

# Endstufe-/Tuner Berechnungen DC9ZP



**HANDBUCH**

# INHALT

<b>1.</b>	<b>PROGRAMMÜBERSICHT.....</b>	<b>3</b>
1.1	DAS HANDBUCH/SUPPORT .....	3
1.2	GRAFIKUNTERSTÜTZUNG .....	3
1.3	GENAUIGKEIT DER ROUTINEN .....	3
<b>2.</b>	<b>BETRIEB UNTER DOS, WIN ETC. ....</b>	<b>3</b>
2.1	VORBEREITUNG ZUM START .....	3
<b>3.</b>	<b>PROGRAMMSTART .....</b>	<b>4</b>
3.1	NORMALSTART .....	4
3.2	OPTIMIERUNG FÜR LCD DISPLAYS .....	4
<b>4.</b>	<b>DIE NUTZEROBERFLÄCHE .....</b>	<b>4</b>
4.1	SCHALTFELDER .....	4
4.2	MENÜGRUNDSÄTZE.....	4
4.3	EINGABEREGELN.....	4
4.4	MAUSBEDIENUNG .....	4
<b>5.</b>	<b>DAS HAUPTMENÜ/BETRIEB.....</b>	<b>5</b>
	PI-FILTER TIEFPASS .....	8
	L-TUNER BERECHNEN .....	9
<b>6</b>	<b>COPYRIGHT / HAFTUNGSAUSSCHLUSS .....</b>	<b>10</b>
6.1	LIZENZBESTIMMUNGEN .....	10
<b>7</b>	<b>LITERATURHINWEISE/FUNDSTELLEN.....</b>	<b>10</b>
7.1	BAUANLEITUNGEN FÜR KW-PROJEKTE .....	11
	<i>Projektvorstellung GU43 PA .....</i>	<i>12</i>
7.2	LITERATUR FÜR SATELLITENFUNK.....	16
	7.2.1 Gedruckte Bücher .....	16
	<i>Grundlagen der Bahnberechnung.....</i>	<i>16</i>
	<i>Funkbetrieb über Satelliten.....</i>	<i>17</i>
	7.2.2 E-Books als PDF-Datei .....	18
	<i>Antennen für den Satellitenfunk, PDF Buch, Stand 2007.....</i>	<i>18</i>
	<i>Amateurfunksatelliten, Übersicht, Berechnung und Software .....</i>	<i>21</i>
	<i>Funkbetrieb über Satelliten, E-Buch, Stand 2007.....</i>	<i>28</i>

# 1. Programmübersicht

Das Programm berechnet die PI-Filter, die dazu gehörenden Reaktanzen, die Input/Output Relationen in einer typischen PA sowie die Werte für Anodendrosseln und Abblockkondensatoren und einen passenden Antennentuner. Bei den Berechnungen wird vom üblichen AB1/AB2-Betrieb und damit von einem Wirkungsgrad von 55% ausgegangen.

**Bezieher der Bauanleitung „PA GU43B DC9ZP“ können mit dem Programm ihre selbstgebaute Endstufe mit Tuner komplett berechnen. ( Info siehe Anlage)**

Außerdem ist ENDSTUFE.EXE das Begleitprogramm zu meinen einschlägigen Artikeln im FUNKAMATEUR. Es dient u.a. der nachträglichen Berechnung von älteren Endstufen, um z.B. Umbauten am Tankkreis vorzunehmen, oder um den Frequenzbereich der PA auf 160 m und/oder die WARC Bänder zu erweitern.

## 1.1 Das Handbuch/Support

Das Handbuch besteht aus dieser Pdf-Datei- zu lesen mit dem Acrobat-Reader. Support kann ich im Zusammenhang mit dem Programm nicht leisten, ich bitte daher von EMAIL-Anfragen und von Verbesserungsvorschlägen abzusehen weil ich zeitlich nicht in der Lage bin, sie zu beantworten. Ich bitte dafür um Verständnis.

## 1.2 Grafikunterstützung

Das Programm unterstützt alle Grafikkarten, auch antike wie EGA,CGA und Hercules und kann somit auch auf älteren Rechnern betrieben werden.

## 1.3 Genauigkeit der Routinen

Das Programm erkennt beim Start, ob ein mathematischer Coprozessor(8087,80287,80387 oder 486DX/Pentium) im Computer eingebaut ist, und bindet den Prozessor bzw. die FPU der Pentium Prozessoren, dann für die Rechenroutinen ein. Ist die FPU nicht vorhanden, dann wird sie durch das Programm emuliert. In allen Fällen wird mit einer Genauigkeit von 20 Stellen hinter dem Komma gerechnet.

# 2. Betrieb unter DOS, Win etc.

Unter allen WINDOWS-Derivaten oder OS/2, läuft das Programm ohne Probleme in der DOS BOX im Vollbild - bzw. Gesamtbildschirmmodus. Ansonsten läuft es natürlich unter allen bekannten DOS Versionen.

## 2.1 Vorbereitung zum Start

Bevor Sie mit dem Programm arbeiten, erstellen Sie sich bitte eine Sicherungskopie. Die Installation besteht nur darin, alle Dateien die Sie auf Ihrem Datenträger finden, in ein beliebiges Verzeichnis Ihrer Festplatte zu kopieren und die Datei ENDSTUFE.EXE zu starten. Wenn Sie das Programm mit einer CD bezogen haben, dann achten Sie darauf, den Schreibschutz vom Programm und allen Hilfsdateien zu entfernen, sonst startet das Programm nicht.

## 3. Programmstart

Zum Start gibt es die folgenden Optionen über die Kommandozeile.

### 3.1 Normalstart

Der Start durch Eingabe von Endstufe ist der Normalstart mit automatischer Mauserkennung und Einbindung der Maus falls vorhanden.

### 3.2 Optimierung für LCD Displays

Eingabe Endstufe LCD = Modus für monochrome LCD Bildschirme. Geben Sie, wenn Sie einen PC mit mono LCD-Schirm benutzen, diese Buchstaben mit ein, der Kontrast der Anzeigen wird dann optimiert. Das gilt auch für VGA-Mono Monitore.

## 4. Die Nutzeroberfläche

### 4.1 Schaltfelder

Die Benutzeroberfläche besteht aus einem Rahmen und den Menüfeldern (Schaltfeldern) mit den jeweiligen Optionen. Sie können die Schaltfelder entweder mit der Maus anfahren und mit der linken Maustaste anklicken, Sie können aber auch den jeweils fett gedruckten bzw. den farblich hervorgehobenen Buchstaben als **HOTKEY** eingeben.

### 4.2 Menügrundsätze

Sie beenden ein Menü grundsätzlich mit dem Buchstaben "E" oder mit der <ESC>-Taste, oder durch Anklicken des ENDE-Feldes, soweit vorhanden, mit der Maus. Sie können auch das [ ] Feld in der linken oberen Ecke mit der Maus anklicken. Wenn Sie eine Farbgrafikkarte benutzen, dann werden Sie bemerken, dass die Farben der Menüschriftfelder öfter wechseln. Dies hilft Langeweile zu vermeiden

### 4.3 Eingaberegeln

Eingaben sind in der Regel mit sog. Defaultwerten vorbelegt, diese können durch Druck auf die Enter-Taste entweder übernommen - oder durch eigene Werte überschrieben - werden. Werden Dezimalzahlen mit Komma eingegeben, dann wird automatisch ein Punkt als Dezimalpunkt gesetzt. Wer also das Komma gewöhnt ist, muss sich nicht umstellen.

Eingaben können Sie in der Regel mit ESC abbrechen. Das Programm ist gegen Eingabefehler weitgehend abgesichert. Eine 100%-ige Sicherheit gegen Fehlbedienung gibt es aber nicht. Prüfen Sie also bitte bei jeder verlangten Eingabe, ob Sie richtig eingegeben haben, bevor Sie <RETURN> drücken.

### 4.4 Mausbedienung

Das Programm ist voll mit der Maus steuerbar. Das Programm erkennt beim Start, ob ein Maus-treiber installiert ist und bindet die Maus dann ein. Die Mausroutinen sind für die üblichen

Maustreiber ausgelegt. Die Maus stellt Ihnen im Textmode einen Blockcursor mit invertiertem Fragezeichen zur Verfügung. Mit dem Cursor fahren Sie in das jeweilige Menüfeld und klicken es mit der linken Maustaste an.

## 5. Das Hauptmenü/Betrieb

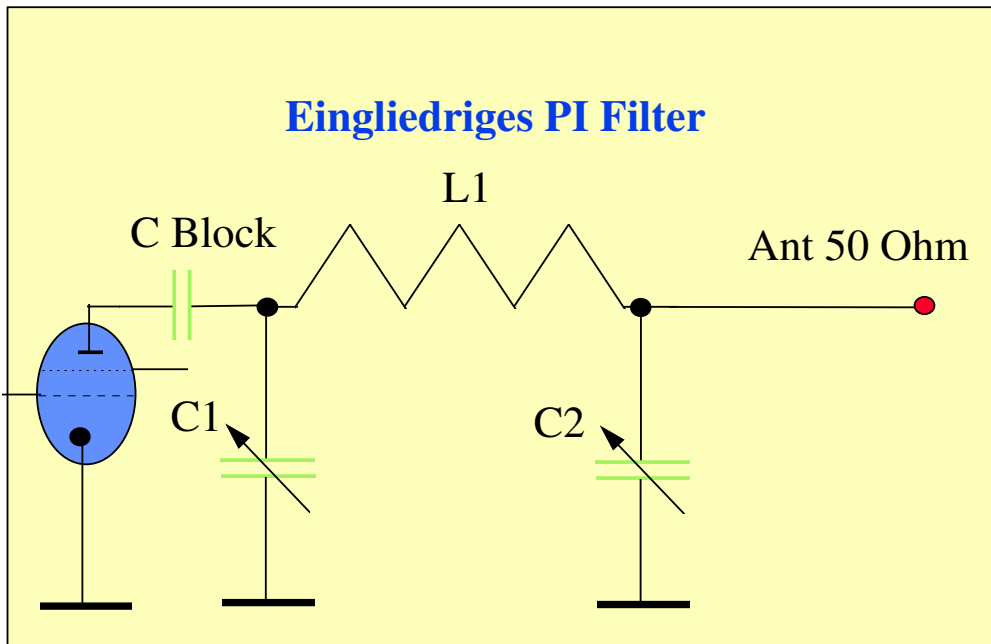


Bild 1: Hauptmenü

Das Programm stellt die abgebildeten Optionen zur Verfügung:

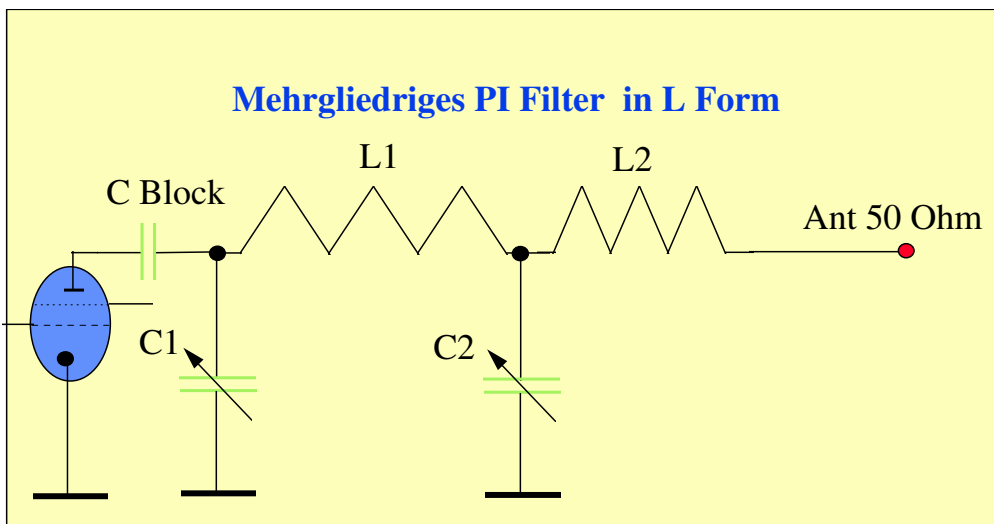
### PI-Filter einfach

Berechnet ein normales PI-Filter mit einer Induktivität sowie die Daten der notwendigen Drehkos und die zu erwartenden Ströme/Spannungen einschließlich der Verluste. Alle Berechnungen gehen davon aus, dass der Ausgangswiderstand des PI-Filters 50 Ohm beträgt. Siehe auch die nachfolgende Abbildung. Einzugeben sind immer die Werte von  $U_a$  und  $I_a$  bei Volllaststeuerung, also bei Dauerträger. Der Output wird auf der Basis eines Wirkungsgrades von 55% ermittelt. Die Tankkreisimpedanz ist der Außenwiderstand der Röhre ( $R_a$ ) und damit auch Eingangsimpedanz des PI-Filters.



#### PI-Filter mehrfach

Berechnet die Daten für ein mehrgliedriges PI-Filter mit zwei Induktivitäten. Dabei wird vom Ausgangswiderstand der Röhre beginnend, die erste Induktivität für eine Anpassung auf 300 Ohm berechnet und danach die zweite von 300 Ohm auf 50 Ohm. Die Oberwellenunterdrückung eines PI-L Filters ist ca. 15-20 dB höher als beim einfachen.



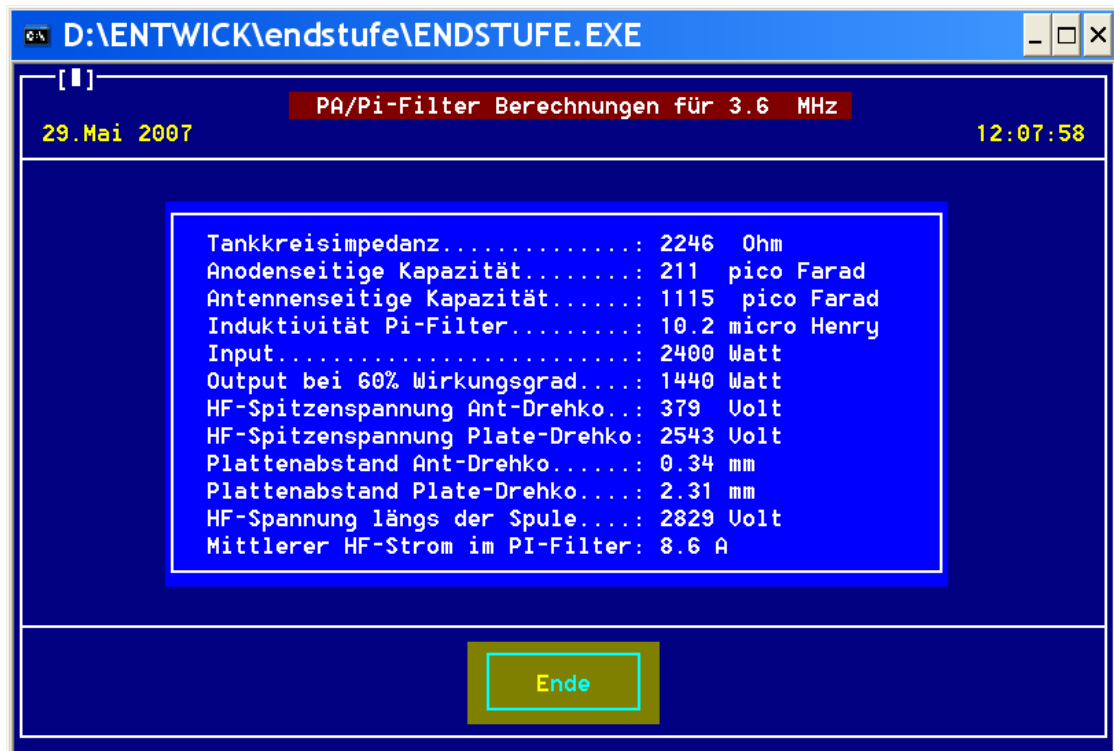


Bild 2: Berechnung eines eingliedigen PI-Filters

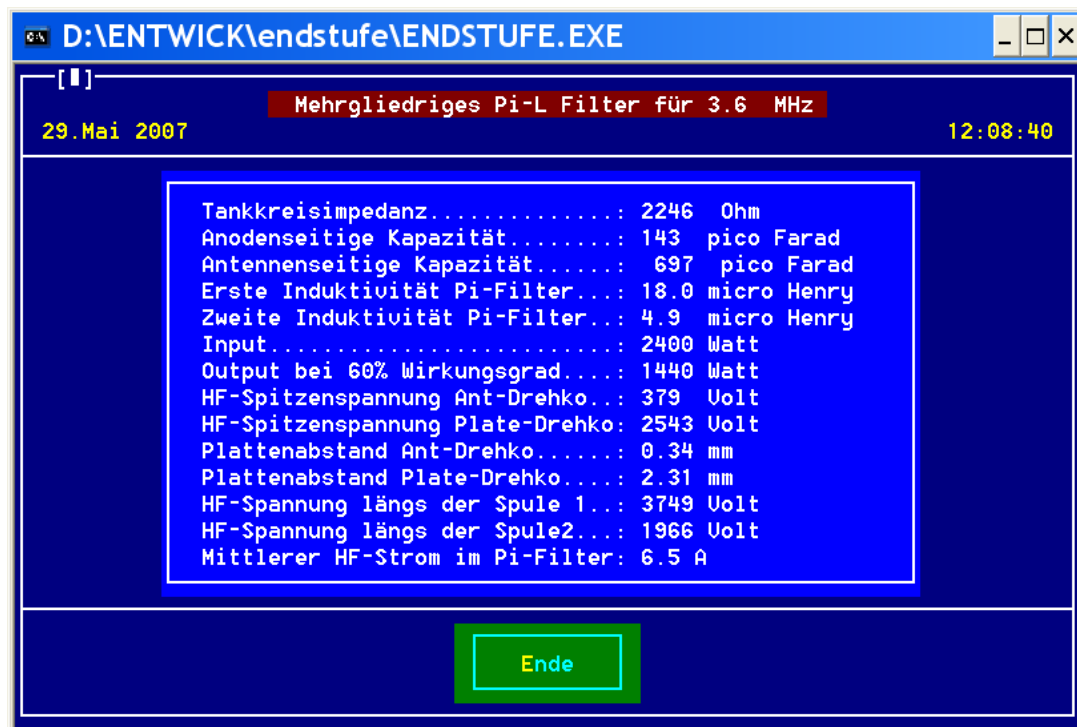


Bild 3: Berechnung eines mehrgliedrigen PI-Filters

### Pi-Filter Tiefpass

Berechnet ein PI-Filter als z.B. als Tiefpass, oder für einen Antennentuner. Eingangs - und Ausgangsimpedanzen können frei gewählt werden.

### Drehko berechnen

Hier werden nach Abfrage der entsprechenden Daten die Kapazität und die mechanische Länge von selbst gebauten Drehkos ermittelt. Für Bastler die richtige Funktion, weil es bei Ebay Anbieter von Rotor- und Statorplatten gibt. Für die notwendige Berechnung der Fläche einer Platte durch das Programm nehmen Sie eine der halbrunden Rotorplatten und messen den Radius in cm.

### Reaktanz C pf

Berechnet die Reaktanz ( Blindwiderstand) eines Kondensators in Ohm

### Reaktanz L uH

Berechnet die Reaktanz einer Induktivität.

### Weiter

Ruft das nachfolgende Menü auf:

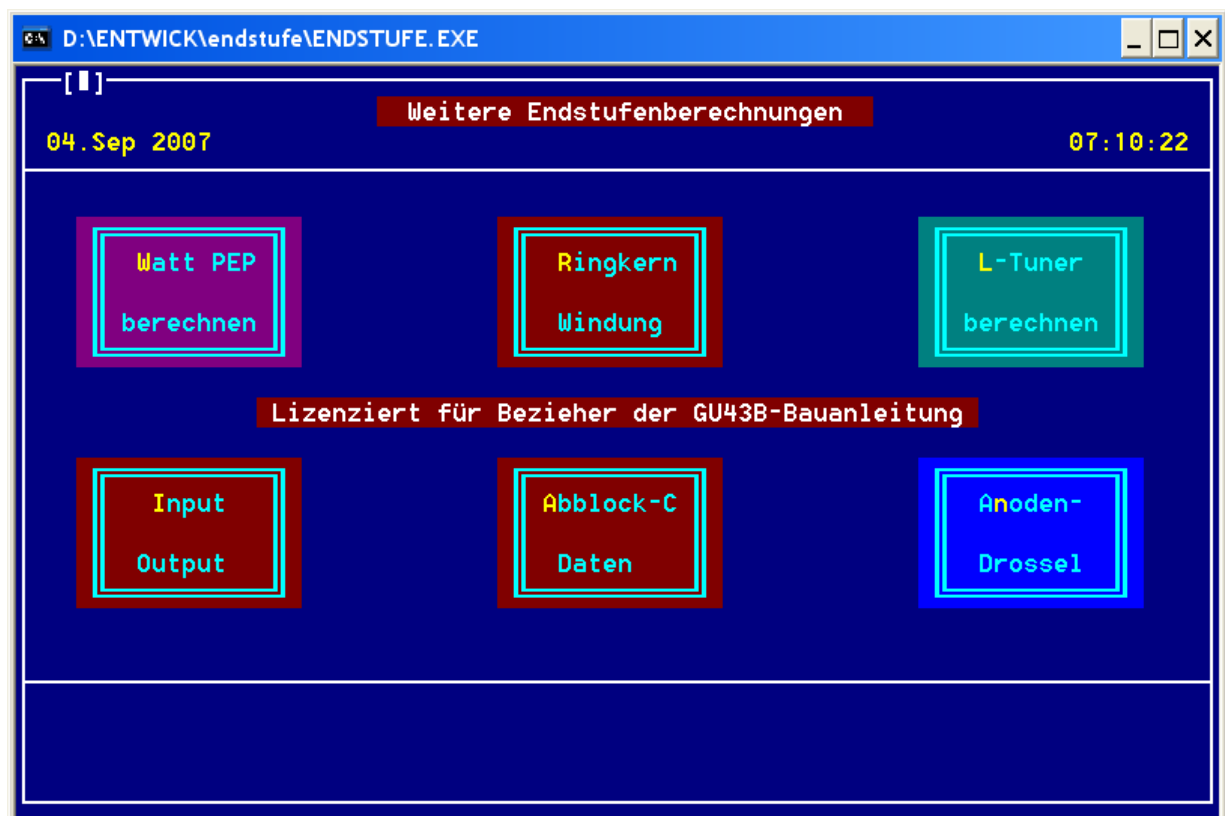


Bild 4: Untermenü



## **Optionen des Untermenüs:**

### **Watt-PEP**

Berechnet die Ausgangsleistung in PEP. Dazu ist die Leistung, bei Dauerträgersaussendung die Leerlaufanodenspannung im Ruhezustand und die Anodenspannung bei Dauerträgersaussendung einzugeben.

### **Output/Input maximal**

Berechnet anhand der Anodenverlustleistung der Röhre und des Wirkungsgrades der PA den höchstmöglichen Output bei der die Röhre noch nicht überlastet wird.

Berechnet anhand der Anodenverlustleistung der Röhre und des Wirkungsgrades der PA den höchstmöglichen Input.

### **Abblock-C Werte**

Berechnet die höchstzulässige Reaktanz des Abblockkondensators sowie den Kapazitätswert in pf, den er auf dem 160 m Band mindestens haben muss. Auf allen anderen Bändern ist das C dann ausreichend weil die Reaktanz mit zunehmender Frequenz sinkt.

Berechnet außerdem den Stromfluss in mA, der im ungünstigsten Fall (29 MHz-Band) durch den Abblockkondensator fließt. Dazu muss u.a. die Ausgangskapazität der Röhre (Datenblatt) bekannt sein.

### **Anoden Drossel**

Berechnet die minimale Reaktanz der Anodendrossel und deren Induktivität in  $\mu\text{H}$ , die sie auf dem 160m Band zwingend haben muss. Auf den anderen Bändern ist der Blindwiderstand dann wesentlich höher und somit ausreichend.

### **L-Tuner berechnen**

Berechnet einen zur vorgestellten Endstufe passenden L-Tuner, der besonders wenig Verluste hat. Im Vergleich zu den handelsüblichen T-Tunern, mit ca. 20-30% Verlusten, muss man beim L-Tuner nur mit 1-4% Verlusten rechnen. Für den L-Tuner gibt es eigene Bauanleitung. Bitte nachfragen.

### **Ringkern Windung**

Berechnet die Windungszahl für Ringkerne, dazu den AL Wert des Kerns eingeben und die gewünschte Induktivität in  $\mu\text{H}$ .

## **6 Copyright / Haftungsausschluss**

Dieses Programm ist ein reines Hobbyprodukt. Ich hafte nicht für Schäden, die durch den Gebrauch dieses Programmes an anderen Programmen an Computern an anderen Sachen oder Personen entstehen.

### **6.1 Lizenzbestimmungen**

An allen Programmteilen besitze ich das ausschließliche Urheberrecht. Das Programm ist lizenziert für Bezieher der Bauanleitung Endstufe GU43B und Besteller der Jahrgangs CD 2007 des FA.

## **7 Literaturhinweise/Fundstellen**

Einzelheiten über die deutschsprachige Literatur in Zusammenhang mit Amateurfunksatelliten und Kurzwellenbetrieb erfahren Sie auf meiner Internetseite:

<http://www.dc9zp.homepage.t-online.de>

## 7.1 Bauanleitungen für KW-Projekte

Info über die Bauanleitung für eine KW-PA mit der russischen Röhre GU43B sowie Hinweise für Bauanleitungen anderer KW-Projekte finden Sie unter:

<http://www.dc9zp.hompage.t-online.de/kurzwelle.htm>

### Endstufenprojekt GU43B



DC9ZP

## Projektvorstellung GU43 PA

KW-Endstufen hoher Leistung mit Röhren sind immer noch bevorzugte Bastelobjekte. Funkamateure, die mit der Röhrentechnik aufgewachsen sind, haben sicherlich im Laufe ihres Lebens eine oder mehrere PA selbst gebaut oder sich zumindest mit der Technik auseinander gesetzt. Röhrendstufen sind immer noch aktuell, sie lassen sich auch mit nur durchschnittlichen mechanischen Fähigkeiten ohne Drehbank und sonstiges Spezialwerkzeug relativ preiswert bauen.

Man soll sich aber keinen Illusionen hingeben. Erstens ist der Umgang mit der unvermeidlichen Hochspannung nicht jedermanns Sache und nichts für Anfänger, zweitens ist ein solches Projekt nicht zwischen Tür und Angel zu erledigen. Man muss viel Zeit einplanen, wobei der Löwenanteil für die Beschaffung der notwendigen Teile verbraucht wird.

Um es auch finanziell auch auf den Punkt zu bringen: der Selbstbau von Endstufen rechnet sich betriebswirtschaftlich nur, wenn man seine eigene Arbeitszeit zum Nulltarif bewertet und den Erfahrungsgewinn, auch bei Fehlschlägen, als Nutzen verbucht.

Man kann seine PA detailliert im Voraus planen, stellt dann aber fest, dass gerade die Traum-Röhre(n), passende Drehkos oder andere Teile nicht beschaffbar - oder zu teuer sind. Daher ist zunächst eine Marktsichtung erforderlich, die darin besteht, dass man Amateurfunkflohmärkte besucht und in Ebay die Angebote in der Rubrik Amateurfunk sichtet. Bei der Röhrenbeschaffung muss man darauf achten, dass für den Röhrentyp noch ausreichend Ersatz auf dem Markt ist, denn Röhren sind nun mal Verschleißteile. Die hier gewählte russische GU43B ist noch in hoher Anzahl zu zivilen Preisen (35-75 Euro, neu) auf Flohmärkten oder im Internet[15][25][26] erhältlich, man decke sich mit mindestens 3 Exemplaren ein. Bei der Beschaffung über das Internet sollte man im eigenen Interesse darauf achten, dass die Quellen zumindest in der EU angesiedelt sind (Beispiel YL2QM [26]), dann werden Überweisungen ins Ausland nicht so teuer, die Versandkosten halten sich in Grenzen und man bewegt sich nicht in rechtsfreien Räumen.

Insgesamt empfiehlt es sich also zunächst die Beschaffung der Einzelteile in Angriff zu nehmen und dann die Detailplanung anzugehen.

**Hier soll eine leistungsfähige, aber mit einfachen Mitteln und normalem Werkzeug erstellte PA mit der russischen Tetrode GU43B vorgestellt werden. Die Röhre hat eine Anodenverlustleistung von 1000 Watt, kann mit einer Anodenspannung bis zu 3300 Volt betrieben werden und zieht dabei bis zu 1 A Anodenstrom[5]. Die PA ist so ausgelegt, dass Dauerstrichaussendungen, wie z.B. bei RTTY mit den in Deutschland erlaubten 750 Watt ohne besonderen Stress für alle Bauteile möglich sind, was angesichts der Röhrendaten nicht verwundert.**

Zur Berechnung der PI-Filterkomponenten, Drosseln, Spulen, Drehkondensatoren, Reaktanzen steht das Programm „ENDSTUFE.EXE“[3] zur Verfügung, dass der Anleitung beigelegt ist. Mit dem Programm habe ich auch den PA-Prototypen berechnet. In den einzelnen Stücklisten der Schaltpläne sind die Bezugsquellen angegeben, die ich genutzt habe.



**Bild 1: Die PA links und das Netzteil rechts im Partner Look.**

## INHALTsverzeichnis Bauanleitung PA GU43B

1.	PROJEKTVORSTELLUNG	6
2.	DAS NETZTEIL	8
2.1	Komponenten	8
2.2	Blockschaltbild NT	8
2.3	Leistungsmerkmale Dauerstrich/PEP	8
2.4	Netzteilkonfiguration	9
2.4.1	Gleichrichterdiode n kaskadieren	9
2.4.2	Elkos in Reihe schalten	9
2.4.3	Trafos in Reihe schalten	10
2.4.4	Schaltbild 1 Netzteil	10
2.4.5	Stückliste zu Schaltbild Netzteil	11
2.4.6	Stromstoßschutz mit Industriezeitrelais	11
2.4.7	Schaltbild Stromstoßschutz	12
2.5	Die Gitter 2-Spannung im Netzteil	13
2.5.1	Stabilisierung	13
2.5.2	Schutz vor Überstrom und Überspannung	14
2.5.3	Maßnahmen bei negativem Schirmgitterstrom	14
2.5.4	Schaltbild Schirmgitterspannung	15
2.5.5	Stückliste zu Schaltbild G2-Spannung	15
2.6	Das Steuergitter und seine negative Vorspannung	15
2.6.1	Zenerdiodenstabilisierung	15
2.6.2	Umschaltbare Vorspannungen für A/AB/C-Betrieb	16
2.6.3	Schaltbild Steuergittervorspannung	16
2.6.4	Stückliste zu Schaltbild G1-Vorspannung	17
2.6.5	Stufenlose Regelung der Vorspannung	17
2.7	Zusätzliche Sicherheitseinrichtungen im Netzteil	18
2.7.1	Glitch-Widerstand	18
2.7.2	Berührungsschutz und Entladung der Elko bänke	18
2.7.3	Spannungsspitzen (Surge Protection)	18
2.8	Bemerkungen zum Dauerstrichbetrieb	18
3.	ELEKTRONIK IN DER PA	19
3.1	Der Heiztransformator	19
3.2	Die Sicherheitselektronik	19
3.3	Blockschaltbild PA	20
3.4	Schutz des Schirmgitters	20
3.4.1	Schaltbild G2-Sicherheit	21
3.4.2	Stückliste Schaltbild Schirmgitterschutz	21
3.5	Schutz vor Ausbleiben der G1 Vorspannung	21
3.5.1	Schaltbild G1-Schutz	22
3.5.2	Stückliste Schaltbild Ausfallschutz G1-Vorspannung	22
Schaltbild 6a: Variante mit einem PNP-Transistor		22
3.6	PTT-Schaltung und Relais	23
3.6.1	Relaisauswahl und Relais-Timing	23
3.6.2	Bistabile Relais und /oder Vakuumrelais	23
3.6.3	Schaltbild PTT	24
3.6.4	Stückliste Schaltbild PTT	24
Die Stromversorgung aus dem Heiztrafo		25
3.7.1	Strom für Vakuumrelais und Sicherheitselektronik	25
3.7.2	Druckluftversorgung	25
3.7.3	Schaltbilder 12/24 Volt Netzteil	26
3.8	Inrush-Schutz für Heiztrafo/Elektronik	27
3.9	Zeitverzögerte Einschaltung der Hochspannung	28
4.	DER HF-TEIL DER PA	29
4.1	HF-Schaltbild	29
4.2	Stückliste Schaltbild, HF-Teil PA	29
4.3	Der Eingangskreis	30

4.4	Der Anodenkreis	31	
4.4.1	UKW-Sperre	31	
4.4.2	Die Anodendrossel	31	
4.4.3	Sicherheitsdrossel gegen Hochspannungsdurchschlag		32
4.5	Das PI-Filter	33	
4.5.1	Amidon Ringkerne vorbereiten	34	
4.5.2	PI-Filter Berechnungsgrundlagen		34
4.5.3	Auslegung der Drehkondensatoren		36
4.5.4	Der handbetätigte Bandwahlschalter		37
4.5.5	Die Rollspulenalternative	38	
4.5.6	Vakuumrelais als Bandwahlschalter		38
4.5.7	Einige Bemerkungen zu Vakuumrelais		38
4.6	ALC oder nicht ALC	41	
5.	DIE RÖHRE	43	
5.1	Sockel und Kamin	43	
5.2	Alternativen zur GU43B	44	
5.2.1	Die polnische Version der GU43B		44
5.2.2	Die GU84B	44	
5.3	Die Grenzdaten der GU43B	45	
5.4	Diagramm Kühlluftbedarf	45	
5.5	Höchst zulässiger Input und maximaler Output		46
6.	GEHÄUSEAUFBAU/VERDRAHTUNG PA	47	
6.1	Gehäuse	47	
6.2	Verdrahtung	48	
6.2.1	Abblockung gegen HF	48	
6.2.2	Hochspannungsutensilien	48	
6.3	Messinstrumente und Anzeigen	49	
6.3.1	Anzeigen im Netzteil	49	
6.3.2	Anzeigen im PA-Gehäuse	49	
6.3.3	Kühlluftführung	49	
7.	TEST UND INBETRIEBNAHME	50	
7.1	Netzteil testen	50	
7.1.2	Inrush Schutzschaltung prüfen	50	
7.1.2	Netzteil einbrennen	50	
7.2	PA Test und Abgleich	51	
7.2.1	Test der Zeitrelais	51	
7.2.2	Röhre einbrennen	51	
7.2.3	Spannungen und LED-Anzeigen	51	
7.2.4	Test der Schutzschaltungen	51	
7.2.5	Sendetest	51	
8.	COPYRIGHT © UND HAFTUNGSAUSSCHLUSS	52	
9.	LITERATUR/FUND- UND BESCHAFFUNGSQUELLEN FÜR BAUTEILE		52
10.	GLOSSAR	53	
10.1	Vakuum HF- Relais Siemens VR 421	53	
10.2	Vakuum HF-Relais Siemens VR311	53	
10.3	Vakuum-Relais Siemens VR-121	54	
10.4	Dauerbelastbarkeit von Eisenpulver-Ringkernen in Watt bei ca. 25 Grad		54
10.5	Sättigung von Ferrit-/Eisenpulverkernen		54
10.6	Skin Effekt	54	

## 7.2 Literatur für den Satellitenfunk

Die nachfolgenden Bücher [1] und [2] sind über die AMSAT-DL - die E-Bücher [3-5] bei mir - beziehbar:

Anschrift AMSAT-DL:

**AMSAT-DL Warenvertrieb**  
**Martin Blanz**  
**Liegnitzer Str. 70**  
**71701 Schwieberdingen**  
**FAX : (+49) 07150 397978**  
**E-Mail: dl9sad@amsat.org**

**Internet : <http://www.amsat-dl.org/warenvertrieb>**

Hier einige Hinweise zum Inhalt der Bücher/E-Books:

### 7.2.1 Gedruckte Bücher

**[1] Manfred Maday, DC9ZP, "Grundlagen und Software für die Bahnberechnung von Satelliten", Marburg 1995**

**[2] Manfred Maday, DC9ZP, " Funkbetrieb über Satelliten, Tipps Berechnungen und Software für den Satellitennutzer“, 7. Auflage, Marburg 2007**

#### **Grundlagen der Bahnberechnung**

Buch[1] (160 Seiten) enthält ca. 100 Formeln in Zusammenhang mit der Bahnberechnung von Satelliten, wobei die Formeln direkt programmierbar sind. Im Buch sind Programmbeispiele in TURBO-PASCAL enthalten, es wird auch ein komplettes Satellitenprogramm mit Formeln der sphärischen Trigonometrie oder mit Vektorformeln zusammen mit, und für den Leser entwickelt.

Die mathematischen Grundlagen der Kepler-Elemente werden ausführlich dargestellt.

Zu dem Buch gibt es optional eine Begleitdiskette mit den Quellcodes und den lauffähigen Programmen. Bestellschein im Buch.

#### **Inhalt**

- + Die Keplerelemente, Ableitung
- + Die Berechnung der Bahnellipse
- + Die Berechnungen zur Bahnverfolgung
- + Dopplereffekt
- + Leistungsberechnungen



- + Sonnenwinkelberechnung und Squint
- + Satelliten im Erdschatten, Berechnung
- + Sonnenkoordinaten berechnen
- + QTH-Kenneralgorithmen
- + Programmierung mit Formeln der sphärischen Trigonometrie und Vektoralgorithmen.
- + Satellitenuilities, Umwandeln von Keplerdatensätzen mit Programmierung.
- + Astronomische Berechnungen
  - Mondberechnung
  - Sonnenberechnung
  - Grosskreisberechnungen

**Da dieses Buch bereits 1995 erschienen ist, kann es in Bezug auf AO-40/P3E nicht aktuell sein. Aktueller und umfangreicher ist das E-Buch (PDF-Datei) „Amateurfunksatelliten, Übersicht, Berechnung und Software für den Funkamateuer“,[4] das von mir bezogen werden kann.**

### **Funkbetrieb über Satelliten**

Buch [2] ( 176 Seiten,Stand 2007) enthält folgende Schwerpunkt-Kapitel:

- Antennen für den Satellitenfunk, Selbstbau + Software zur Berechnung von Antennen (auf ca. 45 Seiten ausführliche Darstellungen) mit Antennenkonzept für AO-40.
- Hardware für den Sat-Funk mit Berechnung von Endstufen etc.
- Vorstellung von Software für den Sat-Funk,
- Praxistips für den Selbstbau von Endstufen, einer Parabolantenne für 2400 MHz mit Konverter 13 cm / 2 m für Mode S des P3D-Sat.
- DX-Verbindungen und Diplome über Satelliten, Logbuchprogramme für Sat
- Auflistung aller Satelliten mit Frequenzen etc.

Zu diesem Buch gibt es eine Begleitdiskette mit den im Buch vorgestellten Programmen, einschl. Turbo-Pascal Quellcode.

### 7.2.2 E-Books als PDF-Datei

#### Übersicht:

**[3] Manfred Maday, DC9ZP , „Antennenbroschüre“. Die ultimative Anleitung für den Bau und die Berechnung von Satellitenantennen (PDF-Buch).**

**[4] Manfred Maday, DC9ZP , „Amateurfunksatelliten, Übersicht, Berechnung und Software “ (PDF-Buch).**

**[5] Manfred Maday, DC9ZP, " Funkbetrieb über Satelliten, Tipps Berechnungen und Software für den Satellitennutzer“ , 7. Auflage als PDF-Datei.**

#### Antennen für den Satellitenfunk, PDF Buch, Stand 2007

Die aktuelle Antennenbroschüre[3] ist bei mir als \*.PDF- Datei - zu lesen mit dem ACROBAT-Reader - einschließlich Software zur Antennenberechnung beziehbar.

Nachfolgend das Inhaltsverzeichnis:

##### I Antennen und Satellitenfunk

##### 1. Grundsatzfragen

- 1.1 Zirkulare Polarisation oder lineare ?
- 1.2 Downlink bevorzugt ?
- 1.3 Gewinn-Probleme mit 70 cm Kreuzyagis ?

##### 2. Eine zirkulare Langyagi für 435 MHz

- 2.1 Zirkulare Zusammenschaltung von 2 Langyagis
- 2.2 Anpassungsrechnung
- 2.3 Der Selbstbau von koaxialen Anpasstöpfen
- 2.4 Anpassung mit 75-Ohm Koaxkabeln
- 2.5 Tipps für die Montage
- 2.6 Antennenträgerfragen und Lösungen
  - 2.6.1 Glasfibersteifigkeit
  - 2.6.2 Glasfiberrohrersatz
  - 2.6.3 Handelsübliche Kunststoffrohre

##### 3. Zirkulare Antennen stocken

- 3.1 Stockungsabstand und Gewinn
- 3.2 Stockungsleitungen
- 3.3 Zirkulare Gruppen für 23 cm
- 3.4 Stockender Ausblick

##### 4. Helixantennen

- 4.1 Helix und Gewinnprobleme
- 4.2 Standardberechnungen zur Helix
- 4.3 Die Anpassung der Helix
- 4.4 Nutzenanwendungen
  - 4.4.1 Uplink-Antenne für 23 cm
  - 4.4.2 Test der Rundheit von Zirkularpolarisation anderer Antennen
  - 4.4.3 Helix und lineare Polarisation
  - 4.4.4 Die Helix als Feeder
  - 4.4.5 Helix im Topf
- 4.5 Zusammenfassung Helix
  
- 5. Parabolreflektoren berechnen und nutzen
  - 5.1 Gewinn und Wirkungsgrad
  - 5.2 Brennweite, Durchmesser und Schüsseltiefe beim klassischen Parabol
  - 5.3 Die Helix als Feeder
    - 5.3.1 Berechnung des Öffnungswinkels
    - 5.3.2 Freiraumdämpfung Mitte und Parabolrand
    - 5.3.3 Signaldämpfung bei Missweisung des Parabols
  
  - 5.4 Offset-Parabolantennen
    - 5.4.1 Einführung
    - 5.4.2 Geometrie der Offsetschüssel
    - 5.4.3 Offsetschüssel berechnen
    - 5.4.4 Feeder für Offsetschüsseln
    - 5.4.5 Strahlungszentrum Patchfeeder
    - 5.4.6 Ausleuchtung
    - 5.4.7 Grundsätze Patchantennen
    - 5.4.8 Patchfeeder berechnen
    - 5.4.9 Feeder ausrichten
    - 5.4.10 Brennweite kontrollieren und Sitz des Feeders prüfen
    - 5.4.11 Schüssel ausrichten
    - 5.4.12 Offset-Routinen im Programm "Leistung.exe"
  
- 6. Satellitenantennen für 10 m
  - 6.1 Antennenempfehlungen
  - 6.2 Eine zirkulare Antenne für 10 m
  - 6.3 Ein 3 Element Leichtbeam für 29.5 MHz
  - 6.4 Vorverstärker für 29 MHz
  
- 7. Koaxialkabel und Satellitenfunk
  - 7.1 Dämpfungsberechnung
  - 7.2 Vorverstärker und Kabeldämpfung
  
- 8. Entstörung von Antennen
  - 8.1 Entstörmaßnahmen

## 9. Kommerzielle Flachantennen

### 9.1 Planarantennen

#### 9.2 Eine 13 cm Planarantenne für AO-40

#### 9.3 Planarantennen zirkular zusammenschließen

## II Leistungsberechnungen für den Satellitenfunk

### 1. Grundsätzliches

### 2. Die Strahlungsleistung

### 3. Berechnung der Freiraumdämpfung

### 4. Atmosphärische Zusatzdämpfung

### 5. Energiebilanz Satellit - Bodenstation

### 6. Power-Flux-Density und Antennenwirkfläche

### 7. Energiebilanz Uplinkstrecke

### 8. Die Ermittlung der Empfangsrauschzahl

## III Antennen für AO-40 konzipieren

### 1. Die Bordantennen von AO-40

### 2. Uplinkvorgaben

### 3. Anforderungen für den Downlinkpfad

### 4. Antennenkonzeption für AO-40

### 5. Antennen ausrichten und justieren

#### 5.1 Nullstellung der Elevation prüfen

#### 5.2 Mit der Polarsternmethode Richtung prüfen

#### 5.3 Die elegante Methode mit der Antennensteuerung

#### 5.4 Die manuelle - softwareunterstützte - Methode

#### 5.5 Antike Methoden

### 6. Vorverstärker

#### 6.1 Anforderungen

##### 6.1.1 Rauschzahl

##### 6.1.2 Verstärkung

##### 6.1.3 Schaltleistung

##### 6.1.4 Wetterfestigkeit

#### 6.2 Zusammenfassung Vorverstärker

## IV Praxistipps für den Selbstbau

### 1. Eine Mode-S Empfangsanlage für AO-40

#### 1.1 Der 13 cm Konverter

#### 1.2 70 cm TX und die Antenne für Uplink

#### 1.3 2m RX als Nachsetzer

#### 1.4 Bauanleitung für die 13 cm Downlinkantenne

- 1.4.1 Offsetschüssel und Feeder berechnen
- 1.4.2 Feederhalterung und Brennpunkt
- 1.4.2 Konstruktion des Helixfeeders
- 1.5 S-Mode Betriebsvorbereitungen
- 1.5.1 Elevation justieren
- 1.5.2 Test mit AO-40
- 1.5.3 Sicherung des 2m TX
- 1.6 Patch-Feeder selbst bauen
- 1.7 Alternative Antennen für Selbstbaumuffel

- 2. Elevationsantennenrotor selber bauen
- 2.1 Einführung
- 2.2 Die Komponenten und ihr Zusammenwirken

- 3. Dreheinrichtungen für AO-40 Antennen
- 3.1 Elevation
- 3.2 Horizontale Nachführung
- 3.3 Automatische Steuerung

## V Die Begleitsoftware zur Antennenbroschüre

- 1. Optionen des Leistungsprogramms
- 1.1 Leistungsberechnungen
- 1.2 Antennenberechnungen, Optionen

## VI Abschlussinformationen

- 1. Copyright © und Haftungsausschluß
- 1.1 Lizenzbestimmungen
- 2. Literaturverzeichnis und Fundstellen
- 3. Hinweise zur AMSAT-DL
- 3. Hotline/Info
- Index

## **Amateurfunksatelliten, Übersicht, Berechnung und Software**

Das Buch[4] ist ebenfalls nur im PDF-Format als Datei - zu lesen mit dem Acrobat-Reader lieferbar. Es hat 298 Seiten und ist Stand 2007

### **Inhaltsverzeichnis:**

#### **I Satellitenübersicht**

- 1. Historische Daten
- 2. Die Frequenzen der Amateurfunksatelliten
- 3. Das Projekt AMSAT PHASE-3D
- 3.1 PHASE 3D Frequenzen

## **II Grundlagen der Satellitenbahnberechnung**

1. Die Kepler-Gesetze für Satelliten
  - 1.1 Bahnstörungen
  - 1.2 Bahnelemente
2. Die Epoch time
  - 2.1 Das Programm Epoch
3. Die Inklination
  - 3.1 Bestimmung
  - 3.2 Die sonnensynchrone Bahn
4. RA of Node
  - 4.1 Die Präzession
  - 4.2 Berechnung der täglichen Änderung
  - 4.3 Zusammenfassung
5. Die Exzentrizität
  - 5.1 Ableitung
  - 5.2 Störungen
6. Das Argument des Perigäums
  - 6.1 Apsidendrehung
  - 6.2 Bahn ohne Apsidenverlagerung
7. Die Mittlere Anomalie
  - 7.1 Berechnung der M
  - 7.2 AMSAT MA-Einteilung
  - 7.3 Zusammenfassung
8. Mean Motion ,Umlaufzeit, Große- und Kleine Halbachse
  - 8.1 Die Mean Motion (MM)
  - 8.2 Die Umlaufzeiten
  - 8.3 Formeln zur MM
  - 8.4 Die Halbachsen der Bahnellipse
9. Decay rate
  - 9.1 Generelle Auswirkungen des Drag
  - 9.2 Einfluss auf die Bahnelemente
  - 9.3 Zusammenfassung
10. Programm ELEMENTS.PAS
11. Epoch rev (Umlauf Nr.)
12. Spezielle Bahnstörungen bei PHASE-3D
  - 12.1 Bahnstörungen durch andere Himmelskörper
  - 12.2 Die Änderung von "ex" und "i" bei hohen Ellipsen
  - 12.3 Das Vorhersageprogramm P3D
  - 12.4 Programmlisting P3D.PAS

## **III Flugbahnwinkel und Polarkoordinaten**

1. Die Exzentrische Anomalie
  - 1.1 Die Keplergleichung zur E
  - 1.2 Die genaue Berechnung der E
  - 1.3 Die E überschlägig berechnen

- 1.4 Mittlere Anomalie aus E
- 2. Wahre Anomalie und Radiusvektor
  - 2.1 Normalfall
  - 2.2 Umkehrformeln
  - 2.3 Verhältnisse bei EQX und Perigäum
- 3. Das Programm EXANOMAL.PAS
  - 3.1 Ergebnisse beeinflussen
  - 3.2 Programmlisting EXANOMAL.PAS
  - 3.3 Eingaben und Anzeigen

#### **IV Subsatellitenpunkt und Bahnverfolgung**

- 1. Das Koordinatensystem der Erde
- 2. Die Breitenkoordinaten des SSP
  - 2.1 Geozentrische – und geographische Breite
  - 2.2 Rechengang zur geographischen Breite des SSP
- 3. Bestimmung der geographischen Länge des SSP
  - 3.1 Die Sternzeit
  - 3.2 Die einfache Berechnung der Sternzeit
  - 3.3 Genaue Berechnung
  - 3.4 Programmlisting GHAA.PAS
  - 3.5 Erläuterungen zum Sternzeitprogramm
- 4. Programmroutine zur SSP-Berechnung
- 5. Entfernungsberechnungen
- 6. Richtungsberechnung
  - 6.1 Die Gegenrichtung berechnen
- 7. Entfernung und Richtung mit QTH-Kennern
  - 7.1 Ableitung
  - 7.2 Praktische Anwendungen
  - 7.3 Programmbeispiel DISTANZ.PAS
  - 7.4 Programmablauf
- 8. Die Elevation des Satelliten

#### **V Weitere Bahn- und Satellitenparameter**

- 1. Bahnversatz
- 2. Aussichtsradius und Reichweite
- 3. Flughöhen und Bahngeschwindigkeit
- 4. Zurückgelegte Strecke
- 5. Zeitpunkt und Lage von EQX und Perigäum
  - 5.1 EQX und Perigäum
  - 5.2 Lage und Zeitpunkt des Apogäums
  - 5.3 Zusammenfassung
- 6. Dopplereffekt
  - 6.1 Prinzipieller Rechengang
  - 6.2 Berechnung mit der Zeitdifferenzmethode
- 7. Das Programm AUSWEITE.PAS

## **VI Leistungsbilanz Satellit-Bodenstation**

1. Grundsätzliches
2. Die Strahlungsleistung
3. Berechnung der Freiraumdämpfung
4. Atmosphärische Zusatzdämpfung
5. Energiebilanz Satellit - Bodenstation
6. Power-Flux-Density und Antennenwirkfläche
7. Energiebilanz Uplinkstrecke
8. Die Ermittlung der Empfangsrauschzahl
9. Programmlisting LEISTUNG.PAS
10. Hinweise zum Programm LEISTUNG.EXE
11. Grundlagen für AO-40 Leistungsberechnungen
  - 11.1 Die Antennen des PHASE 3-D Satelliten
  - 11.2 Uplinkvorgaben für eine Bodenstation
  - 11.3 Anforderungen an die Bodenstation für den Downlinkpfad
  - 11.4 Der Squint Winkel bei P3-D

## **VII Sonne und Satelliten**

1. Solarer Azimut, solare Elevation und Sonnenwinkel
  - 1.1 Berechnung mittels sphärischer Trigonometrie
  - 1.2 Formeln der Vektorberechnung
2. Satelliten im Erdschatten
3. Koordinaten der Sonne berechnen
  - 3.1 Die Sonnenbahn
  - 3.2 Erläuterungen zur Prozedur Rechner Sonne

## **VIII Satelliten und astronomischer Kalender**

1. Astronomische und geschichtliche Grundlagen
2. Die Julianische Tageszahl
3. Der AMSAT Tag
4. Umkehrfunktionen
5. Der Tag des Jahres
6. Den Wochentag berechnen
7. Tagesdifferenzen
8. Ostern und andere kirchliche Feiertage
  - 8.1 Der Ostertermin
  - 8.2 Von Ostern abhängige Feiertage
  - 8.3 Andere Ereignisse
9. Das Programm Kalender
  - 9.1 Programmlisting Hauptprogramm
  - 9.2 Die Kalenderunit
  - 9.3 Programmablauf
10. Das Programm AFUKAL.EXE
  - 10.1 Feiertage berechnen
  - 10.2 Datum in Jultag
  - 10.3 Jahrestag, laufend



- 10.4 Jultag in Datum
- 10.5 Tagesdifferenz
- 10.6 AMSAT-Tag in Datum
- 10.7 Lfd-Dat
- 10.8 Ende
- 10.9 Plausibilitäten bei der Eingabe

## **IX Ortszeit, Weltzeit, Sternzeit und Dynamische Zeit**

- 1. Ortszeit und Weltzeit
  - 1.1 Die Ortszeit
  - 1.2 Die Referenzzeit UT/UTC
  - 1.3 Zeitzonen
  - 1.4 Sonderlösungen der Ortszeit
  - 1.5 Berechnung der Zeitzone
  - 1.6 Ortszeit aus UTC
  - 1.7 UTC aus Ortszeit
  - 1.8 Ortszeit, UTC und Satellitenbahnberechnung
- 2. Die Sternzeit
  - 2.1 Der Sterntag
  - 2.2 Berechnung
- 3. Die Dynamische Zeit
- 4. Hinweise zum Programm ZEIT.EXE
  - 10.1 Programmlisting

## **X Programmierung eines Sat-Programms**

- 1. Anforderungen an Satellitensoftware
  - 1.1 Echtzeitberechnung und Antennensteuerung
  - 1.2 Genaue Rechenergebnisse
  - 1.3 Grafische und numerische Darstellung
- 1.4 Ausdruck von Tages- und Monatslisten
- 1.5 Berechnung jedes Satelliten für jedes QTH
- 1.6 Reichweite und Aussichtsweite
- 1.7 Einfache Erneuerung der Satellitendaten
- 1.8 Unterstützung anderer Funktionen
- 2. Wo ist der Satellit ?
- 3. Struktur des Programms MMSAT
- 4. Das UNIT-Konzept von MMSAT
  - 4.1 Die mathematische UNIT
  - 4.2 Die Unit GLOBAL
  - 4.3 Die Satunit
- 4. Das Hauptprogramm MMSAT.PAS
  - 4.1 Programmablauf
  - 4.2 Startmenü
  - 4.3 Echtzeitmodus
  - 4.4 Ausgaben im Echtzeitmodus
  - 4.5 Berechnung für einen bestimmten Zeitpunkt

## **XI Ein professionelles Satellitenprogramm**

1. Programmübersicht
  - 1.1 EME , Antennenroutinen und QTH-Kennerberechnung
  - 1.2 Logbuchführung und Dateiverwaltung
  - 1.3 Grafikunterstützung
  - 1.4 Rotorsteuerung
  - 1.5 Genauigkeit der Routinen
2. Betrieb unter DOS, Windows, Windows-NT und OS/2
  - 2.1 Technische Hinweise
  - 2.2 Zeitroutinen
  - 2.3 Vorbereitung zum Start
3. Startoptionen
  - 3.1 Normalstart
  - 3.2 Optimierung für LCD Displays
  - 3.3 Sound an /aus
  - 3.4 Höhere Grafikauflösungen
  - 3.5 DECAY RATE ein /aus
  - 3.6 Keplerdaten automatisch mit dem Start einlesen
  - 3.7 Parametereingabe über die Kommandozeile
4. Die Benutzeroberfläche
  - 4.1 Schaltfelder
  - 4.2 Menügrundsätze
  - 4.3 Eingaberegeln
  - 4.4 Mausbedienung
5. Das Startmenü
  - 5.1 Satelliten
  - 5.2 Logbuch
  - 5.3 Mond-EME
  - 5.4 Antennen
  - 5.5 QTH-Kenner
  - 5.6 Dateiverwaltung
  - 5.7 Kep-Daten
  - 5.8 Konfiguration
6. Satellitenbahnberechnung
  - 6.1 Optionen des Satellitenmenüs
  - 6.2 Satelliten-Auswahlmenü
  - 6.3 Optionen zur Satellitenberechnung
7. Satellitenbahnberechnung Spezial
  - 7.1 Erster Anzeigeschirm
  - 7.2 Der zweite Anzeigebildschirm
  - 7.3 Dritte Anzeige
  - 7.5 Eingabe der Kepler-Elemente für Satelliten
  - 7.6 Der Listenmanager
  - 7.7 Listen auf dem Bildschirm
8. Logbuchführung

- 8.1 QSO-Daten eingeben
- 8.2 Logbuch Liste
- 8.3 Logbuch drucken
- 8.4 Call/ QSO suchen
- 8.5 QSO-Nr suchen
- 8.6 Beliebig suchen
- 8.7 Aufkleber für QSL-Karten drucken
- 8.8 Löschen von QSO's
- 8.9 Neue Logbuch-Datei wählen
- 8.10 QTH-Daten
- 9. Mondberechnung EME
  - 9.1 Einführung
  - 9.2 Liste Monitor
  - 9.3 Echtzeit rechnen
  - 9.5 Mond für Datum
  - 9.6 Grafik Echtzeit
  - 9.7 Jahresliste
- 10. Antennenberechnung
  - 10.1 Z-Berechnung
  - 10.2 KoaxTrafo
  - 10.3 Stockungsleitungen
  - 10.4 Parabolreflektor
  - 10.5 Yagi Gewinn
  - 10.6 Stocken Yagi
  - 10.7 Helix berechnen
  - 10.8 Koaxkabel Dämpfungen
- 11. QTH-Kennerberechnungen
  - 11.1 QTH-Grafik
  - 11.2 Loc aus geogr Koord
  - 11.3 Koord aus QTH-Loc
  - 11.4 Distanz Richtung
  - 11.5 Großkreis berechnen
  - 11.6 Kontest abrechnen
- 12. Dateiverwaltung
  - 12.1 Dateneingabe und Maskenerstellung
  - 12.2 Datensätze nach Index suchen
  - 12.3 Datensätze suchen/ändern/editieren
  - 12.4 Datensätze ausdrucken
  - 12.5 Datensätze über Bildschirm anzeigen
  - 12.6 Dateifelder auflisten (Browse Funktion)
  - 12.7 Adressenaufkleber drucken
  - 12.8 Neue Datei wählen -DateiNeu-
  - 12.9 Datei löschen

## **XII Informationen und Hinweise**

- 1. Inhaltsverzeichnis der Programmdiskette

- 2. Copyright
  - 3. Literaturverzeichnis und Fundstellen
  - 4. Hinweise zu Formeln und Routinen
    - 4.1 Verwendete Variablen und Formelzeichen
    - 4.2 Formelübersicht
  - 5. Hinweise zur AMSAT-DL
- Stichwortverzeichnis

## **Funkbetrieb über Satelliten, E-Buch, Stand 2007**

Das Buch ist ebenfalls nur im PDF-Format als Datei - zu lesen mit dem Acrobat-Reader lieferbar. Es hat ca. 219 Seiten.

### **Inhaltsverzeichnis**

#### **I Antennen und Satellitenfunk**

- 1. Grundsatzfragen
  - 1.1 Zirkulare Polarisierung oder lineare ?
  - 1.2 Downlink bevorzugt ?
  - 1.3 Gewinn-Probleme mit 70 cm Kreuzyagis ?
- 2. Eine zirkulare Langyagi für 435 MHz
  - 2.1 Zirkulare Zusammenschaltung von 2 Langyagis
  - 2.2 Anpassungsrechnung
  - 2.3 Der Selbstbau von koaxialen Anpassstücken
  - 2.4 Anpassung mit 75-Ohm Koaxkabeln
  - 2.5 Tipps für die Montage
  - 2.6 Antennenträgerfragen und Lösungen
    - 2.6.1 Glasfestersteifigkeit
    - 2.6.2 Glasfaserrohrersatz
    - 2.6.3 Handelsübliche Kunststoffrohre
- 3. Zirkulare Antennen stocken
  - 3.1 Stockungsabstand und Gewinn
  - 3.2 Stockungsleitungen
  - 3.3 Zirkulare Gruppen für 23 cm
  - 3.4 Stockender Ausblick
- 4. Helixantennen
  - 4.1 Helix und Gewinnprobleme
  - 4.2 Standardberechnungen zur Helix
  - 4.3 Die Anpassung der Helix
  - 4.4 Nutzanwendungen
    - 4.4.1 Uplink-Antenne für 23 cm
    - 4.4.2 Test der Rundheit von Zirkularpolarisation anderer Antennen
    - 4.4.3 Helix und lineare Polarisation
    - 4.4.4 Die Helix als Feeder
    - 4.4.5 Helix im Topf

- 4.5 Zusammenfassung Helix
- 5. Parabolreflektoren berechnen und nutzen
  - 5.1 Gewinn und Wirkungsgrad
    - 5.1.1 Gewinn und Öffnungswinkel eines Parabols
    - 5.1.2 Signaldämpfung bei Missweisung des Parabols
  - 5.2 Brennweite, Durchmesser und Schüsseltiefe
    - 5.2.1 Das Phasenzentrum
    - 5.2.2 Brennweite bestimmen
  - 5.3 Feeder berechnen
    - 5.3.1 Berechnung des Feeder-Öffnungswinkels
    - 5.3.2 Die Helix als zirkularer Strahler
    - 5.3.3 Parabolroutinen im Programm Leistung.exe
  - 5.4 Offset-Reflektoren
    - 5.4.1 Einführung
    - 5.4.2 Geometrie der Offsetschüssel
    - 5.4.3 Offsetschüssel berechnen
    - 5.4.4 Feeder für Offsetschüsseln
    - 5.4.5 Phasenzentrum Patchfeeder
    - 5.4.6 Ausleuchtung
    - 5.4.7 Grundsätze Patchantennen
    - 5.4.8 Patchfeeder berechnen
    - 5.4.9 Patchfeeder und  $f/D$ -Verhältnis
    - 5.4.10 Feeder ausrichten
    - 5.4.11 Brennweite kontrollieren und Sitz des Feeders prüfen
    - 5.4.12 Antennenrauschtemperatur
    - 5.4.13 Schüssel ausrichten
    - 5.4.14 Offset-Routinen im Programm "Leistung.exe"
- 6. Satellitenantennen für 10 m
  - 6.1 Antennenempfehlungen
  - 6.2 Eine zirkulare Antenne für 10 m
  - 6.3 Ein 3 Element Leichtbeam für 29.5 MHz
  - 6.4 Vorverstärker für 29 MHz
- 7. Koaxkabel und Dämpfungsberechnung
  - 7.1 Dämpfungsberechnung
  - 7.2 Vorverstärker und Kabeldämpfung
- 8. Leistungsberechnungen für den Satellitenfunk
  - 8.1 Grundsätzliches
  - 8.2 Die Strahlungsleistung
  - 8.3 Berechnung der Freiraumdämpfung
  - 8.4 Atmosphärische Zusatzdämpfung
  - 8.5 Energiebilanz Satellit - Bodenstation
  - 8.6 Power-Flux-Density und Antennenwirkfläche
  - 8.7 Energiebilanz Uplinkstrecke
  - 8.8 Die Ermittlung der Empfangsrauschzahl
- 9. Antennen der Bodenstation für AO-40 konzipieren
  - 9.1 Die Bordantennen von AO-40

- 9.2 Uplinkvorgaben
- 9.3 Anforderungen für den Downlinkpfad
- 9.4 Antennenkonzeption für AO-40
- 9.5 Kommerzielle Flachantennen für AO-40
  - 9.5.1 Planarantennen
  - 9.5.2 Eine 13 cm Planarantenne für AO-40
  - 9.5.3 Planarantennen zirkular zusammenschließen
- 10. Antennen ausrichten und justieren
  - 10.1 Die Polarsternmethode
  - 10.2 Die elegante Methode mit der Antennensteuerung
  - 10.3 Die manuelle - softwareunterstützte - Methode
  - 10.4 Antike Methoden
- 11. Entstörung von Antennen
- 12. Das Programm Leistungs.exe
  - 12.1 Optionen des Leistungsprogramms
- 1.1 Leistungsberechnungen
- 1.2 Antennenberechnungen, Optionen

## II Die Hardware im Satellitenshack

- 1. Station für Uplink und Downlink
  - 1.1 Die Standardstation für OSCAR 10
  - 1.2 Der Einstieg für AO-40
    - 1.2.1 70cm Uplink und 13 cm (2400 MHz) Downlink
    - 1.2.2. 2m Uplink und 13 cm Downlink
  - 1.3 Strahlungsleistung, Hinweise und Berechnung
  - 1.4 Kombigeräte
  - 1.5 Empfänger
  - 1.6 Rotorsteuerung
- 2. PC für Satellitenberechnungen
  - 2.1 Grundsätzliche Anforderungen
    - 2.1.1 Keine Störsignale auf den über S3 auf den Downlinkbändern
    - 2.1.2 Einstrahlungsfest für die Uplinkbänder
    - 2.1.3 Echtzeitsatellitenberechnung obligatorisch
    - 2.1.4 Ausreichende Leistung
    - 2.1.5 Ergonomische Mindestforderungen erfüllt
  - 2.2 Maßnahmen zur Entstörung
    - 2.2.1 Die Suche der Ursache
    - 2.2.2 Problemlösung
  - 2.3 Fazit : Der ideale PC
- 3. Vorverstärker (VV)
  - 3.1 Anforderungen
    - 3.1.1 Rauschzahl
    - 3.1.2 Verstärkung
    - 3.1.3 Schaltleistung
    - 3.1.4 Wetterfestigkeit
  - 3.2 Zusammenfassung Vorverstärker

- 4. Endstufen im Satellitenfunk
  - 4.1 Dimensionierung und Berechnung
  - 4.2 Entscheidungshilfen zur Beschaffung
  - 4.3 Röhren- oder Transistor PA ?
  - 4.4 Die Mehrband PA
  - 4.5 Netzteilhinweise
  - 4.6 PA-Fazit
- 5. Das Programm EIRP.PAS
  - 5.1 Optionen des Menüs
  - 5.2 Programmlisting
- III SoftwareTipps
  - 1. Mindestforderungen an die Software
    - 1.1 Echtzeitberechnung
    - 1.2 Genaue Rechenergebnisse
      - 1.2.1 Berücksichtigung der Decay-Rate
      - 1.2.2 Interne Rechengenauigkeit
      - 1.2.3 Zeitkonfigurationsfehler
      - 1.2.4 Fazit
    - 1.3 Grafische und numerische Darstellung
      - 1.3.1 Dopplerberechnung
    - 1.4 Ausdruck von Tages- und Monatslisten
    - 1.5 Berechnung jedes Satelliten für jedes QTH
    - 1.6 Einfache Erneuerung der Satellitendaten
    - 1.7 Unterstützung anderer Funktionen
  - 2. Das Programm Grafsat
    - 2.1 Einführung
    - 2.2 Startoptionen
    - 2.3 Handhabung des Programms
  - 3. Spezielle Programme
    - 3.1 Ein Rtty Programm für Satelliten
    - 3.2 Packet-Radio Satellitenprogramm
      - 3.2.1 Satellitenbahnberechnung
    - 3.3 SSTV
- IV Praxis Tipps für den Selbstbau
  - 1. Eine 2 x 2C39 Endstufe für 70 cm Uplink
    - 1.1 Erzeugung der Vorspannung
    - 1.2 Anodenspannung und Ausgangsleistung
    - 1.3 Ein - und Auskopplung
    - 1.3 Gehäuse und Lüfter
    - 1.4 Befestigung der Röhren
    - 1.5 Abgleich und Inbetriebnahme
    - 1.6 Betrieb der Endstufe
    - 1.7 Stückliste
  - 2. Das Netzteil zur 2C39 Endstufe
    - 2.1 Transformator

- 2.2 Hochspannung aus 250 Volt
- 2.3 Schaltung und Bauteile
- 2.4 Inbetriebnahme
- 2.5 Stückliste Netzteil
- 3. Koaxkabeldämpfung gezielt einsetzen
  - 3.1 Ein Lastwiderstand (Dummyload) für UHF und höher
  - 3.2 Leistungen mit RG58U reduzieren
- 4. Endstufen parallel schalten
  - 4.1 Überlegungen und Berechnungen
  - 4.2 Mechanische Ausführung
  - 4.3 Vier Endstufen parallel schalten
- 5. Eine Mode-S Empfangsanlage für AO-40
  - 5.1 Einführung
  - 5.2 Der 13 cm Konverter
  - 5.3 70 cm TX und die Antenne für Uplink
  - 5.4 2m RX als Nachsetzer
  - 5.5 Bauanleitung für die 13 cm Downlinkantenne
    - 5.5.1 Offsetschüssel und Feeder berechnen
    - 5.5.2 Feederhalterung und Brennpunkt
    - 5.5.3 Konstruktion des Helixfeeders
  - 5.6 S-Mode Betriebsvorbereitungen
    - 5.6.1 Elevation justieren
    - 5.6.2 Test mit AO-40
    - 5.6.3 Sicherung des 2m TX
  - 5.7 Patch-Feeder selbst bauen
  - 5.8 Alternative Antennen für Selbstbaumuffel
- 6. Empfangspfad für 70 cm verbessern.
  - 6.1 Mode-J und Mode-VU
  - 6.2 Rauschzahl von 70 cm RX
  - 6.3 Lösungen
  - 6.4 Zustopfeffekt
  - 6.5 Vorverstärkeranordnung
- 7. Elevationsantennenrotor selber bauen
  - 7.1 Einführung
  - 7.2 Die Komponenten und ihr Zusammenwirken
  - 7.3 Dreheinrichtungen für AO-40
    - 7.3.1 Elevation
    - 7.3.2 Horizontale Nachführung
    - 7.3.3 Automatische Steuerung
- 8. Hinweise zum Programm Powersplit
  - 8.1 Das Hauptmenü
  - 8.2 Programmlisting P\_SPLIT.PAS
- V DX-Verbindungen über Satelliten
  - 1. Reichweite und Aussichtsweite
  - 2. DX-QSOs
  - 3. QSL-Austausch



- 4. Tipps zur Betriebstechnik in SSB
  - 4.1 Der CQ-Ruf
  - 4.2 Zuhören und suchen
  - 4.3 Das eigene Echo
  - 4.4 Der Kopfhörer
- 6. Logbuchführung
  - 6.1 Das Programm SATLOG.EXE
  - 6.2 Optionen des Hauptmenüs
  - 6.3 Technische Hinweise
- VI Diplome über Satelliten arbeiten
  - 1. Internationale Diplome
    - 1.1 Das DXCC Satellite
      - 1.1.1 Verleihungsbedingungen
      - 1.1.2 Antragsverfahren
    - 1.2 Das WAC Satellite der IARU
    - 1.3 Das WAS der ARRL
    - 1.4 Das VHF/UHF Century Club Award der ARRL
    - 1.5 Ein Diplom der JARL
    - 1.6 Das Firecracker Diplom der HARTS
    - 1.7 Das IARU Region 1 Award
    - 1.8 Das IARU Region III Award
    - 1.9 Das Solomon Island Award 4X44
  - 2. Die DARC DX-Diplome
    - 2.1 Europadiplom
    - 2.2 Worked All Europe
    - 2.3 Das Europa - DX-Diplom
  - 3. Diplome der AMSAT Nordamerika
    - 3.1 W4AMI Satellite Operator Achievement Award
    - 3.2 Satellite Communicators' Club
    - 3.3 OSCAR Satellite Communications Achievement Award
    - 3.4 OSCAR Sexagesimal Award
    - 3.5 OSCAR Century Award
    - 3.6 South Africa AMSAT Satellite Communications Achievement Award
- 4. Die Diplomauskunft der DIG
- 5. Das QTH-Kennerprogramm
  - 5.1 Funktionen des Hauptmenüs
  - 5.2 Grafik und Dateneingabe
- VII Satelliteninformationen
  - 1. Historische Daten
  - 2. Die Frequenzen der Amateurfunksatelliten
    - 2.1 Übersicht der betriebsfähigen Satelliten
    - 2.2 Satelliten mit Digitaltransponder
  - 3. Das Projekt AMSAT PHASE-3D (AO-40)
    - 3.1 AO-40 Frequenzen
  - 4. Die Raumstation ISS
- VIII Weitere Informationen

1. Begleitdiskette
  2. Copyright © und Haftungsausschluß
  3. Literaturverzeichnis und Fundstellen
  4. Hotline/Info
- Stichwortverzeichnis  
Bestellschein für die Begleitdiskette