

# **DX auf 80 und 40 Meter**

Jürgen A. Weigl, OE5CWL

***Während für den aktiven Kurzwellenhörer der Empfang von Überseestationen, zumindest im 42 und 49-m-Band etwas durchaus selbstverständliches ist, bleibt DX-Verkehr für die meisten Funkamateure auf den niedrigen Bändern tabu. Hier werden dann nur die Europaverbindungen abgewickelt, selbst einmal DX zu versuchen, trauen sich nur wenige zu.***

***Dabei ist die Aktivität auf diesen Bändern zur Erlangung vieler schöner, wenn auch schwieriger Diplome unbedingt nötig. Dieser Artikel möchte daher sowohl Aufforderung als auch Anleitung sein, um erfolgreich auch auf 80 und 40 m DX zu jagen.***

Im ersten Teil dieses Beitrages werden wir uns mit den besonderen Gegebenheiten dieser Bänder beschäftigen, im zweiten Teil verraten wir Ihnen dann, wie man entlang der Dämmerungszone effizient DX arbeitet.

## **Geräte und Antennen**

Klarerweise ist nicht jedes Gerät gleich gut für den DX-Verkehr geeignet, egal ob auf den niedrigen oder hohen Bändern. Wichtiger als bei den anderen Bändern ist, vor allem auf 40 m, die Übersteuerungsfestigkeit des Empfängers. Wir müssen uns vor Augen halten, daß hier in nächster Nähe Rundfunkstationen arbeiten, die zum Teil Sendeleistungen bis über 500 kW und dazu noch Antennengewinne bis zu 20 dB zur Verfügung haben. Dies kann dann Strahlungsleistungen von ca. 50 MW (50 Millionen Watt!) ergeben, und das vielleicht nur wenige kHz von der gesuchten DX-Station entfernt. Hier erweist sich oft ein, möglichst variabler, Abschwächer als besonders nützlich. Die meisten Geräte haben diesen heute bereits eingebaut. Die besten Hörerergebnisse erzielt man, wenn man bei eingeschaltetem Abschwächer den NF-Regler (in engl.: AF) weit aufdreht und die Lautstärke mit dem RF-Regler (engl.: RF) reguliert. Nur bei ganz schwachen Signalen wird man hier die volle Verstärkung benötigen. Für den CW-Operator ist auch ein eigenes CW-Filter sehr nützlich. Hat man einmal an einem Contest auf 40 ohne CW-Filter teilgenommen, so wird man erst ein solches Filter richtig zu schätzen wissen. Der SSB-Operator andererseits kommt oft nicht ohne einen Zweit-VFO aus; getrennte Empfangs- und Sendefrequenzen sind auf 80 und 40 für manche Länder muß!

Auf diese ‚Split-Frequency‘ genannte Betriebstechnik kommen wir noch näher zu sprechen.

Nun zu den Antennen. Eines gleich vorweg: Man kann mit jeder Antenne auch DX arbeiten, egal wie niedrig bzw. hoch sie hängt und wie steil sie strahlt. Der Verfasser dieser Zeilen hat z.B. die ersten DX-Verbindungen auf 80 m mit einem nur 5 m hohen Dipol getätigt. Derselbe Dipol als Inverted Vee mit Speisepunkt in nur 14 m Höhe ermöglichte schließlich Verbindungen mit mehr als 100 Ländern auf diesem Band.

Natürlich kommt dann irgendwann einmal die Frage nach einer leistungsfähigeren Antenne. Am verbreitetsten unter den DX-Spezialisten auf 80 und 40 sind wohl die Vertikal, der Viertel- und der Halbwellensloper und die Delta-Loop-Antenne. Kombinationen aus all diesen Antennen sind zum Teil auch als Richtantennen gebräuchlich. Daneben findet man auf 40 m immer mehr Leute mit drehbaren 2 und 3 Element Yagi- und Quadantennen. Auch auf 80 m sind schon solche drehbaren Antennen im Einsatz. Schon vor etwa 20 Jahren machte Joe Hertzberg, K3JH mit einer drehbaren 80-m-Quad Schlagzeilen in Amateurfunkzeitschriften. Heute werden sogar schon von Firmen entsprechende Antennen geliefert, so bietet z.B. die kalifornische Firma KLM eine 4 Element Yagi für 80 m an. Die Besitzer solcher Monsterantennen kann man allerdings an einer Hand abzählen. Schließlich reicht das Geld für solche Antennen schon für einen guten Mittelklassewagen.

Der Durchschnittsverbraucher wird auch mit den einfacheren Antennen sein Auslangen finden. Versuchen sollte jedoch jeder, der die Möglichkeit zum Anschluß einer speziellen Empfangsantenne hat, seine Empfangsleistung zu verbessern. Hier hilft es oft, wenn man nur eine kleine Vertikal, die für den Sendebetrieb zu verlustreich wäre, ausprobiert. Auch eine kurze Zimmerantenne kann den Empfang verbessern. Dies gilt natürlich besonders dort, wo kein Abschwächer vorhanden ist. Auch eine Ferritantenne läßt sich leicht selbst basteln und ergibt dann zumindest empfangsmäßig eine Richtwirkung.

## **Ausbreitungsbedingungen**

Der Weg zum Erfolg führt nur über ein richtiges Verständnis der Ausbreitungsbedingungen. Im Sommer wird man zur Mittagszeit auf 80 m natürlich umsonst auf DX warten. Es sind zwei wesentliche Faktoren, die die Ausbreitungsbedingungen und damit die Möglichkeit zum DX-Verkehr wesentlich beeinflussen: Die hohe Dämpfung durch die D-Schicht und starkes QRN durch atmosphärische Störungen.

Die D-Schicht in einer Höhe von 50 bis 90 km ist eine Zone geringer Elektronendichte, die noch zu keiner Reflexion der Kurzwellen führen kann, aber bereits eine sehr starke Dämpfung verursacht. Diese Dämp-

## DX auf 80 und 40 Meter

fung nimmt mit zunehmender Frequenz quadratisch ab. Daher erklärt sich, daß Signale auf 80 wesentlich stärker gedämpft werden als auf 40 oder gar 20 m. Die D-Schicht existiert nur auf der sonnenbeschienenen Erdhalbkugel. Somit ergibt sich bereits die erste wichtige Regel: DX ist praktisch nur nachts möglich, der Ausbreitungsweg des Signals muß über die Nachtseite der Erde gehen.

Auf 40 m gilt ähnliches, wenn auch mit gewissen Einschränkungen. Hier ist unter Umständen DX auch tagsüber möglich, zumindest kann ein Teil des Ausbreitungsweges auf der sonnenzugewandten Seite der Erde verlaufen. Das Band geht somit auch wesentlich früher als 80 m auf und bleibt dann auch länger offen. Man kann ohne weiteres schon zwei bis drei Stunden vor Sonnenuntergang bzw. nach Sonnenaufgang DX hören.

Am wirkungsvollsten ist die Ausbreitung entlang der Dämmerungszone. Dies ist eine für den DXer so wichtige Erscheinung, daß wir im zweiten Teil darauf noch näher eingehen. Natürlich ändern sich die Bedingungen auch mit der Jahreszeit.

Die starken atmosphärischen Störungen im Sommer und die langen Winternächte sind dafür verantwortlich, daß die Bedingungen im Winter wesentlich besser sind. Allerdings tritt auch dies auf 80 wesentlich stärker in Erscheinung als auf 40. Darüber hinaus nimmt auch die Sonnenaktivität ihren Einfluß auf diese Bänder. Tabelle 1 zeigt, wie sich die Ausbreitungsbedingungen mit dem Sonnenfleckenzyklus ändern. Dabei wurden für die DX-Tauglichkeit jedes Bandes Werte zwischen 1 (sehr gut) und 5 (unbrauchbar) vergeben.

R	0 - 30		30 - 60		60 - 90		90 - 120	
40 m	2	2	2	1	2	1	3	2
80 m	3	2	3	2	3	2	4	3
Jahreszeit	S	W	S	W	S	W	S	W

Bewertung:  
1: Ausgezeichnete Bedingungen      2: Gute Bedingungen      3: Mittelmäßige Bedingungen      4: Schlechte Bedingungen  
5: keine Verkehrsmöglichkeit

## Betriebstechnik

Nicht oft genug kann an die wichtigste Regel bei der DX-Jagd erinnert werden: Geduld ist das Wichtigste! Eine Station, die man vielleicht noch nicht einmal hört, kann man unter Umständen eine Stunde später ganz leicht arbeiten. Der Autor hörte z.B. einer Gruppe von Skandinavien zu, die im QSO mit einer neuseeländischen Station waren. Erst eine Stunde später war die ZL-Station auch in Österreich zu hören und konnte dann auch gut gearbeitet werden.

Hören ist wesentlich wichtiger als Senden. Leider gibt es zu viele Amateure, die es genau umgekehrt halten und mit ihrem CQ-DX nur freie Frequenzen belegen, aber trotzdem nicht zu einem DX-QSO kommen. Womit aber nicht gesagt sein soll, daß es nicht Situationen gibt, wo ein CQ-Ruf das einzig richtige ist. Aber nur wer viel hört, erlangt mit der Zeit die Fähigkeit, durchs QRM hindurch auch noch schwache Signale zu verstehen. Und es ist unbestrittene Tatsache, daß die meisten erfolgreichen DXer vorher lange Zeit nur als Hörer aktiv waren.

Auf den einzelnen Bändern gibt es gewisse Eigenheiten, die wir uns nun näher anschauen wollen:

### 80-Meter:

Auf diesem Band spielt sich der DX-Verkehr hauptsächlich in zwei schmalen Frequenzbereichen ab. Es sind dies die beiden DX-Ecken: 3500 - 3510 kHz für CW und 3790 - 3800 kHz für SSB. Diese Bandsegmente sind unbedingt von jedem Nahverkehr freizuhalten. Leider gibt es immer wieder einige Unbelehrbare, die ihre Lokalgespräche hier abwickeln. Wenn wir nun abends in die SSB-DX-Ecke kommen, werden wir im allgemeinen keine freie Frequenz finden. Man bedenke, daß hier bereits 3 Stationen ausreichen, um die zur Verfügung stehenden 10 kHz voll zu belegen. Meist hören wir einige Europäer und sie rufen DX; fast immer sind dies Stationen, die auch in Übersee wegen ihrer hohen Leistung und guten Antenne entsprechend gut ankommen. Das Klügste ist also, zu warten, bis eine dieser Stationen eine DX-Station erwischt – die uns auch interessiert. In einer Gesprächspause geben wir dem Europäer kurz zu verstehen, daß wir auch an einem QSO interessiert sind. Wichtig ist, daß wir diesen Zwischenruf schnell genug machen und die andere Station nicht behindern, sonst sind unsere Aussichten eher trübe.

## DX auf 80 und 40 Meter

Nach einem kurzen QSO sind dann die meisten DXer so freundlich, uns weiter zu vermitteln oder machen bei mehreren Stationen gleich eine Liste. Dann ist es oberstes Gebot, sich so kurz wie möglich zu halten. Es genügt, Rapport und das einzige Rufzeichen durchzugeben.

Ein gültiges QSO kommt jedoch nur zustande, wenn beide Stationen ihren Rapport verstanden haben. Und dies muß jeder selbst machen! Der Versuch, einer anderen Station dadurch helfen zu wollen, daß man den Reporter weitervermittelt, gilt als schwerer Verstoß gegen den DX-Ehrenkodex. Damit wird natürlich das QSO ungültig.

Ähnliches gilt natürlich auch für den CW-Teil des Bandes, nur, daß hier das Arbeiten nach Listen wesentlich seltener ist. Auch findet man hier viel eher eine freie Frequenz und ein CQ-DX Ruf kann sich da schon manchmal bezahlt machen.

In manchen Ländern gibt es gewisse Beschränkungen auf 80 m, sodaß nicht alle Länder in der DX-Ecke arbeiten dürfen. Die wichtigsten derartigen Beschränkungen seien hier erwähnt: Russische Stationen dürfen in SSB nur Frequenzen zwischen 3600 und 3650 kHz verwenden, die Japaner haben nur ein schmales Band um 3800 kHz zur Verfügung, was aber mit der DX-Ecke zusammenfällt. US-Stationen findet man in SSB nur oberhalb 3775 kHz, allerdings dürfen die Amerikaner dann hinauf bis 4000 kHz arbeiten. Zum Schluß sei auch noch Griechenland erwähnt (wenn auch nicht DX, so doch ein sehr seltenes Land auf 80). Griechische Stationen dürfen nur unterhalb 3600 kHz senden, man findet sie dann in SSB meist um 3595 kHz.

## 40-Meter

Hier gibt es keine fest festgelegten DX-Ecken, das Band ist ohnedies nur 100 kHz breit. Allerdings konzentriert sich auch hier der DX-Verkehr in CW am unteren Bandsegment. Wenn die Bedingungen gut sind, so ist jedoch oft das ganze Band voller DX-Signale und klingt manchmal wie 20 oder 15 m. Da es wegen der vielen Rundfunkstationen schwer ist, eine Frequenz im SSB-Teil des Bandes zu finden, spielt sich hier, ganz im Unterschied zu 80, das meiste im CW-Teil des Bandes ab. Auch die DX-Listen sind auf 40 kaum mehr zu finden und stellen wohl auf diesem wie auch auf den höheren Bändern kein Erfordernis mehr dar, sondern werden hier eher zum lästigen Übel.

Man sucht also am besten das Band nach DX-Stationen ab, findet man nichts, kann man es ja auch einmal mit CQ-DX versuchen. Wie auf 80 m gibt es auch hier hinsichtlich der Arbeitsfrequenzen einige Besonderheiten:

Die USA dürfen in diesem Bereich nicht in SSB arbeiten, dafür kann man US-Stationen in CW bis zum oberen Bandende hören. Um mit den USA in SSB Verbindung aufzunehmen, muß man also ‚Split-Frequency‘-Betrieb machen, d.h. getrennte Send- und Empfangsfrequenzen verwenden. Als Europäer ruft man unterhalb von 7100 kHz und gibt eine Empfangsfrequenz oberhalb 7150 kHz an. Allerdings ist es schwierig, in diesem von Rundfunkstationen besetzten Bereich eine freie Frequenz zu finden. Ab und zu sollte man allerdings auch auf der eigenen Sendefrequenz hören, ob nicht vielleicht eine andere DX-Station anruft.

Bei internationalen Wettbewerben, insbesondere beim CQ-Worldwide DX Contest im Oktober ist es ratsam, den Bereich zwischen 7150 und 7300 kHz auch nach anderen Ländern abzusuchen. Oft findet man vor allem gegen morgens seltene DX-peditionen, die wegen der schnelleren Betriebsabwicklung ‚split frequency‘ arbeiten. So kann man zu manch interessantem QSO kommen, das jene versäumen, die nur im europäischen Teil des Bandes hören.

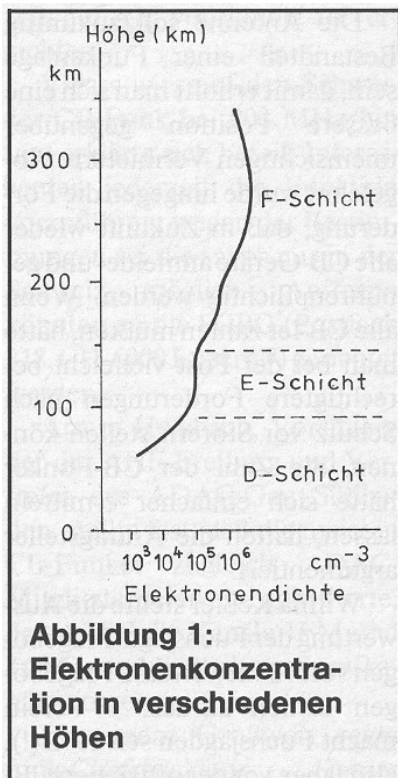
***Fast in allen Amateurtunbüchern findet man zwar die Ionosphäre mit ihren einzelnen Schichten erklärt, auch werden allgemeingültige Regeln für die Ausbreitung in den Kurzwellen-Amateurbändern angegeben. Dagegen findet man eigentlich nie einen Hinweis auf die Anomalitäten der Ionosphäre in der Dämmerungszone.***

Dabei ist gerade dies eine äußerst wichtige Erscheinung, die den erfolgreichen DXer und Contestteilnehmern gut bekannt ist. Da dieser Ausbreitungsmodus den Amateur mit einer durchschnittlichen Antennenanlage zumindest für kurze Zeit in die Nähe der Besitzer aufwendiger Antennenanlagen bringt, und damit besonders gute DX-Verbindungen ermöglicht, könnte man fast meinen, es handelt sich dabei um ein besonders gut behütetes Geheimnis der ‚DX-Könige‘. Nun, wir wollen hier dieses Geheimnis etwas lüften und so dem Durchschnittsverbraucher auch die Möglichkeit geben, diese Erscheinung auszunutzen. Vorerst müssen wir uns jedoch die Ionosphäre etwas genauer ansehen.

Wie für so vieles andere ist die Sonne auch für das Vorhandensein einer Ionosphäre, die die Kurzwellenausbreitung ermöglicht, verantwortlich. Die gesamte Atmosphäre besteht aus einer Mischung aus Gasen. Je höher man von der Erde aufsteigt, umso weniger Teilchen sind vorhanden. Ab einer Höhe von etwa 100 km sind dann nur mehr so selten Teilchen anzutreffen, daß wir von einem Hochvakuum sprechen können. Dennoch ist dieser Raum nicht leer. In diesen großen Höhen sind Stoffe jedoch nur mehr atomar

## DX auf 80 und 40 Meter

und nicht mehr in Molekülen vorhanden. Durch die Sonneneinstrahlung auf die vorhandene Materie kommt es zur Ionisation. Dies ist jener Vorgang, bei dem das Molekül oder Atom in zwei geladene Teile getrennt wird. Dabei werden als negative Ladungsträger Elektronen frei. Wie lange nun ein derartiges freies Elektron existieren kann, bevor es wieder von einem positiv geladenen Ion, dem Atomrumpf, eingefangen wird, hängt von der Konzentration der Materie im betreffenden Raum ab. Ist viel Materie vorhanden, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß das freie Elektron bald mit einem entsprechend positiv geladenen Ion zusammentrifft, sehr hoch. Damit ergibt sich eine kurze Lebensdauer der freien Elektronen. Diesen Vorgang des 'Wiedereinfangens' von Elektronen nennt man Rekombination.



**Abbildung 1:**  
**Elektronenkonzentration in verschiedenen Höhen**

Es ist nun klar, daß in einem Bereich mit wenig Materie die durch die Sonneneinstrahlung freigesetzten Elektronen eine relativ lange Lebensdauer haben. In diesem Bereich existiert somit eine große Anzahl freier Ladungsträger. In Abb. 1 wird die Anzahl der freien Elektronen pro  $\text{cm}^3$  in Abhängigkeit von der Höhe gezeigt. Diese Elektronendichte hängt jedoch von verschiedenen Faktoren, wie Einstrahlwinkel oder auch Sonnenaktivität ab. So wurden z.B. bei hoher Sonnenaktivität (beim Maximum im Winter 1957) 2 Millionen Teilchen pro  $\text{cm}^3$  gemessen, während diese Zahl auf etwa 400000 im Fleckenminimum absinkt.

Wie wir aus der Abbildung erkennen, gibt es gewisse Zonen erhöhter Elektronenkonzentration. Diese Zonen werden als Schichten bezeichnet, wobei ein Buchstabe die entsprechende Schicht kennzeichnet. In einer Höhe von etwa 50 bis 80 km finden wir die sogenannte D-Schicht, darauf folgt in 110 bis 130 km Höhe die E-Schicht und darüber die F-Schicht. Oberhalb der F-Schicht wird die Ionisation wieder geringer, um schließlich ganz zu verschwinden. Wenn wir hier immer von Schichten sprechen, so müssen wir uns vor Augen halten, daß es sich dabei nur um ein Vorstellungsmodell handelt und tatsächlich der Übergang kontinuierlich verläuft, so daß die angegebenen Grenzen nur willkürlich gezogen sind. Doch wir wollen hier bei der allgemein bekannten Aufteilung bleiben. Für den DX-Verkehr auf 80 und 40 m interessieren uns nun vor allem zwei Schichten:

### D-Schicht

In diesem Bereich ist eine relativ geringe Elektronendichte vorhanden, daher findet hier keine Reflexion der Kurzwellen statt. Diese durchdringen die D-Schicht, wobei sie jedoch eine von der Frequenz abhängige Dämpfung erfahren. Auf den kürzeren Bändern ist diese Dämpfung wegen der hohen Frequenz außerordentlich gering. Hingegen ist sie für 40 m bereits sehr beträchtlich und schränkt dann erst recht die Brauchbarkeit des 80-m-Bandes drastisch ein. Wichtig für uns ist jetzt die Überlegung, daß ein flach abgestrahltes Signal einen längeren Weg durch die D-Schicht nimmt und damit auch eine höhere Dämpfung erleidet als ein steil abgestrahltes Signal.

Daß dennoch die Flachstrahlung so wichtig für den DX-Verkehr ist, hängt von der sich ergebenden größeren Sprungdistanz und der bei flach einstrahlenden Signalen höheren MUF, das ist die maximal verwendbare Frequenz (Maximum Usable Frequency), ab. Und wie wir gesehen haben, können wir ja auf den hohen Bändern die Dämpfung in der D-Schicht praktisch vernachlässigen. Nun stellen wir weiter fest, daß diese Schicht nur auf der Tagseite der Erde existiert. Nach Sonnenuntergang wird sie sehr rasch abgebaut, während sie kurz nach Sonnenaufgang wieder vorhanden ist. Daher resultierte ja auch die Forderung, daß der Ausbreitungsweg unseres 80 oder 40 m DX-Signales durch die Nachtseite der Erde gehen muß.

Einen weiteren Punkt gilt es ebenfalls noch näher zu klären. Wir sprechen immer davon, daß die Ausbreitung auf Kurzwelle durch Reflexion zustande kommt. Tatsächlich sind die in Frage kommenden Schichten Bereiche erhöhter Ionisation und haben keineswegs die Funktion eines glatten Spiegels. Dringt ein Signal in diese Schichten ein, so kommt es zu einer Beugung des eintretenden Signals, und die Beugung nimmt immer stärker zu, je tiefer das Signal in die Schicht eindringt.

Im besten Fall reicht die Beugung aus, um das Signal wieder nach unten zu lenken. In diesem Fall können wir tatsächlich von einer Art Reflexion sprechen. Und dies ist es, was auch an der F-Schicht mit unseren Signalen passiert. Reicht die Beugung jedoch nicht aus, um das Signal wieder nach unten zu lenken, so kommt es zwar zu einer Veränderung des Strahlungswinkels, das Signal tritt jedoch durch die

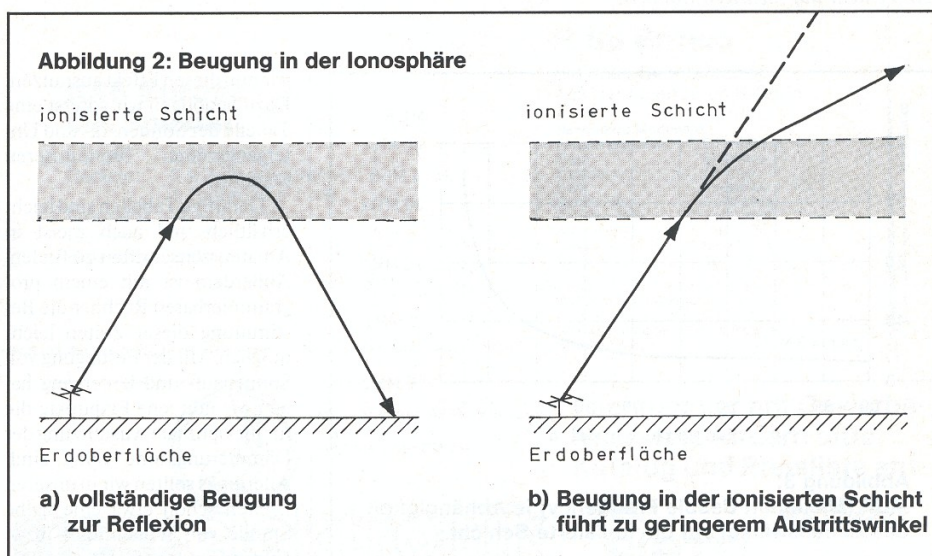
## DX auf 80 und 40 Meter

ionisierte Schicht durch und kehrt nicht wieder nach unten zurück. Wichtig ist aber, daß das Signal auf seinem Weg durch diese Schicht eine Beugung erfahren hat und die Schicht mit einem kleineren Winkel verläßt, als es eingetreten ist. In Abb. 2 haben wir schematisch beide Fälle (Beugung bis zur Umkehr, Beugung mit verringertem Austrittswinkel) dargestellt. Wichtig für den Ausbreitungsmodus in der Dämmerungszone ist nun, daß wir uns zwei Dinge, die wir hier erklären, vor Augen führen:

- In der D-Schicht ist ein steiler Abstrahlwinkel von Vorteil, um eine geringere Dämpfung zu erzielen.
- In der D-Schicht kommt es zwar nicht zur Reflexion, jedoch tritt eine gewisse Beugung auf, das Signal verläßt die Schicht mit einem kleineren Winkel, als es sie erreicht hat.

## F-Schicht

Dies ist zweifellos die wichtigste Region der Ionosphäre, was den DX-Verkehr betrifft. In der F-Schicht finden wir die größte Konzentration an freien Elektronen. Diese werden tagsüber durch die einfallende Sonnenstrahlung freigesetzt. Da wir uns hier in einem Bereich mit sehr wenig Materie befinden, ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Elektron wieder mit einem positiven Ion zusammentrifft, sehr gering. Dementsprechend niedrig ist die Rekombinationsrate und es ergibt sich eine lange Lebensdauer für die freigesetzten Elektronen. Diese ist in der Tat so lange, daß die F-Schicht auch während der Nacht bestehen bleibt. Natürlich sinkt die Elektronenkonzentration über Nacht ab, kurz vor Sonnenaufgang erreicht sie ihr Minimum. Hier an der F-Schicht findet nun für unsere Signale auf Kurzwelle eine so starke Beugung statt, daß es zu der bereits beschriebenen Reflexion kommt. Die oberste Frequenz, bei der noch eine Reflexion der einfallenden Welle stattfindet, wird MUF genannt.



Diese Frequenz ist nun stark vom Einfallswinkel abhängig. Wir wollen noch kurz die kritische Frequenz einführen: Es ist dies jene Frequenz, die auch bei einem senkrechten Eintritt (also unter 90°) auf die F-Schicht reflektiert wird. Wir bezeichnen diese Frequenz mit  $Fr.(kr.)$ . Der Zusammenhang zwischen MUF und  $Fr.(kr.)$  kann nun folgendermaßen angegeben werden:

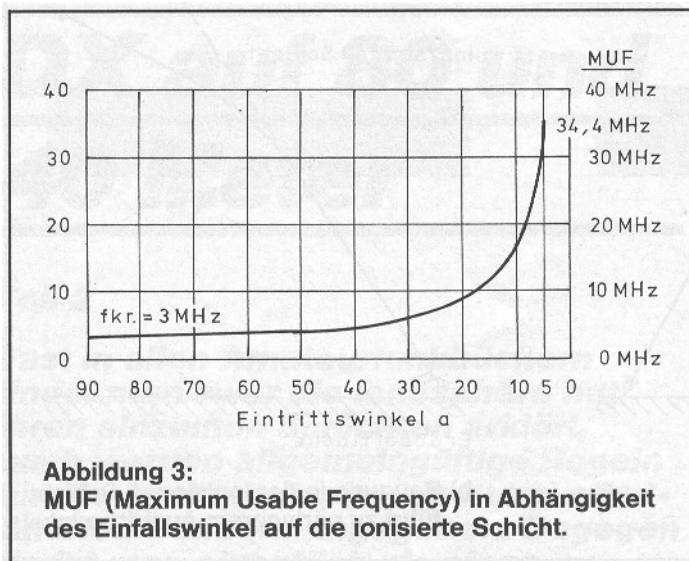
$$MUF = Fr.(kr.) / \sin(a)$$

Dabei ist  $\sin(a)$  der Sinus des Abstrahlwinkels bzw. korrekterweise des Winkels, mit dem das Signal auf die F-Schicht auftrifft. Zum leichteren Verständnis haben wir in Abb. 3 den Zusammenhang zwischen  $Fr.(kr.)$  und MUF für verschiedene Winkel angegeben. Dabei wird eine kritische Frequenz von 3 MHz angenommen. Man beachte auch, daß der Eintrittswinkel nicht null werden kann, da bei einem Abstrahlwinkel von 0° sich ein Eintrittswinkel von etwa 5° auf die F-Schicht ergibt. Aus diesem Diagramm und den geschilderten Überlegungen geht nun klar hervor, warum ein niedriger Abstrahlwinkel zur Erzielung optimaler DX-Ergebnisse im allgemeinen so wichtig ist. Die einzelnen Anomalitäten der F-Schicht spielen für die Ausbreitung auf 80 und 40 keine wesentliche Rolle, so daß wir darauf nicht näher eingehen wollen. Wir wollen nun vielmehr zum Kernpunkt unserer Überlegungen kommen:

## Die Dämmerungszone

## DX auf 80 und 40 Meter

Die Dämmerungszone, oder ‚Gray-Line‘, wie sie in der englischen Amateurfunkliteratur bezeichnet wird, ist jenes Band, das die Tagseite der Erde von der Nachtseite trennt. Da die Erdachse um  $23,5^\circ$  gegenüber der Sonne versetzt ist, variiert dieses Band entsprechend mit der Jahreszeit. Der in der Wissenschaft gebräuchliche Ausdruck für die Trennlinie zwischen Tag und Nacht ist ‚Terminator‘; rein theoretisch handelt es sich dabei nur um eine Linie. Tatsächlich kommt es jedoch in der Atmosphäre zu einer Brechung des einfallenden Lichtes (ähnlich der oben beschriebenen Beugung der Kurzwellen) und wir sehen die Dämmerung bereits, bevor die Sonne über den Horizont kommt. Tatsächlich kann die Sonne etwa  $18^\circ$  unter dem Horizont stehen und wir nehmen bereits ihren Schein leicht wahr. Dies gilt nun natürlich sowohl für die Abend- als auch die Morgendämmerung. Durch diesen Einfluß der Atmosphäre wird nun der Terminator ein etwas verschwommenes Band.



Die Zeit, wie lange diese Dämmerungszone an einem Ort existiert, hängt von dessen geographischer Breite ab. Wir alle haben ja schon davon gehört, daß am Äquator die Nacht fast ohne Dämmerung hereinbricht. In der Polargegend gilt das Gegenteil, hier haben wir im Winter die Polarnacht, die Sonne kommt den ganzen Tag nicht über den Horizont herauf. Hier herrscht dann für wenige Monate ein Zustand permanenter Dämmerung. Während die Dämmerung in Äquatornähe nur etwa 10 Minuten wirksam ist, beträgt der entsprechende Zeitraum in unseren Breiten etwa 1 bis 1 1/2 Stunden, je nach Jahreszeit.

In dieser Übergangszone zwischen Tag und Nacht treten nun ganz spezielle Ausbreitungsbedingungen auf. Die im Übergangsbereich befindliche D-Schicht ist wegen der geringen Sonneneinstrahlung nur mehr wenig ausgeprägt. Daher ist die wirksame Dämpfung in diesem Fall auch für das 80 und 40-m-Band zu vernachlässigen. Andererseits ist die D-Schicht jedoch noch stark genug, um zu dem oben erklärten Effekt zu führen, daß die passierenden Wellen eine Beugung erfahren. Dadurch kann nun die Ausbreitung über weite Strecken in der D-Schicht erfolgen und schließlich trifft die Wellenfront unter einem wesentlich flacheren Einfallswinkel auf die F-Schicht. Daraus ergeben sich die ausgezeichneten DX-Bedingungen in der Dämmerungszone, wobei jetzt die flachstrahlende Antenne nicht mehr so ausschlaggebend ist wie sonst. Im Gegenteil, hier kann für kurze Zeit eine nicht so ausgeprägte Flachstrahlung durchaus von Vorteil sein. Nach dem Durchgang der Dämmerung jedoch kommen die extrem flachstrahlenden Antennen wieder voll zur Geltung.

Um optimale Ergebnisse auf 80 und 40 m zu erzielen, können wir nun diesen Effekt ausnutzen. Dazu benötigen wir vorerst eine Tabelle der Sonnenauf- und Untergangszeiten für unseren Standort.

Derartige Tabellen sind leicht erhältlich und auch meist in Amateurzeitschriften zu finden. Außerdem ist mit einem programmierbaren Rechner die Bestimmung dieser Zeiten leicht möglich. Mit der Festlegung von Sonnenauf- und Untergang haben wir nun jene Fixpunkte, die für die optimale Ausnutzung der Dämmerungszone nötig sind. Allerdings sollten wir in unseren Breiten schon etwa eine halbe Stunde vor Sonnenunter- bzw. -aufgang an dem Gerät sein. Die besten Bedingungen existieren natürlich, wenn auch die Gegenstation in der Dämmerungszone liegt und somit der ganze Ausbreitungsweg über die ‚Gray-Line‘ erfolgt.

Dazu müssen wir jedoch den Verlauf des Terminators kennen. Dies kann entsprechenden Tabellen entnommen werden, es gibt auch rechenschieberähnliche Karten, mit denen der Terminator bestimmt wer-

## DX auf 80 und 40 Meter

den kann. Am einfachsten ist jedoch ein entsprechender Globus, der den Terminator anzeigt (z.B. der Funkglobus). Allerdings dürfen wir dabei nicht vergessen, daß die Dämmerungszone für Länder um den Äquator entsprechend kurz ist und manche Station daher nur wenige Minuten erreichbar sein wird. Für den Anfang reicht es aber, wenn wir den örtlichen Durchgang durch die Dämmerung voll ausnutzen. Wir sind also rechtzeitig an der Station, dabei gibt es folgende Regeln:

- a) Bei Sonnenuntergang liegen die idealen Ausbreitungsbedingungen von Südost beginnend im Osten. Also können wir mit Öffnung des Bandes nach Südostasien, Neuseeland und Australien rechnen. Nicht vergessen sollten wir hier auch die Möglichkeit, die Westküste der USA über den langen Weg (long path) zu versuchen; dies ist deshalb besonders effizient, weil die Stationen an der Westküste dabei von dem starken inneramerikanischen QRM verschont bleiben und der Großteil des Ausbreitungsweges über Wasser verläuft. Daher ist der long path oft besser als eine Verbindung auf dem kurzen Weg.
- b) Bei Sonnenaufgang liegen die idealen Ausbreitungsbedingungen im Westen unserer Station, wir können am Morgen mit guten Öffnungen in die USA, aber auch in die Karibik und im Frühjahr nach Südamerika rechnen. Manchmal ist auch hier eine long path-Verbindung nach Japan oder in den pazifischen Raum möglich, dazu muß allerdings schon entlang des Terminators gearbeitet werden. Man wundere sich also nicht, wenn auch mal morgens Japan anruft. Einen besonderen Vorteil hat die morgendliche Bandöffnung außerdem: Im Gegensatz zu Sonnenuntergang ist nun während der Nacht die Tote Zone so weit ausgebreitet, daß meist die mitteleuropäischen Stationen nicht mehr zu hören sind. Bei geringer Sonnenaktivität ist morgens die tote Zone auch auf 80 manchmal so groß, daß wir keine europäischen Signale mehr empfangen können. Damit fällt aber das oft so störende Europa-QRM weg und wir empfangen die DX-Stationen entsprechend gut. Deshalb schrillt der Wecker bei den meisten 80-m-Profis etwa eine Stunde vor Sonnenaufgang, um ja keine Bandöffnung zu versäumen.

Es sei an dieser Stelle noch erwähnt, daß DX in der Dämmerungszone nicht nur auf 80 und 40 m interessant ist; auch der 160-m-Amateur wird sich dieses Effektes bedienen, um DX zu arbeiten und andererseits spielen die Anomalitäten der Ionosphäre auch auf 20 m noch eine große Rolle, sodaß man auch auf diesem Band die Öffnungen durch die Dämmerungszone vorteilhaft verwenden kann.

Der Autor hofft mit diesen Ausführungen so manchen Anreiz gegeben zu haben, um einmal auch auf den langen Wellen DX zu versuchen. Abschließend bleibt nur noch übrig, gut DX auf 80 und 40 m zu wünschen.