letzten 2000 Jahren sind sie um ein Tierkreiszeichen vorgerückt!

Die Stundenteilung auf der Ordinate nennt man „Rektaszension“ (Alpha)

Mit Alpha und Delta lassen sich dann wie auf der Erde die Standorte der Objekte am Himmel genau bestimmen.

Damit man sie findet können sie, bezogen auf die jeweilige Stellung der Erde im Raum, für jeden Zeitpunkt auf Koordinaten umgerechnet werden, die dann mit Fernrohren und Antennen eingestellt werden können.

Natürlich würde für die Errechnung der Koordinaten auch die jeweilige Stellung der Erde im Stundenkreis eine Rolle spielen und für Astronomen ist das auch so, aber die Unschärfen sind so gering, dass man sie nur für wissenschaftliche Untersuchungen berücksichtigen muss. Der Sonnenabstand von der Erde beträgt etwas mehr als 8 Lichtminuten und der Erd nächste Fixstern Alpha Centauri ist 4 Lichtjahre von unserem Sonnensystem entfernt!

Die Ebene unserer Erdbahn um die Sonne mit der Projektion des Himmelsäquators ist die „**Ekliptik**“ (griechisch „Kreis der Finsternisse“)

Die Erdachse mit Nord und Süd steht nicht senkrecht zur Ekliptik oder anders ausgedrückt, die Ebene unseres Erdäquators ist nicht gleich auch die Ebene des Himmelsäquators.

Die Neigung der Erdachse gegen die Ekliptik ist die „**Schiefe der Ekliptik**“. Sie beträgt etwa 23.5 Grad und die Erd-Deklination pendelt je nach Jahreszeit um Plus/Minus dieses Wertes um den Himmelsäquator. Die Sonne pendelt dann während eines Jahres scheinbar um den Erdäquator zwischen dem nördlichen und südlichen Wendekreis (Sommer und Winter).

Auf Bild 2 ist die Sonnenbahn eingezeichnet. Sie beginnt beim „Frühlings-Äquinoktium“, also bei 0h (weil das der willkürlich gewählte Bezugspunkt ist) und wandert von rechts nach links in etwa 365 Tagen scheinbar am Sternenhimmel vorbei.

Unser Erdmond umkreist die Erde auf einer Bahn deren Hintergrund dem der Sonne auf ihrer Bahn sehr ähnlich und im Bild 1 eingezeichnet ist. Der Mond benötigt für jeden Durchlauf des vollen Stundenkreises nur etwa 28 Tage und der Bahnverlauf ist gegenüber dem der Sonne um etwa 1.5h auf dem Stundenkreis versetzt, läuft ihr also zur Zeit um etwa 23 Grad nach.

Der Verlauf der Sonnen- und Mondbahn bezogen auf den Sternhimmel, wie wir ihn von unserer Erde aus sehen wird sich für den allgemeinen Gebrauch in den nächsten 200 bis 500 Jahren nicht so ändern, dass man es berücksichtigen oder korrigieren müsste.

„Der Mond behält die auf Bild 1 eingezeichnete Bahn vor dem Hintergrund des Himmels, wie wir ihn sehen, praktisch bei“!

Die „Deklination des Mondes“

Die Sichtbarkeit des Mondes und damit auch die Möglichkeit ihn für Funkverbindungen zu benutzen, hängt von seiner Deklination ab. Für die Nordhalbkugel nimmt die Sichtbarkeitsdauer mit zunehmender positiver Deklination zu und die auf der Südhalbkugel zunehmend ab.

Die galaktischen Rauschquellen

Es gibt viele Rauschquellen, immer bedingt durch Himmelsobjekte mit hohen Temperaturen, die frequenzabhängige, unterschiedliche Rauschtemperaturen erzeugen.

Der Mond streift davon nur zwei bedeutende Objekte, die man bei 6h; 15d (**Tau A**) und im **Sagittarius (Schütze)** bei 18h; 20d orten kann. Letztere ist grossflächiger und ausgeprägter und erreicht Rauschtemperaturen bei 144 MHz von etwa 3000 Grad K. Das entspricht etwa einem Rauschpegel von 10 dB (siehe Bild 3) der ein Nutzsignal überdeckt. Durch die Grossflächigkeit des Gebietes im Sagittarius wird die Strahlungskeule von Antennensystemen mit grösseren Antennengewinnen voll zugerauscht.

Die Entfernung des Mondes von der Erde

Die Mondbahn um die Erde ist eine Ellipse. Je nach Stellung des Mondes ergeben sich unterschiedliche Entfernungen, die die Streckendämpfung bei 144 MHz um insgesamt 2 dB verändern.

Zur Zeit erfolgt die grösste Annäherung an die Erde im Bereich 6h...10h, wo auch nahezu einer der Kältepole bei 9h;d35 mit geringem galaktischen Rauschen durchlaufen wird. Dieser „Bereich der grössten Annäherung“ verschiebt sich auf der gezeichneten Mondbahn langfristig innerhalb eines Jahrzehnts um z.T. mehrere Stunden auf dem Stundenkreis. Zur Zeit fallen die geringe Mondentfernung gerade mit dem Bereich der geringen Rauschtemperaturen günstig zusammen.

Die für Funkverbindungen wichtigen Daten sind in fast allen Softwareprogrammen enthalten.
Generell für EME gilt:

- 1. Durch die begrenzte Mondsichtbarkeit bei negativer Deklination in Verbindung mit der Tatsache, dass sich die meisten 2m-EME Stationen auf der Nordhalbkugel unserer Erde befinden wird den Tagen mit positiver Deklination der Vorzug für Skeds und für Conteste gegeben. Für Verbindungen mit der Südhalbkugel der Erde sind deren Betriebszeiten dann geringer. Für Skeds werden nur kurze Betriebszeiten vereinbart und dafür kann man dann auch die Zeiten nehmen, wo eine der beiden Stationen durch den nur tief am Himmel stehenden Mond benachteiligt ist.**
- 2. Man wählt für Skeds und Conteste, wie ganz allgemein auch, keine Zeiten aus, die im Bereich des Sagittarius-Durchlaufs des Mondes liegen (16h...20h), da ein EME-Funkverkehr für nur durchschnittliche Stationen praktisch nicht möglich ist! Das gilt besonders für den Funkverkehr bei 2m. Der Durchlauf durch Sagittarius dauert einige Tage! Die Rektaszensionsangaben sind Winkelgrade am Himmel und keine Zeitangaben!**
- 3. Die Sonne ist heiss mit Oberflächentemperaturen von etwa 6000 Grad und sie rauscht daher auch. Da die Sonnenlaufbahn und die Mondlaufbahn fast den gleich Verlauf einnehmen (Bilder 1 und 2), der Mond aber etwa 12 Mal schneller läuft als die Sonne ergibt sich etwa in jedem Monat einmal, Immer zur Zeit des Neumondes eine grosse**

Annäherung der Positionen von Sonne und Mond am Himmel, wo der Mond mehr oder weniger exakt vor der Sonne steht. Direkt davor wäre eine Sonnenfinsternis, die es in grösseren Zeitabständen auch gibt. Der Zeitraum der Annäherung, verbunden mit einem Rauschanstieg, beträgt wie beim Durchlauf durch den Sagittarius einige Tage. Je nach Richtcharakteristik einer Empfangsantenne kann das Sonnenrauschen ausgeblendet werden. Je grösser die Öffnungswinkel umso grösser ist der Bereich wo das Rauschen stört. Solche Antennen haben aber auch einen geringeren Antennengewinn und sind schon deshalb benachteiligt. In Sonnennähe des Mondes können Skeds je nach Qualität der Stationen versuchsweise vereinbart werden.

Die Software von W5 UN und die von VK3 UM geben z.B. auch den jeweiligen Sonnenstand an.

- 4. Nicht vergessen, dass die Faraday-Rotation theoretisch eine völlige Auslöschung des Signals verursachen kann, was aber Ausnahmen sind. Gerade beim 2m-EME-Funkverkehr können sich die Verhältnisse, ausser einem schwachen Kurzzeitfading, das mehrmals innerhalb einer Minute entsteht, innerhalb einer Viertelstunde ändern. Besonders wenn die Funkstrecke von der Sonne eingestrahlt wird sind die Drehungen heftiger. Der Effekt lässt sich nicht vorhersagen oder berechnen und man muss damit leben! Er ist aber auch die Ursache dafür, dass man gelegentlich sein eigenes Echo nicht hört obwohl die Bedingungen gut sind. Das passiert auch den stärksten Stationen, allerdings nicht so oft wie einer schwachen.**
- 5. Nur Funkamateure in völliger Unkenntnis der Zusammenhänge versuchen Gegenstationen bei EME zu finden, wo die Bedingungen praktisch keine Verbindungen zulassen, aber: Wer in der Lotterie spielt ist nie ganz sicher vor einem Gewinn! Nichts ist unmöglich!**

17.09.06

19.09.2006