

# Yagi Simulation: CAD-Software for Evaluation and Development

(A Case Study and Performance Report)

Rainer Bertelsmeier, DJ9BV\*  
Günter Hoch, DL6WU\*\*

(Part III)

## 4. Programmbeschreibung/Description of Programs

### 4.1. Bewertungsgrundlagen für die Softwarequalität

Um einen Vergleich der verschiedenen Programme zu ermöglichen, wird ein Klassifikationsschema angegeben, in dem die relevanten Eigenschaften der Simulationsprogramme beschrieben werden. Damit wird ein Vergleich ihrer Eigenschaften ermöglicht.

Die inhaltliche Beurteilung der Programme, d.h. der Vergleich der Simulationsergebnisse untereinander und in Relation zu Meßwerten folgt in Kapitel 5, Folge IV. Der Funktionsumfang bezüglich der Simulationsaufgabe wird in der Tabelle dargestellt. Die Erläuterung der einzelnen Funktionen ist dort zu entnehmen.

Im Punkt Leistungsumfang werden maximale Zahl der Elemente der zu simulierenden Yagi und die normierte Geschwindigkeit angegeben. Falls die Methode eine segmentierte Momentenmethode ist, wird angenommen, daß pro Yagielement 10 Segmente zur Modellierung benutzt werden. Die Geschwindigkeit wird an Hand einer 10 Element Testyagi ermittelt. Die Angabe erfolgt in Sekunden Rechenzeit.

Zur Beurteilung der Softwarequalität unter Software-Engineering Aspekten sind folgende Punkte relevant:

1. Benutzerinterface
2. Funktionsumfang
3. Fehlerbehandlung
4. Dokumentation

### 4.1. Guidelines for the Evaluation of Software Quality

For easy comparison of the different programs a classification scheme has been developed. All relevant properties of the programs are given in a table to allow quick comparison of features and functionality. But the validation of the programs in comparison to each other and real world measurements will be provided in Chapter 5, Part IV.

For comparison of simulation speed the calculation time is given for the case of a 10 element test yagi. In case of segmented moment method 10 segments are used per element (100 segments total). Time is given in seconds on a 16 MHz AT-386 with 387 coprocessor.

The software quality will be evaluated according to the following main categories:

1. Userinterface

\* Gluecksburger Str. 20, D-2000 Hamburg 50  
\*\* Gersprenzweg 24, D-6100 Darmstadt

2. Functional Properties
3. Error Handling
4. Documentation

#### 4.1.1 Benutzerinterface

Das einfachste Benutzer-Interface besteht darin, dem Programm die Simulationsaufgabe durch einen Eingabe-Datenfile mitzuteilen und nach Ablauf die Ergebnisse numerisch in einem Ergebnisfile einzusehen. Diese Art nennt man Stapelverarbeitung (Batch) und ist nicht Stand der Technik. Sie ist sehr schwierig zu bedienen und verlangt lange Einarbeitungszeiten des Benutzers. Die numerischen Simulationsergebnisse sind zudem schwierig zu interpretieren.

Zeitgemäße Benutzerinterfaces sind interaktiv und menügesteuert. Der Benutzer formuliert die Simulationsaufgabe in einer problemorientierten Darstellung am Bildschirm und erhält die Ergebnisse ebenfalls problemorientiert. D.h. die Ergebnisse werden als grafische Darstellungen (Richtdiagramm, VSWR versus Frequenz, Gewinn versus Frequenz) dargestellt. Die Befolgung folgender Regeln macht ein interaktives Benutzerinterface gut:

- Die Menüs sind hierarchisch strukturiert. Man geht vom Allgemeinen zum Speziellen vor.
- Gleiche Daten werden nicht mehrmals (in verschiedenen Menüs) erfaßt.
- Die Menüs sind adäquat, d.h. sie enthalten einerseits nicht Eingabefelder, die nicht zum Kontext gehören. Andererseits ist eine unnötige Aufspaltung von Eingabefeldern, die zu einem Kontext gehören, hinderlich.
- Jedes Menü oder Eingabefeld muß eindeutig verlassen werden können. Dazu gehören Abbruch, Zurückgehen und Weiterverzweigen.
- Die Bedeutung von Funktionstasten oder anderer speziellen Tasten darf sich in der Menühierarchie nicht ändern. Bedeutet z.B. <Escape> Abbruch einer Operation, muß das für alle Teile der Menühierarchie gelten.
- Standardwerte (Defaultparameter) werden getrennt erfaßt und gelten allgemein solan-

ge, bis sie verändert werden. Sie sind nach Neustart des Programms weiterhin verfügbar.

- Die Navigation im Menübaum erfolgt über Cursor-Tasten und Betätigung der <Return>-Taste oder besser über Anwahl mit einer Maus und anklicken.
- Eine Help-Funktion gibt dem Benutzer Auskunft über die Eingabefunktionen des jeweiligen Kontext, in dem er sich gerade befindet.
- Benutzereingaben von Werten müssen auf Validität überprüft werden. D.H. falsche Zahlen oder physikalisch sinnlose Werte müssen zurückgewiesen werden, um unnötige Programmläufe mit fehlerhaften Daten zu vermeiden.
- Ein Kontext-Speicher-Verfahren erleichtert die Navigation in Menübäumen. Das System speichert jeweils die letzte Selektion in jedem Pull-Up Menü im Menübaum. Das erleichtert die Bedienung bei Wiederholungen sehr.

Die Ergebnisdarstellung erfolgt über Grafiken und nicht über Zahlenkolonnen - Ein Bild sagt mehr als tausend Worte-. Jedes Ergebnis, seien es Zahlen oder Grafiken, muß auf Papier gedruckt oder noch besser auch als Datei zur späteren Verarbeitung gesichert werden können.

#### 4.1.1 User Interface

A simple user interface is a batch processing interface. The user edits a datafile, which contains the description of the simulation task, i.e. the yagi structure and the calculations requested. After running the software the results are stored in an output file, where one will find the results in numerical form.

A more adequate user interface is based on a bit mapped graphics-screen, which is in use on PCs and workstations. It's interactive and menu driven. The user can input his data in a problemoriented way and will get the results on the screen. For technical problems the software will display the results in form of graphs. The case of yagi simulation requires plots of patterns, gain versus frequency and so on.

An interactive user interface should be programmed according to the following rules:

1. The menus (screens) are structured hierarchically (Top down). When following the menu tree the user will proceed from general items to more detailed items.
2. Menus are adequate and not redundant: They provide or request exactly the information, which is needed in a certain problem context.
3. Each menu or input field can be entered, left and escaped with the same mechanism, for example special keys or function keys. The meaning of these special keys must not change over the whole menu tree.
4. Default values, which are relevant for a session, can be entered separately and are valid for a session. They can be stored on disk for later use.
5. Navigation in the menu hierarchy is performed by cursor keys or mouse click selection and activation by typing the <Return> key and/or a highlighted character.
6. In each menu the user can activate a help function, which gives advice for this special context.
7. All value or number inputs from the user must be validated by the software. Wrong numbers must not enter the system.
8. All results have to be displayed in a problemoriented fashion. Graphs are better than numbers.
9. All results and input data can be stored on disk for later use or modification
10. All results and input data can be printed

#### 4.1.2. Funktionsumfang

Der Funktionsumfang muß alle zur Problemstellung relevanten Funktionen umfassen. Bei der Problemstellung Yagisimulation gehören dazu:

- Geometrie: Mindestens planare Yagis (Alle Elemente in einer Ebene) mit Dipol als Strahler. Wünschenswert sind Mehrfach-Reflektoren und Yagigruppen.
- Elektrische Parameter: Die Ermittlung des Richtdiagramms mindestens in der horizontalen und vertikalen Ebene, Ermittlung der internen Verluste und damit auch des Gewinns, Eingangsimpedanz. Wünschens-

wert ist die Ausgabe der Strombelegung der Elemente.

- Umgebung: Mindestens Freiraum

#### 4.1.2 Functional Requirements

The following functions are considered as minimal requirements for a yagi simulation software:

1. Specification of geometry: 2-dimensional structures with a dipole feeder
2. Simulation results: pattern, input impedance, losses, gain
3. Environment: free space

Valuable additional features are:

1. Geometry: 3-dimensional structures for multiple reflectors and Yagi arrays
2. Simulation: current profile
3. Environment: conducting surface

#### 4.1.3 Fehlerverhalten

Das Fehlerverhalten betrifft das Auftreten von Programmfehlern (intern) und die Reaktion von Programmen auf fehlerhafte Daten.

Art und Umfang von Programmfehlern entscheiden über den Nutzen von Programmen. Jedes Auftreten von Programmfehlern (Falsche Ergebnisse bei Testfällen, Abbruch wegen Adressierungsfehler oder nicht abgefangener Betriebssystemmeldung, Totschleifen) gehört zu den Ausschlußbedingungen, d.h. solche Programme sind nur von geringem Nutzen und sollten nicht eingesetzt werden. Die Fehlerbehandlung im Fall von fehlerhaften Daten ist entscheidend für die Handhabung des Programms. Schlecht sind solche Programme, die bei falschen Daten mit einem Betriebssystemfehler zwangsweise beendet werden oder sogar wegen Adressierungsfehler das Betriebssystem selbst zum Absturz bringen - Ist nur bei DOS möglich, da DOS weder Speicherwaltungs noch Speicherschutzmechanismen enthält. Gut sind Programme, welche die Eingabedaten bereits auf Gültigkeit überprüfen und bei Rechenfehlern (z.B. Division durch Null) eine Fehlererholung (Exception Handling) durchführen, indem sie die Betriebssystemmeldung abfangen und dem Benutzer in lesbarer Form zur Verfügung stellen, ohne das Programm abzurechnen.

### 4.1.3 Error Handling

Errors in software can arise because of internal program errors (bad programming) or handling of erroneous data.

It's required that the software is free from internal errors as addressing errors or deadlocks. Further it's required that the software performs an exception handling in case of data errors. In case of error dumb programs exit to the operating system level or go into a loop. Good programs with exception handling perform an error detection and interception. The cause of the error is displayed on the screen to inform the user and the program goes into its initial state.

### 4.1.4 Dokumentation

Die Dokumentation soll folgende Informationen umfassen

1. Alle nötigen Hinweise zur einwandfreien Installation
2. Alle nötigen Hinweise über Eingabeparameter und deren Bedeutung sowie die Bedienung der Menüs mit den Bedeutungen von speziellen Tasten
3. Format von externen Dateien
4. Beispieleringabedateien und Beispielsimulationen
5. Darstellung des verwendeten Simulationsverfahrens
6. Grenzen des Simulationsverfahrens

Die Dokumentation kann auch ONLINE, d.h. in Form von Help-Menüs im Programm vorhanden sein.

### 4.1.4 Documentation

The documentation should cover the following items:

1. Installation procedure
2. Description of the menu structure, all menus and operation of the menus
3. Sample data files and sample simulations
4. Format of external files
5. Description of the simulation method used
6. Limitations of the simulation method

Documentation can be ONLINE in form of help functions.

## 4.2 Klassifikationen/Classifications

### 4.2.1 NEC-II

NEC-II ist der Klassiker unter den Antennensimulationsprogrammen und gleichzeitig von der funktionalen Vielfalt und Genauigkeit der Verfahren her gesehen das beste Programm. Es wurde am Lawrence Livermore Laboratory für rein wissenschaftliche Zwecke zum Ablauf auf Großrechnern entwickelt. Ein Benutzerinterface ist daher praktisch nicht vorhanden, da es für reine Stapelverarbeitung konzipiert wurde. Man editiert die komplexen Eingabedateien, bringt das Programm zum Ablauf und analysiert die Ausgabelisten von Zahlen. Diese anspruchslose und nicht interaktive Programmumgebung ist typisch für wissenschaftliche Programme der 80-er Jahre auf Großrechnern. Für Laienbenutzer ist das Programm praktisch nicht geeignet, da die Einarbeitungszeit hoch und das notwendige Verständnis für die Modellierungsaufgabe hoch ist.

Die Vielfalt der Funktionen ist sehr hoch. Das gleiche gilt für die Dimensionalität. Die Standardversion kann 300 Segmente und Oberflächen behandeln. Von DJ9BV wurde bei der Übertragung auf UNIX-Systeme diese Zahl auf 4096 erhöht, so daß auch größte Antennengruppen simuliert werden können.

In 4 Jahren Arbeit mit diesem Programm sind in der Anwendung auf ca. 500 verschiedene Simulationaufgaben (Yagis, Parabolspiegel, Feedhörner) keine erkennbaren Programmfehler aufgetreten. Daher kann das Programm in dieser Hinsicht als reif betrachtet werden. Auch die Übereinstimmung zwischen Messung und Simulation ist zumindest für Yagis sehr hoch.

Die Dokumentation ist sehr umfangreich (900 Seiten) und schließt sowohl die Bedienung, die physikalische Grundlage der Verfahren, die verwendeten Näherungen als auch den Programmcode ein.

<b>Klassifikation Antennensimulationsprogramme</b>	
Name	NEC-II
Version	from 11.IV.1981 CDC7600, migrated to F77 UN-IX from DJ9BV (Version 2/1987)
Hersteller/Distributor	N/A - Nicht verfügbar
Hardware	SUN-3 WS
Coprocessor	Yes
Display Adapter	Yes
Drucker/Printer	Various
Betriebssystem/Operating System	UNIX SUN OS 4.1
Speicherbedarf/Memory Req.	12 MB
Plattenplatzbedarf/Disk Space	4 MB
Methode/Method:	Moments
<b>Simulations-Funktionen (Yagis):</b>	
Geometrie	3 -dim
Multiple Reflektoren	yes
Strahler/Feeder	any structure
Anpaßglieder/Matching	any structure
Boomkorrektur/Bommcorr.	no
Yagigruppen/Arrays	yes
Umgebung/Environment	free space, perfect and imperfect conducting surface (Sommerfeld Functions)
Elektrische Parameter	
Richtfaktor/Directivity	yes
Richtdiagramm/Pattern	yes
Skineffekt	yes
Impedanz	yes
Sonderfunkt./Special Functions	Coordinate Transforms, Rings, Surface Patches, Networks, Transmission Lines, Coupling, Near Fields, Multiple Feedpoints, Loads, Frequency Sweep
<b>Leistungsumfang/Features</b>	
Max. Zahl der Elemente	400 (4096 segments)
Geschwindigkeit/Speed (sec)	35
<b>Benutzerinterface/Userinterface</b>	
Parametereingabe/Param.-Input	Batch
Ergebnisdarstellung/Display of Result	Batch
Num. Ergebnisse/Numerical Results	Batch
Diagramm/Pattern	Batch
Strombelegung/Currents	Batch
Print Screen/Plot	no
Help-Funktion	no
<b>Dokumentation</b>	
Umfang (Seiten)/Pages	900 pages
Qualität/Quality	excellent
Bekannte Fehler/Bugs	no

Die obigen Ausführungen legen nahe, NEC-II zum Bewertungsstandard bezüglich der Simulationsqualität zu machen.

NEC-II is the most elaborate antenna simulation program today. It's very powerful and rather accurate. It was developed during the seventies at Lawrence Livermore Laboratory in California. It's main purpose is to run on mainframes for scientific and military use. The rather simple user interface - batch type - is typical for scientific programs on mainframes. For amateurs this programs is rather complicated to use. The potential user requires a substantial insight into antenna simulation problems and quite a long time to master the complicated input formats.

NEC-II has a lot of functions for general antenna simulation problems. Only a few of the available functions are needed for yagi simulation problems. The original version was programmed for a CDC-7600 computer and could handle 300 segments and surface patches. This is sufficient to model up to 30 yagi elements if 10 segments are provided for an element.

In 1987 DJ9BV migrated this software to a SUN-3 workstation, which runs a F77 compiler under the UNIX operating system. During this migration a modification of the internal data structures changed the maximum number of segments to 4096. This allows for the simulation of even the largest antenna systems.

After 5 years of work with NEC-II not a single programming bug could be detected. Also the agreement between simulation and real world measurements proved to be very good.

The documentation consists of nearly 900 pages und describes not only the user interface with sample problems but also the code and the theory behind the code.

All these features enable NEC-II to be the simulation quality standard and serve as the comparison standard for more simple programs.

## 4.2.2 NEC-81

NEC-81 ist eine Anpassung von NEC-II für die Verwendung auf PC's unter dem DOS-Betriebssystem. Wegen der engen Speicherbegrenzung von DOS mußte der Platz für die Interaktionsmatrix der Segmente auf 8100 (entspricht maximal 90 Segmenten) beschränkt werden. Werden mehr Segmente benötigt, wird die Matrix auf die Festplatte ausgelagert. Das erhöht die Bearbeitungszeit um die Zeit für die notwendigen Plattenzugriffe. Die Maximalzahl für die Segmente beträgt 300.

Als zusätzliche Funktionen gegenüber NEC-II gibt es Helixantennen und diverse Ausgabeoptionen, u.a. auch ein geeignetes Ausgabeformat für Plotprogramme.

Durch die Änderung wurde auch ein Bug (Bekannter Programmfehler) generiert. Er betrifft die Berechnung des Skineffekts für kleine Leitfähigkeiten. Diese erfolgt falsch.

Für die Bedienung gilt das bei NEC-II gesagte. D.H. das Programm ist für Laien praktisch unbedienbar.

NEC-81 is a migration of NEC-II to the DOS operating system using a Microsoft FORTRAN compiler. Because of the severe limitations in memory space only 90 segments can be allocated in memory. Above this number (up to 300) a software paging of the interaction matrix onto the disk is activated. This takes quite a lot of time.

New functions in comparison to NEC-II are models for helix antennas and some output options, which are helpful for external plot programs.

Because of a programming mistake during the migration a bug has been generated. Skin losses are not calculated accurately if the conductivity specified is below a certain value. This programming bug could be debugged and fixed by DJ9BV, but is not fixed in the distribution versions of either NEC-PC from K6STI or from ACES.

The user interface is the same as with NEC-II. It's nearly unusable for amateurs.

Klassifikation Antennensimulationsprogramme (Classification)	
Name	NEC-81
Version	NEC-81 from 26.XII.89 (Includes Source)
Hersteller/Distributor	Public Domain: ACES (Parts of NEEDS2.0 package)
Hardware	AT
Coprocessor	yes
Display Adapter	
Drucker/Printer	
Betriebssystem/Operating System	DOS
Speicherbedarf/Memory Req.	540 kB
Plattenplatzbedarf/Disk Space	2 MB
Methode/Method:	Moments
Simulations-Funktionen (Yagis):	see NEC-II
Sonderfunkt./Special Functions	See NEC-II
Leistungsumfang/Features	
Max. Zahl der Elemente/No. of El.	30 (300 segments) standard. Special Versions up to 1280 segments
Geschwindigkeit/Speed (sec)	50
Benutzerinterface/Userinterface	See NEC-II
Dokumentation	See NEC-II
Bekannte Fehler/Bugs	Wrong calculation of skin losses for small conductivities of the material

### 4.2.3 NEC-PC

NEC-PC wurde von K6STI aus NEC-81 abgeleitet (auf 600 Segmente erweitert) und um einen Preprocessor für die Dateneingaben sowie einen Postprocessor für die Ergebnisdarstellung erweitert. Der Preprocessor YN.EXE konvertiert Datenfiles (\*.yag), die von dem interaktivem Programm YO erzeugt wurden, in das Eingabeformat für NEC-81. Damit sind die Eigenschaften der leichten Definition von Yagis, die mit YO gegeben sind, auch für NEC-81 nutzbar. Der Postprocessor NP.EXE liest das komplexe Ausgabeformat von NEC-81 und wandelt es in ein Format um, das von der Grafikausgaberroutine PLOT.EXE interpretiert werden kann.

Damit wird zwar aus NEC-81 kein interaktives Programm, aber trotzdem sehr einfach bedienbar, da es die in YO vorhandenen Möglichkeiten der einfachen Datenein- und ausgabe nutzt. Weiterhin ist damit auch NEC-81 als Verifikator für MN oder YO nutzbar, da diese Programme ungenauer als NEC-81 simulieren.

Der Nachteil der Verwendung von YO als Frontend für die Dateneingabe besteht darin, daß auch alle Beschränkungen von YO für NEC-PC gültig sind. D.h. es können nur planare Yagis (2-dimensional) ohne Mehrfachreflektoren dargestellt werden. Desgleichen können Sonderformen wie Logperiodic-Antennen, die ohne weiteres von NEC-PC simuliert werden könnten, nicht dargestellt werden.

**NEC-PC is a modification of NEC-81 by K6STI.** He added a frontend to convert datafiles which are compatible with YO and MN (\*.yag) into NEC-format and a postprocessor which converts NEC-output file into the input format of his plotting utility PLOT.EXE. This converts NEC-81 into an easy facility to verify results from YO or MN.

Because the YO-editor is used to generate the \*.yag files the same restrictions of YO which apply to the geometry of yagis (2-dimensional etc.) also apply to NEC-PC. But if you know the input format of NEC-81 you can use all facilities of NEC-81 of course.

<b>Klassifikation Antennensimulationsprogramme (Classification)</b>	
Name	NEC-PC
Version	NEC-2 V 1.03
Hersteller/Distributor	Brian Beezley, K6STI, 507-1/2 Taylor St., Vista, CA 92084
Hardware	AT
Coprocessor	yes
Display Adapter	Hercules, EGA, VGA
Drucker/Printer	Needle, HP-Laserjet
Betriebssystem/Operating System	DOS
Speicherbedarf/Memory Req.	540 KB
Plattenplatzbedarf/Disk Space	2 MB
Methode/Method:	Moments
Simulations-Funktionen (Yagis):	See YO (Limited by Conversion Utility YN.EXE)
Sonderfunkt./Special Functions	See YO
Leistungsumfang/Features	
Max. Zahl der Elemente/Max. No. of El.	See YO (50)
Geschwindigkeit (sec)	53
Benutzerinterface/Userinterface	See YO for data in/-output, but Batchoriented elsewhere
Parametereingabe/Param.-Input	See YO
Ergebnisdarstellung/Display of Result	See YO
Num. Ergebnisse/Numerical Results	screen/file
Diagramm/Pattern	yes
Strombelegung/Currents	no
Print Screen/Plot	yes
Help-Funktion	no
Dokumentation	
Umfang (Seiten)/Pages	10
Qualität/Quality	good
Bekannte Fehler/Bugs	See NEC-81

#### 4.2.4 RADICAL

##### Menüstruktur:

Der Toplevel der Menüstruktur ist problemgemäß. Der eingebaute Editor ist leider konfus strukturiert und sehr umständlich zu bedienen. Die Werte für die Geometrie, Elementlängen, -durchmesser, -abstände oder -positionen werden in getrennten Untermenüs erfasst. Das verwirrt nur. Der Bildschirm eines Untermenüs wird nicht immer bei Verlassen des Untermenüs gelöscht, so daß der Bildschirm optisch überladen wird. Das ist für die Bedienung sehr ungünstig.

Ist die Rechnung einmal gestartet, kann sie nicht mehr abgebrochen werden.

Die grafischen Darstellungen weisen zum Teil Fehler in der Achsenbeschriftung auf.

##### Funktionen:

In den Ausgabeparametern fehlt die Eingangsimpedanz. Weiterhin fehlt die Ausgabe der Strombelegung, ein wichtiges Hilfsmittel zur Beurteilung von Yagidesigns. Yagigruppen können nicht gerechnet werden. Alle Elemente müssen gleichen Durchmesser aufweisen. Das ist eine unrealistische Einschränkung.

##### Fehlerverhalten:

Fehlerhafte Daten werden abgefangen. Es gibt praktisch keine Möglichkeit das Programm zum Crash zu bringen.

Klassifikation Antennensimulationsprogramme (Classification)	
Name	RADICAL
Version	1.12
Hersteller/Distributor	Yoshiyuki Takeyasu, JA6KXQ, Yokohama
Hardware	AT
Coprocessor	w/ and w/o (Mit und ohne)
Display Adapter	EGA
Drucker/Printer	Needle
Betriebssystem/Operating System	DOS
Speicherbedarf/Memory Req.	< 500 kB
Plattenplatzbedarf/Disk Space	400 kB
Methode/Method:	Modified method of moments from D. Pozar
Simulations-Funktionen (Yagis):	
Geometrie	2-dim
Multiple Reflektoren	no
Strahler/Feeder	dipole
Anpaßglieder/Matching	no
Boomkorrektur/Bommcorr.	no
Yagigruppen/Arrays	no
Umgebung/Environment	Free space
Elektrische Parameter	
Richtfaktor/Directivity	yes
Richtdiagramm/Pattern	yes
Skineffekt	yes
Impedanz	no
Sonderfunkt./Special Functions	G/T-ratio
Leistungsumfang/Features	
Max. Zahl der Elemente/No. of El.	38
Geschwindigkeit/Speed(sec)	7 sec
Benutzerinterface/Userinterface	
Parametereingabe/Param.-Input	Inbuilt Editor
Ergebnisdarstellung/Display of Result	Screen
Num. Ergebnisse/Numerical Results	Screen
Diagramm/Pattern	Screen Graph
Strombelegung/Currents	Vektordiagramm
Print Screen/Plot	yes
Help-Funktion	no
Dokumentation	
Umfang (Seiten)/Pages	6
Qualität/Quality	poor
Bekanntes Fehler/Bugs	no

**Dokumentation:**

Die Dokumentation ist völlig unzureichend. Weder die Bedienung noch das Verfahren sind nur ansatzweise ausreichend dokumentiert. Besonders my-

steriös erscheinen die Ergebnisse für die Verluste und die Rauschtemperatur der Antenne. Weder das Verfahren noch die zugrundeliegende Annahmen

über Himmelstemperatur oder Materialkonstanten wie Leitfähigkeit sind erwähnt.

#### **Menu Structure:**

The top level of the menu tree is adequately structured. The inbuilt editor is difficult to operate and does not have a clear structure. Parameters to specify a yagi are scattered over several submenus. Also the input mechanism is very uncomfortable. The output graphs show errors.

#### **Functions:**

The output parameters calculated are lacking the input impedance. No current profile can be displayed. No arrays can be simulated.

#### **Error handling:**

Erroneous data is checked. No crashes have been observed.

#### **Documentation**

The documentation is insufficient. Neither operation nor the simulation technique is described. Especially mysterious is the calculation of values for noise temperature and G/T. No secondary information is given.

### **4.2.5 YAGIMAX**

#### **Menüstruktur:**

Die Menüstruktur ist leider nicht suggestiv und etwas verworren. Z.B. liegen Ausgabeoptionen wie die Alternative zwischen Polar- und Kartesischer Darstellung auf einer Ebene wie der Start der Simulation. Die Eingabe von Daten ist nicht konsistent realisiert. Mal muß man die Zahleneingabe mit <Return> quittieren - das ist vernünftig -, mal erfolgt die Aktion direkt nach der Eingabe einer Ziffer - das ist unvernünftig, da man Eingabefehler nicht mehr korrigieren kann -. Gut ist die Möglichkeit, ein Design zu skalieren.

Der Eingabe-Editor ist sehr gut: Alle zusammengehörigen Parameter der Geometrie sind auf einem Bildschirm und können gemeinsam editiert werden. Inline-Edit ist vorhanden.

Der Simulationslauf kann nach dem Start nicht abgebrochen werden.

#### **Funktionen:**

Da keine Verluste gerechnet werden, können die entscheidenden Probleme bei Hochgewinnyagis, nämlich der ausgewogene Kompromiß zwischen hohem Richtfaktor und noch niedrigen Verlusten, nicht mit diesem Programm gelöst werden. Weiterhin fehlt die Ausgabe der Strombelegung, ein wichtiges Hilfsmittel zur Beurteilung von Yagide-signs. Die Berechnung von Yagigruppen erfolgt über die phasenrichtige Multiplikation der Einzeldiagramme. Das ist nur eine Näherung, da nicht die gegenseitige Verstimmung durch Verkopplung der Elemente erfaßt wird. Eine einfache Optimierungsfunktion kann einzelne Elementlängen auf Gewinnmaximum optimieren.

Wegen der fehlenden Funktionalität kann das Programm für ernsthafte Yagisimulationen nicht genutzt werden. Vom Gebrauch wird abgeraten.

#### **Fehlerverhalten:**

Fehlerhafte Daten werden abgefangen. Es gibt praktisch keine Möglichkeit das Programm zum Crash zu bringen.

#### **Dokumentation:**

Die Dokumentation ist sehr sparsam und völlig ungenügend.

#### **User Interface:**

The structure of the menu hierarchy is not clear or suggestive. The input of data is not handled in a consistent manner. One of the few good items is the structure editor.

#### **Functions:**

Because losses are not calculated, the real problem of high gain yagis on VHF/UHF, i.e. the tradeoff between losses and directivity, cannot be tackled. No current profile is available. The missing functions don't recommend this program for Yagi simulation.

#### **Error Handling:**

Good checking of wrong numbers. No crashes have been observed.

<b>Klassifikation Antennensimulationsprogramme (Classification)</b>	
Name	YAGIMAX
Version	2.15
Hersteller/Distributor	Lew Gordon, K4VX, Public Domain
Hardware	AT
Coprocessor	w/ and w/o (Mit und ohne)
Display Adapter	EGA/VGA
Drucker/Printer	Needle
Betriebssystem/Operating System	DOS 4 and higher
Speicherbedarf/Memory Req.	< 500 KB
Plattenplatzbedarf/Disk Space	< 1 MB
Methode/Method:	Impedanzmatrix
<b>Simulations-Funktionen (Yagis):</b>	
Geometrie	2-dim
Multiple Reflektoren	no
Strahler/Feeder	dipole
Anpaßglieder/Matching	no
Boomkorrektur/Bommcorr.	no
Yagigruppen/Arrays	yes (1-8 yagis)
Umgebung/Environment	Free Space
<b>Elektrische Parameter</b>	
Richtfaktor/Directivity	yes
Richtdiagramm/Pattern	yes
Skineffekt	no
Impedanz	yes
<b>Sonderfunkt./Special Functions</b>	
<b>Leistungsumfang/Features</b>	
Max. Zahl der Elemente/No. of El.	45
Geschwindigkeit/Speed (sec)	4 sec
<b>Benutzerinterface/Userinterface</b>	
Parametereingabe/Param.-Input	Inbuilt editor
Ergebnisdarstellung/Display of Result	Screen
Num. Ergebnisse/Numerical Results	Screen
Diagramm/Pattern	Screen Graph
Strombelegung/Currents	no
Print Screen/Plot	yes
Help-Funktion	no
<b>Dokumentation</b>	
Umfang (Seiten)/Pages	3
Qualität/Quality	bad
Bekannte Fehler/Bugs	no

#### 4.2.6 YAGIANALYSIS

##### Menüstruktur:

Die Menüstruktur ist übersichtlich nach Problemgruppen geordnet. Jedes Eingabefeld kann editiert

oder abgebrochen werden. Die Navigation im Menübaum erfolgt über eine Maus. Help-Funktionen sind für die Untermenüs vorhanden. Die Bedeutung von Kommandos bleibt innerhalb der Menüstruktur konstant. Standardwerte werden in einem getrennten Menü erfaßt. Dazu gehören Maßein-

<b>Klassifikation Antennensimulationsprogramme (Classification)</b>	
Name	YAGIANALYSIS
Version	3.0 Beta 2
Hersteller/Distributor	SG Software, Box 179, S-92300 Storuman, Sweden
Hardware	AT
Coprocessor	yes
Display Adapter	Hercules, CGA, VGA
Drucker/Printer	Needle
Betriebssystem/Operating System	DOS
Speicherbedarf/Memory Req.	< 500 KB
Plattenplatzbedarf/Disk Space	< 500 KB
Methode/Method:	Moments with internal segmentation
Simulations-Funktionen (Yagis):	
Geometrie	2 1/2 dim
Multiple Reflektoren	yes
Strahler/Feeder	dipole, folded dipole
Anpaßglieder/Matching	no
Boomkorrektur/Bommcorr.	yes (NBS and DL6WU)
Yagigruppen/Arrays	yes
Umgebung/Environment	Free Space
Elektrische Parameter	
Richtfaktor/Directivity	yes
Richtdiagramm/Pattern	yes
Skineffekt	yes
Impedanz	yes
Sonderfunkt./Special Functions	Sweep
Leistungsumfang/Features	
Max. Zahl der Elemente/No. of El.	38
Geschwindigkeit/Speed (sec)	25 sec
Benutzerinterface/Userinterface	
Parametereingabe/Param.-Input	Inbuilt editor
Ergebnisdarstellung/Display of Result	
Num. Ergebnisse/Numerical Results	Screen
Diagramm/Pattern	Screen Graph
Strombelegung/Currents	Screen Graph
Print Screen/Plot	yes
Help-Funktion	no
Dokumentation	
Umfang (Seiten)/Pages	11
Qualität/Quality	medium
Bekannte Fehler/Bugs	no

heit, Reflektorstruktur, Boomkorrekturart und die Art der Eingabe der Direktorpositionen und zwar wahlweise Abstand oder Position. Die Geometrie wird nicht in einem Menü erfaßt, sondern in zwei

getrennten für Reflektor und Speiseelement sowie in einem Direktormenü getrennt nach Längen und Abstand.

Das Reflektor/Driver Menü ist dreifach vorhanden und somit redundant. Das ist verwirrend und umständlich. Außerdem müssen zwei Menüs bedient werden, um die Direktorlängen und -abstände zu erfassen.

Nach dem Start kann ein Simulationslauf nicht abgebrochen werden.

#### **Funktionen:**

Alle notwendigen Funktionen sind vorhanden. Die Berechnung von Yagigruppen erfolgt über die phasenrichtige Multiplikation der Einzeldiagramme. Das ist nur eine Näherung, da die gegenseitige Verstimmung durch Verkopplung der Elemente nicht erfaßt wird.

#### **Fehlerverhalten:**

Fehlerhafte Daten werden nicht abgefangen. Startet man das Programm, ohne Daten einzugeben oder zu laden oder mit falschen Daten, erfolgt ein Programmabbruch. Es erfolgt kein Exception-Handling auf Programmebene, sondern das Programm muß neu gestartet werden. Bei der Dateneingabe ist die Reihenfolge wichtig. Wählt man zuerst das Untermenü 'Boomcorr', erfolgt ein Programmabbruch. Aktiviert man die 'PRINT SCREEN' Funktion, ohne daß der Drucker ONLINE ist, geht das Programm in eine Schleife.

Das Fehlerverhalten ist völlig ungenügend.

#### **Dokumentation:**

Die Dokumentation ist sehr sparsam. Die Installation ist ausreichend beschrieben. Die Bedienung ist einfacher durch Versuch und Irrtum als durch Lesen der Dokumentation zu lernen. Sie enthält keinerlei Angaben über das verwendete Verfahren und seine Genauigkeit bzw. Grenzen. Nur die Art der Boomkorrektur ist dokumentiert. Die zugehörigen Dateien werden nicht im Format beschrieben. Außerdem wird nicht zwischen Ergebnis- und Vorgabedaten getrennt. Das ist sehr ungeschickt und unstrukturiert. Beispielsimulationen sind vorhanden.

#### **Handling:**

Der Kopierschutz der gelieferten Diskette verlangt, daß zum Betrieb des Programm dauernd die

Originaldiskette vom Rechner lesbar sein muß. Das ist keine elegante Lösung.

#### **User Interface:**

The menu tree is well structured. The meaning of special keys is consistent. Inline edit functions are realized. A mouse helps navigation very much. Weak point are the redundant menus for reflector and driven elements (3 times !) and the splitting of the structure editor into separate menus for length and distances.

#### **Functions:**

All necessary function are realized. The current profile can be displayed. Multiple reflectors and yagi arrays are supported.

#### **Error Handling:**

Erroneous data is not checked. Wrong data or wrong handling leads immediately to a crash. If you activate the PRINT SCREEN function and the printer is not ready the programm loops. There is no exception handling: all errors result in crashes. The error handling is not acceptable and makes operation of the program annoying.

#### **Documentation:**

Documentation is sparse. There are no informations about the simulation technique nor the limitations of this technique.

#### **Handling:**

Copy protection requires the insertion of the original diskette. This not elegant and annoying.

#### **4.2.7 MN**

MN ist kein eigenständiges Simulationsprogramm, sondern im Grunde nur eine Benutzeroberfläche für MININEC3. Daher weist es bezüglich der Simulationsqualität die gleichen Leistungsmerkmale wie MININEC3 auf, ist aber wegen seiner Benutzeroberfläche auf Yagisimulation beschränkt, obwohl MININEC3 beliebige Strukturen simulieren kann.

Klassifikation Antennensimulationsprogramme (Classification)	
Name	MN
Version	3.54
Hersteller/Distributor	Brian Beezley, K6STI, 507-1/2 Taylor St., Vista, CA 92084
Hardware	AT
Coprocessor	w/ and w/o (Mit und Ohne)
Display Adapter	HGC, CGA, EGA, VGA
Drucker/Printer	Needle
Betriebssystem/Operating System	DOS
Speicherbedarf/Memory Req.	512 KB
Plattenplatzbedarf/Disk Space	
Methode/Method:	Moments (Underlying Program is MININEC3)
Simulations-Funktionen (Yagis):	See MININEC 3
Sonderfunkt./Special Functions	See MININEC3
Leistungsumfang/Features	
Max. Zahl der Elemente/No. of El.	13 (26 for symmetrical antennas)/127 pulses)
Geschwindigkeit/Speed (sec)	180
Benutzerinterface/Userinterface	semi-interactive
Parametereingabe/Param.-Input	Datafile with editor
Ergebnisdarstellung/Display of Result	Screen
Num. Ergebnisse/Numerical Results	Screen and output file
Diagramm/Pattern	Screen Graph
Strombelegung/Currents	Screen Graph and file
Print Screen/Plot	yes
Help-Funktion	no
Dokumentation	
Umfang (Seiten)/Pages	35
Qualität/Quality	good
Bekannte Fehler/Bugs	Systematic Frequency Offset (ca. 0.8 %)

**Menüstruktur:**

Das Menü ist nicht interaktiv, d.h. man editiert einen Yagi-Spezifikationsfile, der dann zur Ausführung gebracht wird. Die Ergebnisse kann man sich auf dem Bildschirm ansehen. Ein Editor für die Eingabedaten wird mitgeliefert, kann aber durch einen beliebigen Texteditor ersetzt werden. Der Editor jedoch erlaubt die einfache Spezifikation von Yagistrukturen und hält damit das komplizierte Eingabeformat von MININEC vom Benutzer fern. Fehlermeldungen werden erst bei der Übergabe der Dateien an MININEC erzeugt und sind so unspezifisch, daß es oft einige Anläufe braucht, bis die Struktur akzeptiert wird. Das Hauptmenü ist gegenüber MININEC leicht erweitert und erlaubt die Eingabe von Frequenzbereichen und -schritten.

**Funktionen:**

Die Grundfunktionen sind die gleichen wie bei MININEC, das jedoch in seiner Originalform wenig anwenderfreundlich ist. MN erlaubt ein erheblich vereinfachtes Eingabeformat und die Speicherung der Dateien für Korrektur und Wiederverwendung. Die VIEW-Funktion zeigt nicht die Liste der Koordinaten wie bei MININEC, sondern eine (drehbare) Projektion des Antennenmodells. Die graphische Ausgabe der Diagramme entspricht der von YO und NEC PC. Die Ausdrücke der Polar-diagramme erscheinen auf den meisten Druckern oval. Da Skin-Verluste nicht gerechnet werden können (ist nur über den Trick der Einfügung von Widerstandslasten bei MININEC3 möglich) und wegen des systematischen Frequenzfehlers von ca.

1 % bei VHF-Yagis ist MN für die Simulation von optimierten Yagis problematisch.

#### **Fehlerbehandlung:**

Fehlerhafte Eingabedaten werden mit einer meist wenig aussagekräftigen Meldung abgewiesen. Abstürze wurden nicht beobachtet.

#### **Dokumentation:**

Die Dokumentation ist umfassend und enthält zahlreiche Beispiele und Tips für die Installation.

**MN is not a simulation software in its own right but rather a user interface for MININEC.**

#### **Menu Structure:**

The menu is not interactive but simple and straightforward. An editor is provided but any other text editor could be used. This means that there is no help given in structuring the dimension file. Rather unspecific error messages are generated when the files are handed over to MININEC and it may take several round trips to the editor until the format is correct. The main menu is an extended MININEC menu and allows specification of frequency ranges and steps.

#### **Functions:**

The basic functions are identical to MININEC which in the original form is hard to handle, to put it mildly. MN allows input of dimension files in a greatly simplified format and stores these files for reuse. A view function is provided which instead of displaying the list of coordinates like MININEC shows a (rotatable) projection of the antenna model. The plot routine is the same as in the YO and NEC PC programs. The printouts of polar plots appear oval on most printers. Because MN cannot simulate skin losses and shows a systematic frequency shift of roughly 1 percent it should be used with extreme care for the simulation of optimized VHF-yagis.

#### **Error handling:**

Erroneous input data are rejected and error messages generated, indicating the error type. No crash was observed.

#### **Documentation:**

The documentation is comprehensive and contains numerous examples and installation hints.

### **4.2.7 YO**

Die Software YO (Yagi Optimizer) überschreitet den Funktionsumfang eines Simulationsprogramms, denn sie enthält einen automatischen Optimierer. Dies ist ein sehr interessantes Werkzeug, das in der Hand eines erfahrenen Entwicklers sinnvolle Ergebnisse hervorbringen kann. Es war zwar offensichtlich für den Entwurf von Kurzwellenyagis mit wenigen Elementen gedacht, ist aber schnell und mächtig genug, um damit auch an VHF/UHF-Antennen zu arbeiten. Obwohl der Experte weitere Optionen wie das "Einfrieren" von Teilstrukturen wünschen würde, ist mit der Vielzahl der einstellbaren Parameter bereits jetzt ein kritischer Umgang erforderlich. Die Optimierungsziele Gewinn, Diagramm, Bandbreite und Impedanz müssen sorgfältig ausbalanciert werden. Die Ergebnisse hängen stark von der Qualität des vorgegebenen Rohentwurfs ab. Der Optimierungsprozeß kann jederzeit unterbrochen werden, um von Hand Vorgaben und Abmessungen zu korrigieren. Der Fortgang der Optimierung wird auf dem Bildschirm laufend in Form von charakteristischen Daten und Rohdiagrammen bei bis zu drei Frequenzen, sowie Skizzen der Antennengeometrie und Strombelegung sichtbar gemacht.

Eine Optimierung kann nicht besser sein als die zugrundeliegende Simulation. Es kann keinesfalls erwartet werden, daß der Optimierer selbsttätig das 'ideale' Design einer Yagi findet. Wer ohne tiefgehendes Verständnis der Funktion von Yagis mit diesem Werkzeug arbeitet, wird bestenfalls gute Plots auf dem Bildschirm aber kaum gut funktionierende Antennen erhalten.

#### **Menüstruktur:**

Das Menü ist deutlich auf die Optimierungsaufgabe ausgerichtet. YO erwartet als Ausgangspunkt eine Liste von Dimensionen. Diese kann entweder mit dem mitgelieferten einfachen Editor geschrieben werden oder durch Aufruf und Abänderung eines vorhandenen Antennenfiles, der interaktiv

<b>Klassifikation Antennensimulationsprogramme (Classification)</b>	
Name	YO
Version	4.1
Hersteller/Distributor	Brian Beezley, K6STI, 507-1/2 Taylor St., Vista, CA 92084
Hardware	AT
Coprocessor	w/ and w/o (Mit und Ohne)
Display Adapter	HGC, CGA, EGA, VGA
Drucker/Printer	needle
Betriebssystem/Operating System	DOS
Speicherbedarf/Memory Req.	300 KB
Plattenplatzbedarf/Disk Space	
Methode/Method:	Moments ??? (Is not sure. Speed indicates impedance matrix method with sinusoidal current profile)
Simulations-Funktionen (Yagis):	
Geometrie	2-dim
Multiple Reflektoren	no
Strahler/Feeder	dipole and 2-dipole feed
Anpaßglieder/Matching	beta, gamma, T
Boomkorrektur/Bommcorr.	no
Yagigruppen/Arrays	yes, 2 yagis vertical
Umgebung/Environment	Free Space and perfect conducting earth
Elektrische Parameter	
Richtfaktor/Directivity	yes
Richtdiagramm/Pattern	yes
Skinneffekt	yes
Impedanz	yes
Sonderfunkt./Special Functions	Optimizer, Scaling, Taper, Sweep
Leistungsumfang/Features	
Max. Zahl der Elemente/No. of El.	50
Geschwindigkeit (sec)	< 1
Benutzerinterface/Userinterface	Menu-driven, Interactive
Parametereingabe/Param.-Input	inbuilt screen editor
Ergebnisdarstellung/Display of Result	screen
Num. Ergebnisse/Numerical Results	screen
Diagramm/Pattern	screen graph
Strombelegung/Currents	screen graph
Print Screen/Plot	yes
Help-Funktion	yes
Dokumentation	
Umfang (Seiten)/Pages	35
Qualität/Quality	good
Bekannte Fehler/Bugs	Inaccurate for small element distances, low input impedance and large diameter.

erweitert, skaliert, umbenannt werden kann u.s.w. ohne den Originalsatz zu zerstören. Der Befehlscode ist auf Geschwindigkeit ausgelegt. In den meisten Fällen erfolgt die Aktion direkt nach Eingabe eines Zeichens, die jeweils aktiven Tasten sind hervorgehoben. Es sind so viele Plausibilitätsprüfungen eingebaut, daß es sehr schwierig ist einen irreparablen Fehler zu machen. Hilfstafeln und Optionsmenüs können als Overlayfenster aufgerufen und wieder weggeräumt werden. Ein Notizblock kann jederzeit aktiviert werden, um Anmerkungen am Datenfile anzubringen. Das Umschalten zwischen Editieren, Rechnen und Graphik ist einfach und schnell - die Software trägt die Handschrift eines Antennenentwicklers.

Es bleiben wenige Wünsche offen, aber die Unterstützung einer Maus könnte die Handhabung noch eleganter machen. Als nachteilig wird der Kopierschutz empfunden, der verhindert, daß das Programm auf mehreren PC gleichzeitig verfügbar ist. Er führt bei manchen DOS-Versionen zu Problemen.

#### Funktionen:

Nach Angaben des Urhebers wird ein schneller Algorithmus verwendet, dessen Abweichungen von langsameren aber genaueren Verfahren durch Korrekturfaktoren ausgeglichen werden. Außer bei Antennen mit sehr niedriger Eingangsimpedanz oder sehr kleinen Elementabständen (Hinweis in der Dokumentation!) - das kann jetzt schon vorweg gesagt werden - ist die Übereinstimmung mit NEC für Gewinn und Diagramm ausgezeichnet, für die Impedanz nicht ganz so gut. **Das gilt allerdings für ältere Versionen als YO 4.0 nicht.**

Dicke und dünne Elemente werden gleich gut modelliert, gestufte Elementdurchmesser und Montageplatten können berücksichtigt werden. Die Boomkorrektur muß von Hand vorgenommen werden, eine Korrekturformel (DL6WU/G3SEK) ist angegeben. Die Umrechnung auf andere Frequenzen oder Elementdurchmesser ist einfach möglich. Ein Gütefaktor für den Gewinn wird durch Vergleich mit einer wählbaren Gewinnkurve berechnet. Man kann ein Frequenzband vorgeben und Graphen für G, F/B, Z und SWR zeichnen lassen. Die Richtdiagramme können polar oder karthe-

sisch in verschiedenen Maßstäben dargestellt werden, ein schneller Wechsel zu einem Vergleichsdiagramm ist möglich. Die Leitfähigkeit der Elemente kann man numerisch eingeben oder aus einer Werkstofftabelle wählen. Die Bodenleitfähigkeit wird, wenn gewünscht, berücksichtigt. Die Berechnung gestockter Antennen ist nur für symmetrische Stockung in der H-Ebene möglich. Die Yagi-Strukturen müssen eben sein und nur einen Reflektor enthalten. Doppeldipole sind zulässig. Für Benutzer, die an der Genauigkeit der Ergebnisse zweifeln, wird eine Kontrolle mit NEC empfohlen (siehe 4.2.1). Sie zeigt, daß bei der Gewinnmaximierung in der Regel die letzten 2 bis 3 Zehntel-dB irrelevant sind. Man hüte sich daher vor Gewinnfetischismus!

#### Dokumentation:

Eine umfassende Dokumentation wird als Textdatei mitgeliefert. Sie enthält Beispiele, Installationshinweise und viele weitere Optionen, die anstelle der Standardwerte eingesetzt werden können.

#### Handling und Probleme:

Das Copy-Protection Schema ist nicht sehr glücklich. Es kann leicht passieren, daß die Originaldisketten unlesbar werden und man den Schlüssel nicht zurückspeichern kann. Das sollte anders gelöst werden. Die Polarplots werden leider auf dem Drucker nicht kreisförmig, sondern sind gestaucht und verzerrt.

**The YO (Yagi Optimizer) software exceeds the function of a simulation program because it includes a self-optimizer feature. This is a very interesting tool which can produce sensible results if handled by an experienced designer. It was obviously intended for shortwave Yagis with few elements but is fast and powerful enough to work on multielement VHF/UHF antennas. Although the expert would desire additional features like "freezing" parts of the structure there are already many parameters which require careful control. Optimization targets are gain, pattern, impedance and bandwidth, a balance must be defined and is quite critical. Results depend strongly on the quality of the initial design.**

It cannot be expected that the optimizer will find the best yagi design automatically. The potential user needs a deep understanding of the function of yagis to be able to develop an optimum yagi, which functions in the real world also.

The automatic search can be interrupted any time to change dimensions or parameters manually. The progress of the optimization is continually displayed on the screen, showing antenna geometry, current profile, sketch diagrams and characteristic figures at up to three frequencies.

### Menu Structure:

The menu is clearly oriented towards optimization, YO expects a file with dimensions to start out from. This can either be written using the simple editor supplied or by calling up and modifying an existing file which can be extended, scaled, renamed etc. without destroying the original. The command input is designed for speed. In most cases the action immediately follows the keystroke, active keys are highlighted. There are so many plausibility checks that it is hard to cause catastrophic failure. Help tables and auxiliary menus can be called up as overlay windows and cleared away again. A notepad is furnished to add remarks to the dimension file. Shifting between editing, calculating and graphical modes is quick and simple - this software reveals the hand of an antenna designer. Few wishes remain, but support of a mouse could make the handling even more elegant. A certain drawback is the copy-protection which does not permit running the program on more than one PC at a time and can cause problems with some DOS versions.

### Functions:

According to the author a fast algorithm is used and correction factors are applied to make results agree more closely with slower but more accurate computations. Except with very low impedance arrays or extremely close element spacing (a warning is included in the documentation) agreement with NEC-II is excellent for gain and pattern, somewhat less for impedance. **This was not true for earlier version of YO.**

Thick and thin elements are modelled equally well, taper and mounting brackets can be taken into

account. Boom correction must be applied separately, an equation(DL6WU/G3SEK) is provided in the documentation. Scaling of frequency and element diameters is easily done. A figure of merit is calculated by comparison to a selectable standard gain curve. A frequency band can be defined and graphs of G, F/B, Z and SWR drawn. Plots can be done in numerous sets of scales and coordinates and comparison plots switched in for reference. Element conductivity can either be entered numerically or chosen from a table of standard materials. Ground may be specified. Stacks can only be calculated for symmetrical H-plane arrays. Yagi structures must be plane, only a single reflector is permitted. Double dipoles can be treated. For users who have doubts in the accuracy of the approximations the author recommends cross-checking with NEC (see 4.2.1). Doing so reveals that the last 2 or 3 tenths of a dB in gain maximization are irrelevant in most cases. So beware of gain-fetishism!

### Error Handling:

Most possible errors are detected by the numerous plausibility controls before they can do harm. No crashes were encountered in months of intensive use.

### Documentation:

A comprehensive documentation is provided as a text file. It contains examples, installation hints and many further options which may be substituted for the standard values used in the program as supplied.

One weak point is the missing description of the simulation method used. Only some vague remarks about a method of moments algorithm are given. Because of the high speed of YO it's more probable that a normal impedance matrix method is in use, which assumes a sinusoidal current distribution on the elements. The secret of the accuracy may be a careful calibration of the algorithm to NEC-II by means of fudge-factors, which can compensate for the inherent limitations of the simulation method used.

### Handling and Problems:

The copy protection scheme can lead to problems. Either the distribution diskette gets unreadable or

there are problems to copy the token back to the original diskette. This should be done in another way. Polar plots on the printer are not circular but distorted.

#### 4.2.8 MININEC3

Diese Software wurde im Naval Ocean Systems Center von den gleichen Leuten wie NEC-II entwickelt und ist als Public-Domain-Programm ohne Dokumentation verbreitet worden. Das Handbuch ist nur über U.S.-Regierungsdienststellen erhältlich. Zur Zeit seiner Entwicklung vor ca. 10 Jahren war MININEC ein großer Schritt vorwärts gegenüber den Programmen vom Lawson-Typ, da es erstmals die Momentenmethode auch PC-Benutzern zugänglich machte. MININEC3 wird in einigen Variationen verwendet. Die bekanntesten sind MN und ELNEC, die MININEC3 in eine Menüoberfläche integriert haben. Mittlerweile ist MININEC3, wie man deutlich sagen muß, veraltet und kann allenfalls noch in Benutzerschalen wie MN sinnvoll angewandt werden.

##### Menüstruktur:

MININEC ist eigentlich ein Stapelprogramm. Es liest aber keine vorgefertigten Eingabedateien und speichert sie auch nicht. Die Daten müssen von Hand eingegeben werden und gehen nach dem Programmablauf verloren - natürlich auch bei Fehlern. Die einzige Andeutung eines Menüs ist ein Halt nach der erfolgreichen Prüfung der Eingabedatei mit der Möglichkeit, aus einer Befehlsliste den gewünschten Umfang der Berechnung zu wählen. Die Ausgabe geschieht in Form von Listen.

##### Funktionen:

Obwohl erstaunlich viele der in NEC vorhandenen Berechnungsmöglichkeiten auch in MININEC verfügbar sind (wie Vielfachspeisung, komplexe Erregung, Belastung von Segmenten, idealer oder nichtidealer Boden) ist die Verwendbarkeit durch die geringe Zahl zulässiger Leitersegmente stark eingeschränkt. Nimmt man den Standardwert von 10 Segmenten pro Element an, kann man Yagis mit mehr als einem Dutzend Elemente nur noch als Monopole über einer leitenden Ebene modellieren. Das verdoppelt die Kapazität und ist auch bei

kleineren Antennen zu empfehlen, da die Rechenzeit auf ein Viertel sinkt. MININEC berücksichtigt Endeffekte nicht, der Strom am Elementende wird immer als null angenommen. Dicke Elemente werden vermutlich deshalb weniger genau berechnet und es existiert ein genereller Frequenzfehler zwischen 0.5 und 1%. Die Laufzeiten auf PC vom XT-Typ können im Stundenbereich liegen, deshalb gehört die am Anfang jedes Laufs gegebene Zeitschätzung zu den wenigen angenehmen Zügen des Programms. Der Lauf kann jederzeit abgebrochen werden.

##### Fehlerbehandlung:

Diese fehlt fast völlig. Es gibt lediglich eine Syntaxprüfung der Eingabedaten, die zu Meldungen wie "too many pulses" führen kann. Programmschleifen sind nicht ausgeschlossen.

##### Dokumentation:

Zur getesteten Version lag kein Handbuch vor. Nach früheren Ausgaben zu urteilen ist die Dokumentation umfangreich und, da an den Wissenschaftler gerichtet, schwer verständlich.

**This software was designed for PC-use by the developers of NEC-II at the Naval Ocean Systems Center and distributed as Public Domain software without documentation. The handbook is obtainable through U.S. Government channels only. At the time of appearance about ten years ago MININEC was a great step ahead in comparison to the Lawson type programs because it made method-of-moments computation accessible to PC users. It must be clearly stated, however, that it is outdated and can only be recommended for use within a shell like MN.**

##### Menu Structure:

MININEC is a batch program but does not read or save input files. These must be entered manually and are discarded after the execution and, of course, if the program detects an error. The only trace of a menu is a stop after reading and accepting the input data where one can choose from a set of commands what the computation should contain. Output is in the form of lists.

<b>Klassifikation Antennensimulationsprogramme (Classification)</b>	
Name	MININEC
Version	3.13
Hersteller/	ACES, Public Domain/Part of NEEDS 2.0
Hardware	AT
Coprocessor	yes
Display Adapter	n/a
Drucker/Printer	needle
Betriebssystem/Operating System	DOS
Speicherbedarf/Memory Req.	500 KB
Plattenplatzbedarf/Disk Space	
Methode/Method:	Moments with Pulse-Basisfunctions
<b>Simulations-Funktionen (Yagis):</b>	
Geometrie	3-dim
Multiple Reflektoren	yes
Strahler/Feeder	any structure
Anpaßglieder/Matching	any structure
Boomkorrektur/Bommcorr.	no
Yagigruppen/Arrays	yes, but limited by small number of segments
Umgebung/Environment	Free Space and conducting earth
<b>Elektrische Parameter</b>	
Richtfaktor/Directivity	yes
Richtdiagramm/Pattern	yes
Skineffekt	no
Impedanz	yes
<b>Sonderfunkt./Special Functions</b>	
<b>Leistungsumfang/Features</b>	
Max. Zahl der Elemente/No. of El.	13 (26)/127 segments
Geschwindigkeit/Speed (sec)	ca. 200
<b>Benutzerinterface/Userinterface</b>	
Parametereingabe/Param.-Input	direct/interpretative
<b>Ergebnisdarstellung/Display of Result</b>	
Num. Ergebnisse/Numerical Results	file
Diagramm/Pattern	file
Strombelegung/Currents	file
Print Screen/Plot	no
Help-Funktion	no
<b>Dokumentation</b>	
Umfang (Seiten)/Pages	50
Qualität/Quality	good
Bekannte Fehler/Bugs	systematic frequency offset (ca. 0,8 %)

**Functions:**

Although astonishingly many features of NEC are available in MININEC (like multiple feedpoints, complex excitation, loading of segments, perfect or imperfect ground) the function is severely limit-

ed by the low number of segments that can be specified. If one considers ten segments per element as standard, Yagis with more than a dozen elements can only be modelled as rows of monopoles above a ground plane. This procedure doubles the capacity and is helpful with short arrays

because it cuts computation time by four. MININEC does not treat end effects, it assumes currents at element ends to be zero. This may be the reason why thick elements are not modelled too well and a general frequency offset between 0.5 and 1% exists.

Run times on XT type PCs can be in the hours range, an estimate of expected time is one of the nicer features. Computation may be disrupted.

#### **Error Handling:**

This is practically non-existent. Except for a syntactical check of input data which may result in messages like "too many pulses". Little help is given. Loops are possible.

#### **Documentation:**

No handbook of the version tested was at hand but judging from the earlier versions information is comprehensive but hard to understand because it was aimed at scientists.

### **4.2.9 ELNEC**

ELNEC besteht aus einem modifiziertem MININEC3 und einer Benutzeroberfläche, welche die Bedienung vereinfacht und Bildschirmausgaben unterstützt.

#### **Menüstruktur:**

Das Menü besteht nur aus einem Bildschirm, der nicht weiter in Pop-UP Untermenüs verzweigt. Die Ergebnisse kann man sich auf dem Bildschirm ansehen, in eine Datei ablegen oder drucken. Ein Editor für die Eingabedaten ist integriert. Der Editor erlaubt Spezifikation von Yagistrukturen, hat aber, da er allgemein gehalten ist, die komplizierte Eingabestruktur von MININEC beibehalten. Das erleichtert die Spezifikation von Yagi-Strukturen nicht.

Die Bedienung des Menüs ist unübersichtlich, unständig und schwierig.

#### **Funktionen:**

Die Grundfunktionen sind die gleichen wie bei MININEC, erlaubt aber ein vereinfachtes Eingabeformat und die Speicherung der Dateien für Kor-

rektur und Wiederverwendung. Die VIEW-Funktion zeigt nicht die Liste der Koordinaten wie bei MININEC, sondern eine Projektion des Antennenmodells.

Als zusätzliche Funktionen gibt es die Möglichkeit, leitenden Boden mit frei wählbarer Leitfähigkeit zu rechnen. Weiterhin werden Skin-Verluste gerechnet, sogar für magnetische Materialien. Der Vergleich der Ergebnisse für Skin-Verluste mit NEC-II zeigt eine exzellente Übereinstimmung.

#### **Fehlerverhalten:**

Die Eingabedaten werden geprüft und bei fehlerhaften oder unsinnigen Eingabe zurückgewiesen. Abstürze wurden nicht beobachtet.

#### **Dokumentation:**

Die Dokumentation ist umfassend und enthält zahlreiche Beispiele und Tips für die Installation.

ELNEC ist based on a modified MININEC3 code and an interactive user interface on top.

#### **Menu Structure:**

The user interface is realized as a single screen. The user has to type in commands. A selection of allowed commands is highlighted on the screen. An integrated editor enables the user to specify, store and recall description of antenna structures in terms of wires (MININEC like). The editor is general and not adapted specially to yagi structures. That makes specification of yagi structures somewhat cumbersome.

The operating of the user interface is complicated, cumbersome and prone to mistakes. It's not suggestive or easy.

#### **Functions:**

The basic functions are as in MININEC3. But any data can be stored, recalled and modified. VIEW- and PLOT functions are integrated. The main advantage in comparison to MININEC is added code for calculating semiconducting earth and - especially valuable for VHF-yagis- skin losses even for magnetic materials. This can be considered as a major improvement. Comparison with NEC-II shows an excellent agreement for the loss figures.

<b>Klassifikation Antennensimulationsprogramme (Classification)</b>	
<b>Name</b>	ELNEC
<b>Version</b>	2.08N
<b>Hersteller/Distributor</b>	Roy Lewallen, W7EL
<b>Hardware</b>	AT
<b>Coprocessor</b>	w/ and w/o
<b>Display Adapter</b>	n/a
<b>Drucker/Printer</b>	needle,HP Laserjet
<b>Betriebssystem/Operating System</b>	DOS
<b>Speicherbedarf/Memory Req.</b>	500 KB
<b>Plattenplatzbedarf/Disk Space</b>	
<b>Methode/Method:</b>	Moments with Pulse-Basisfunctions, enhanced MININEC3 code
<b>Simulations-Funktionen (Yagis):</b>	
<b>Geometrie</b>	3-dim
<b>Multiple Reflektoren</b>	yes
<b>Strahler/Feeder</b>	any structure
<b>Anpaßglieder/Matching</b>	any structure
<b>Boomkorrektur/Bommcorr.</b>	no
<b>Yagigruppen/Arrays</b>	yes, but limited by small number of pulses
<b>Umgebung/Environment</b>	Free Space and earth with any conductivity
<b>Elektrische Parameter</b>	
<b>Richtfaktor/Directivity</b>	yes
<b>Richtdiagramm/Pattern</b>	yes
<b>Skineffekt</b>	yes
<b>Impedanz</b>	yes
<b>Sonderfunkt./Special Functions</b>	Scaling
<b>Leistungsumfang/Features</b>	
<b>Max. Zahl der Elemente/No. of El.</b>	13 (26)/127 Pulses
<b>Geschwindigkeit/Speed (sec)</b>	200
<b>Benutzerinterface/Userinterface</b>	
<b>Parametereingabe/Param.-Input</b>	
<b>Ergebnisdarstellung/Display of Result</b>	screen
<b>Num. Ergebnisse/Numerical Results</b>	screen
<b>Diagramm/Pattern</b>	screen
<b>Strombelegung/Currents</b>	screen
<b>Print Screen/Plot</b>	yes
<b>Help-Funktion</b>	no
<b>Dokumentation</b>	
<b>Umfang (Seiten)/Pages</b>	75
<b>Qualität/Quality</b>	good
<b>Bekannte Fehler/Bugs</b>	

**Error handling:**

Erroneous input data are rejected and error messages indicating the error type are generated. No crash was observed.

**Documentation:**

The documentation is comprehensive and contains numerous examples and installation hints.