

3 Der PC als Längstwellenempfänger

Ein PC mit aufgespieltem 32-Bit-Windows-Betriebssystem (Window95, Windows98, Windows NT4.0, usw.) und eingebauter Soundkarte ist sehr schnell in einen leistungsfähigen Empfänger für Frequenzen unter 24 kHz „umgerüstet“. Man braucht nur eine leicht anzufertigende Antenne und mindestens ein Programm zur FFT-Analyse von Niederfrequenzsignalen, welches man umsonst aus dem Internet herunterladen kann!

3.1 Antenne

Es gibt mehrere Möglichkeiten, eine Längstwellenantenne für den PC zu realisieren. Die einfachste Variante besteht darin, einen langen Draht an den Soundkarteneingang anzuschließen. Da aber ein solcher Draht sehr viele Störungen aus der Umgebung auffängt und sich leicht elektrostatisch

auflädt, was unter Umständen die Soundkarte beschädigen kann, ist hiervon eher abzuraten. Besser ist es, wie für den Empfang von Lang- und Mittelwellen auch, eine induktive Antenne zu verwenden. Diese Antenne braucht, im Unterschied zu den Ferritantennen, die in vielen Radios für den Empfang von Lang- und Mittelwellen verwendet werden, keinen bestimmten Induktivitätswert. Es ist auch kein parallel geschalteter Drehkondensator erforderlich!

Jede handelsübliche Drahtrolle isolierten Schaltdrahtes kann daher prinzipiell als Längstwellenantenne für den PC verwendet werden, so dass das mühsame und zeitraubende Wickeln einer geeigneten Spule hierfür nicht notwendig ist. Es empfiehlt sich aber, um auch sehr schwache Signale empfangen zu können, eine Spule mit möglichst vielen Windungen zu benutzen. Auch eine



Bild 3: Längstwellenantenne des Autors, bestehend aus der Reihenschaltung von vier Rollen isoliertem Schaltdraht

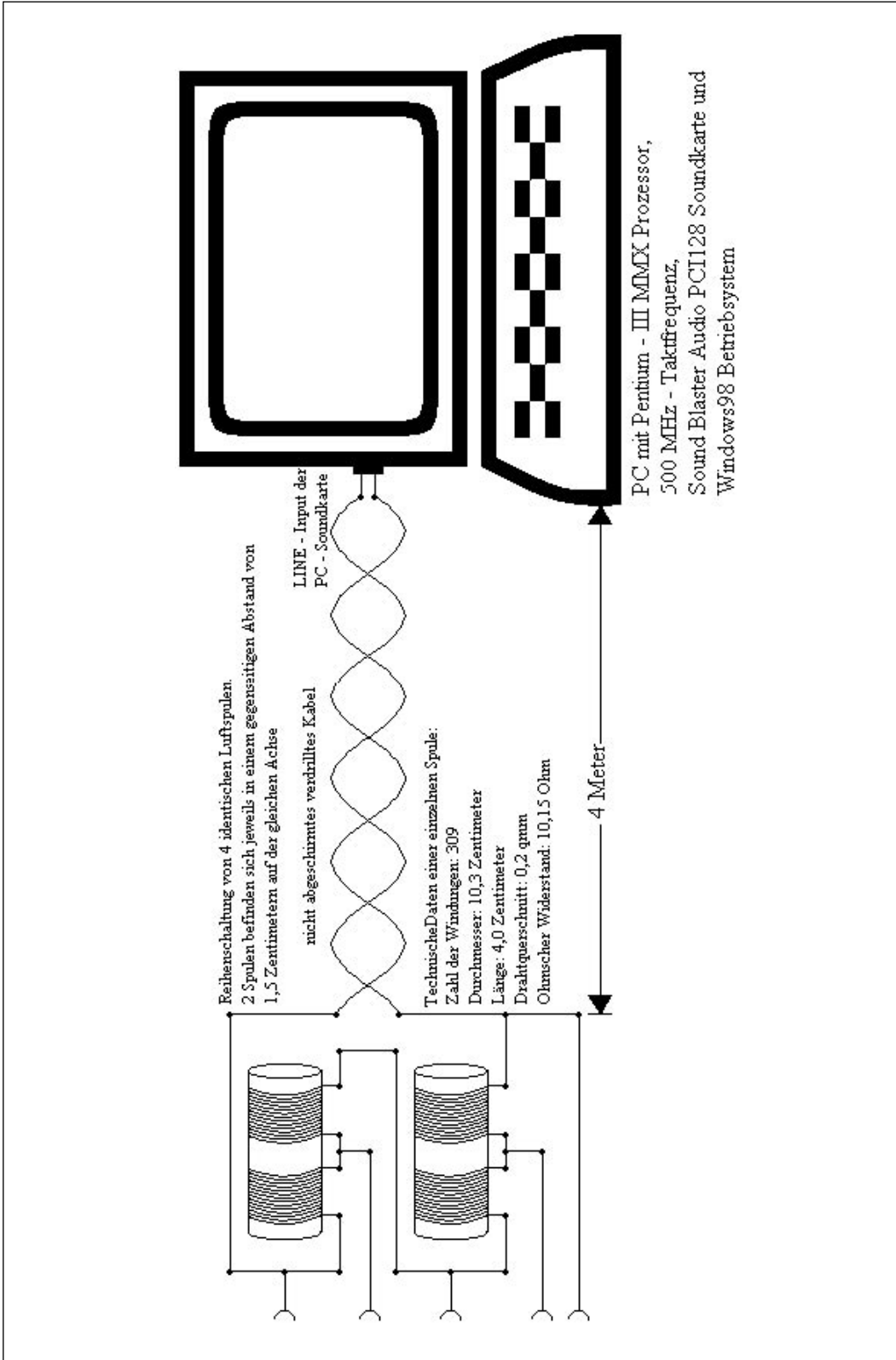


Bild 4: Die vom Autor verwendete Hardware für den Längswellenempfang, mit der alle in diesem Buch abgebildeten Spektrogramme erstellt wurden.

Reihenschaltung mehrere Spulen ist möglich, allerdings muss dann auf den Windungssinn der einzelnen Spulen geachtet werden, da sich sonst die in diesen Spulen induzierten Signale gegenseitig auslöschen. Im einschlägigen Fachhandel werden für alle gängigen Soundkarteneingänge Stecker mit angelöteten Kabel angeboten, so dass auch das oft lästige Zusammenlöten dieses Steckers entfällt.

Da der PC selbst auch Störstrahlung im Längstwellenbereich emittiert, sollte die Antenne aber nicht unmittelbar an das Kabel dieses Steckers angeschlossen, sondern über ein mehr oder minder langes zweipoliges Kabel mit ihm verbunden werden. Der Abstand Antenne-PC sollte, um nicht zuviel Störstrahlung vom PC zu empfangen, wenigstens einen Meter betragen.

In ihrer einfachsten Form (Stecker für Soundkarte, ca. 1 m langes einpoliges Kabel und eine Rolle isolierter Schaltdraht) kostet eine VLF-Antenne für den PC nur ca. 10 bis 15 Euro und ist binnen weniger Minuten zusammengebaut!

Die Antenne kann sowohl drinnen wie draußen aufgestellt werden, allerdings empfiehlt sich bei Stahlbetonbauten ein Platz in Fensternähe. Wegen der im VLF-Bereich üblichen, vertikalen Polarisation sollte die Achse der Empfangsspule stets parallel zum Erdboden sein.

PC-Monitore mit Bildröhre sind besonders starke Störstrahlungsquellen. Es empfiehlt sich, wenn kein strahlungsarmer Flachbildschirm vorhanden ist, entweder einen Abstand Antenne-Monitor von 5 m oder mehr einzuhalten bzw., wenn dies nicht möglich ist, die Signale bei abgeschaltetem Monitor zeitgesteuert, automatisch als Sounddatei (im „wav“- oder „mp3“-Format) oder als Spektrogramm (Zeit-, Intensitäts-, Frequenz-Diagramm) aufzuzeichnen und zu einem späteren Zeitpunkt zu analysieren.

Weitere Störquellen für VLF-Strahlung sind Fernsehgeräte, Schaltnetzteile, Leuchtstofflampen und Energiesparlampen. Man sollte die Antenne möglichst weit von diesen Geräten entfernt aufstellen, wenn während deren Betrieb Längstwellen empfangen werden sollten.

Für eine höhere Empfindlichkeit ist es auch möglich einen Vorverstärker zu verwenden. Dieser sollte aber nach Möglichkeit batteriegespeist sein, denn bei einer Speisung über einen Netztransformator können auch unerwünschte Störsignale aus dem Stromnetz mitverstärkt werden.

3.2 Festlegung des Soundkarteneingangs

Nachdem die Antenne an den Soundkarteneingang angeschlossen wurde, muß am PC der Signaleingang eingestellt werden. Hierzu wird mit der rechten Maustaste auf das Lautsprechersymbol am rechten Ende der Taskleiste geklickt. Es erscheint ein Popup-Menü, auf dem die Option „Lautstärke“ auszuwählen ist. Auf dem sich dann öffnenden Dialog „Lautstärkeregelung“, sind der Menüpunkt „Optionen“ und der Untermenüpunkt „Eigenschaften“ auszuwählen.

Es erscheint ein zweiter Dialog, auf dem „Aufnahme“ auszuwählen und der „OK“-Knopf anzuklicken ist. Wichtig ist, dass in der Checkbox unter „Folgende Lautstärkeregler anzeigen“ ein Haken für den Soundkarteneingang, an dem die Antenne angeschlossen ist (meist ist dies der „Line“- oder der „Mic“-Eingang), gesetzt ist, da sonst keine Einstellungen für diesen Eingang im Dialog „Aufnahmeregelung“ getroffen werden können.

Nun kann im Fenster „Aufnahmeregelung“ der gewünschte Soundkarteneingang festgelegt werden. Der diesem Eingang zugeordnete Lautstär-



Bild 5: Windows-Taskleiste mit Lautsprechersymbol

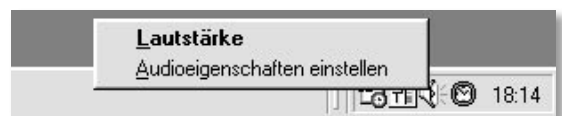


Bild 6: Windows Taskleiste mit geöffneten Popup-Menü

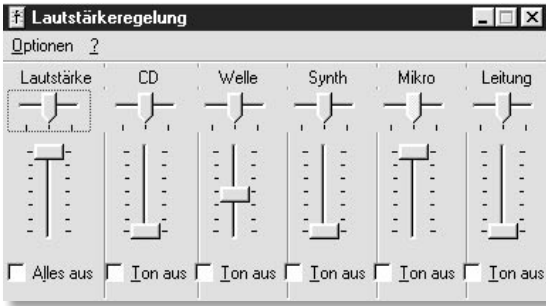


Bild 7: Dialog „Lautstärkeregelung“

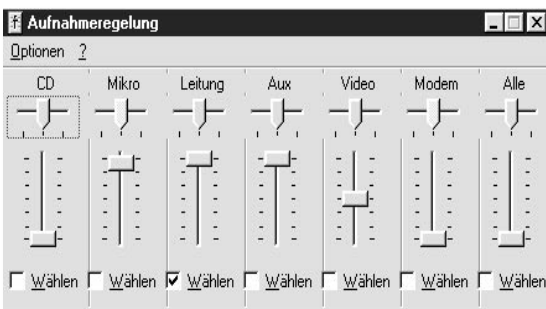


Bild 9: Auswahl des Eingangs „Leitung“ („Line“) für den Anschluss der Längswellenantenne

keregler sollte für VLF-Empfang voll aufgedreht und der entsprechende Balanceregler in Mittelstellung gebracht werden. Nach Schließen dieses Dialoges sind die entsprechenden Einstellungen gespeichert, die selbstverständlich jederzeit geän-

dert werden können, falls zum Beispiel eine Spektralanalyse eines Schallsignals, das über einen anderen Soundkarteneingang in den PC eingespeist wird, durchgeführt werden soll.

3.3 Analysesoftware

Zum Empfang von Längswellensignalen ist eine Software zur Spektralanalyse von Tonfrequenzsignalen erforderlich. Diese Software bestimmt mit Hilfe einer FFT (Fast Fourier Transformation = schnelle Fouriertransformation) zu einem gegebenen Zeitpunkt die Intensität eines Signals für eine gegebene Frequenz und stellt das Ergebnis graphisch in geeigneter Form dar. Das so erhaltene Frequenz-Zeit-Intensitäts-Diagramm wird als Spektrogramm bezeichnet.

Dafür sind verschiedene Darstellungsformen üblich und zwar zweidimensionale Darstellungen, in denen die Intensität durch verschiedene Farben oder Grautöne repräsentiert wird, sowie auch dreidimensionale Darstellungen. Allen Spektralanalyse-Programmen ist die Möglichkeit gemeinsam, die Samplerate, die FFT-Größe sowie den zu untersuchenden Frequenzbereich einstellen zu können.

Die Samplerate bezeichnet die zeitliche Auflösung, mit der das analoge Soundkarten-Eingangssignal von der Soundkarte digitalisiert und verarbeitet wird. Ihr Wert bestimmt die höchste empfangbare Frequenz, deren Wert

$$(1) f = \frac{\text{Samplerate}}{2}$$

lautet.

Für eine maximale Empfangsfrequenz von 24 kHz (handelsübliche Soundkarten können keine Eingangssignale mit höherer Frequenz verarbeiten) muss man also die Samplerate auf 48000 Hertz setzen.

Mit der FFT-Größe wird die Anzahl der Punkte, für die eine Analyse durchgeführt werden soll, festgelegt. Je höher ihr Wert, um so größer ist auch

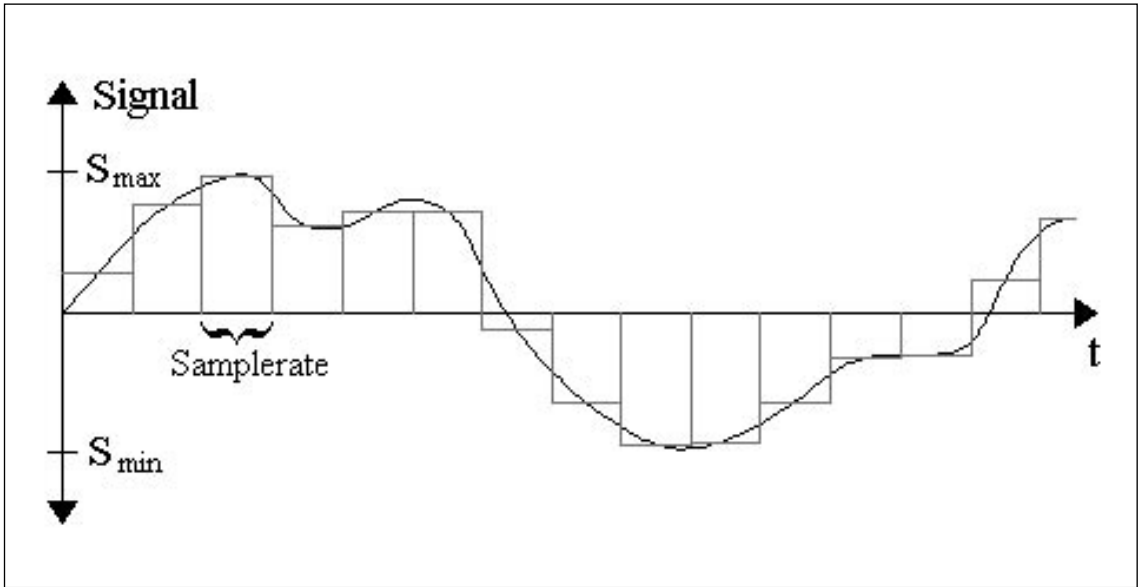


Bild 10: Veranschaulichung der Samplerate

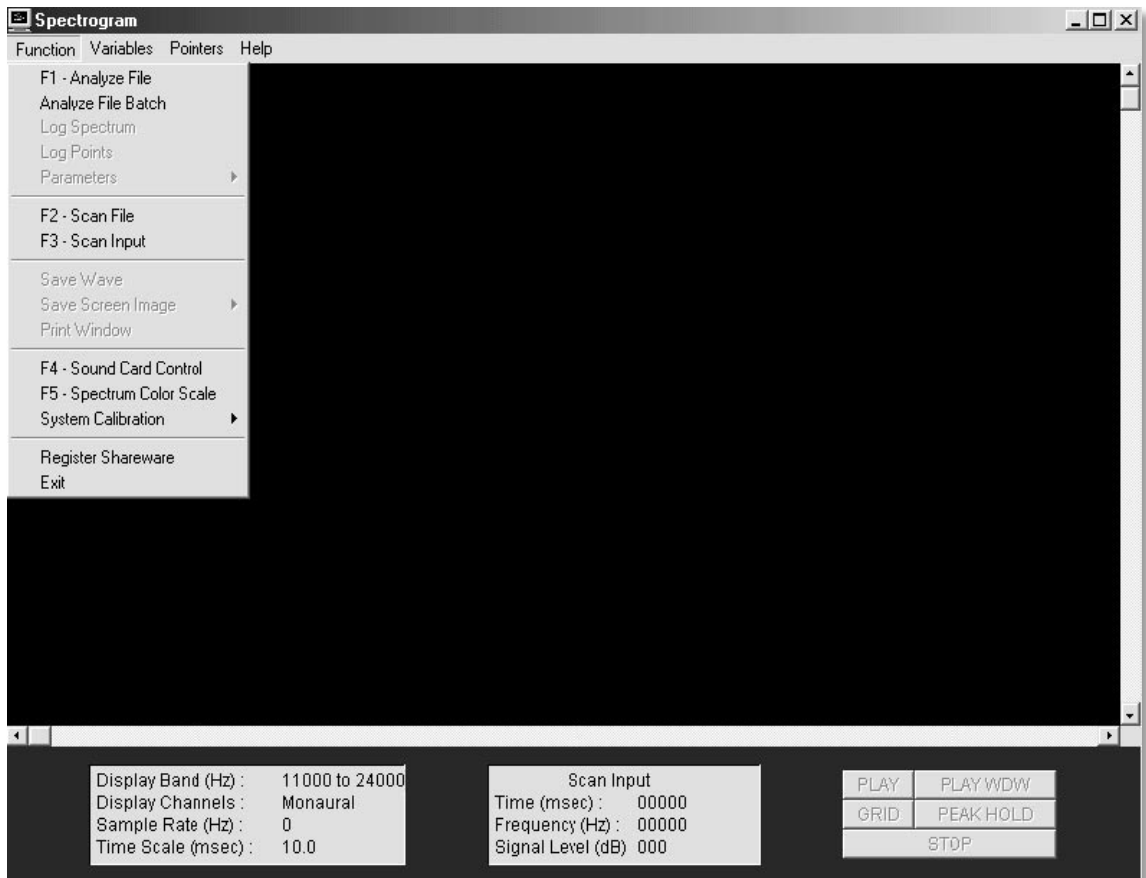


Bild 11: Hauptdialog mit Menü

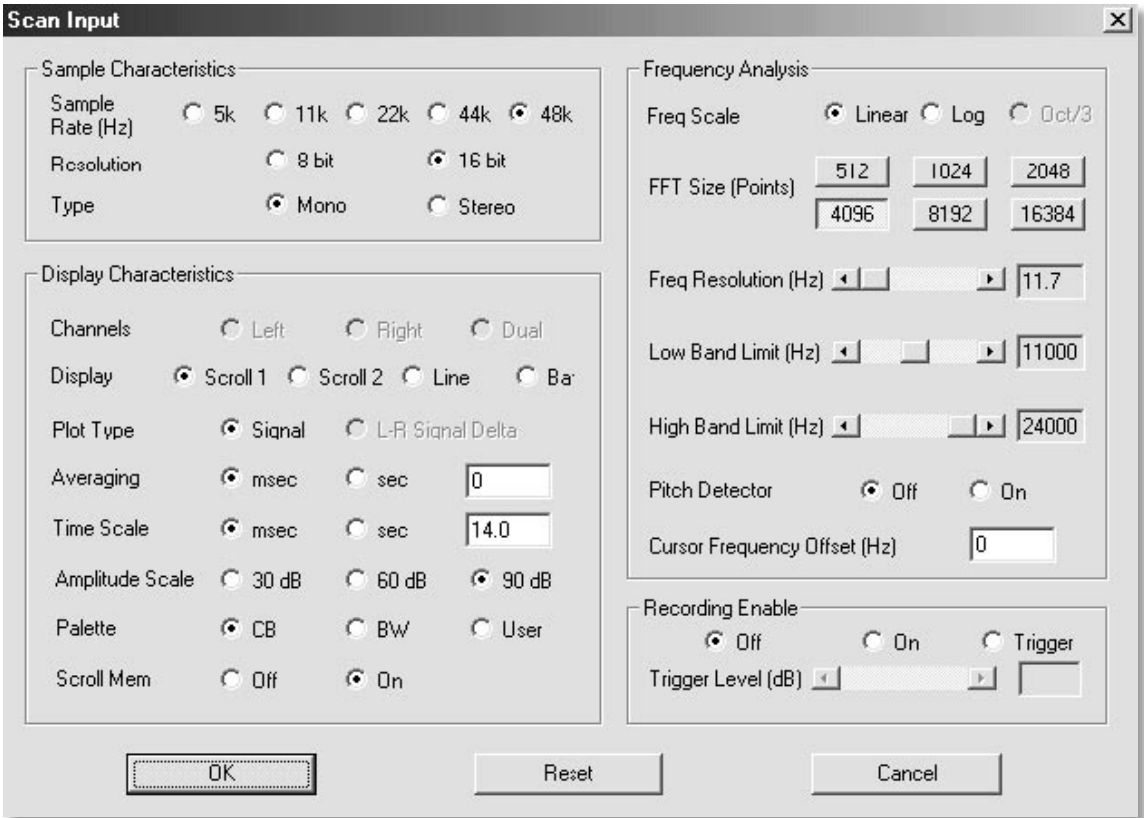


Bild 12: Dialog zur Einstellung der FFT

die Frequenzauflösung, welche aus der Formel

$$(2) \text{ Frequenzauflösung} = \frac{\text{Samplerate}}{\text{FFT - Größe}}$$

folgt. Auch geht eine hohe Frequenzauflösung immer auf Kosten der zeitlichen Auflösung, denn es kann pro Sample-Vorgang nur ein Wert verarbeitet werden. Deshalb ist ein Zeitraum der Länge FFT-Größe : Samplerate erforderlich, um alle Punkte abzuarbeiten. Daraus folgt für die Zeitauflösung folgender Wert:

$$(3) \text{ Zeitauflösung} = \frac{\text{FFT - Größe}}{\text{Samplerate}} = \frac{1}{\text{Frequenzauflösung}}$$

Aus anzeigetechnischen Gründen (beschränkte Auflösung des Monitors) können nicht immer die maximal möglichen Auflösungen erreicht werden.

Da alle FFT-Analyseprogramme sehr viel Rechenleistung vom Prozessor des verwendeten PCs erfordern, sollte man, wenn der Computer eine FFT-Analyse durchführt, keine unnötigen Programme laufen lassen. Es empfiehlt sich, stets auch den Bildschirmschoner zu deaktivieren.

Manche Programme bieten die Möglichkeit, die Analyse zeitgesteuert automatisch durchzuführen und die hierbei erhaltenen Spektrogramme als Grafikdateien im „bmp“ oder „jpg“-Format zu speichern. Diese Methode bietet zwei Vorteile:

- Man kann alle Vorgänge im VLF-Bereich aufzeichnen, ohne vor dem Computer sitzen zu müssen
- Der Computermonitor, der eine starke Quelle von Störstrahlung im Längswellenbereich darstellt, kann während der Analyse ausgeschaltet bleiben, so dass keine Störsignale vom Monitor registriert werden.

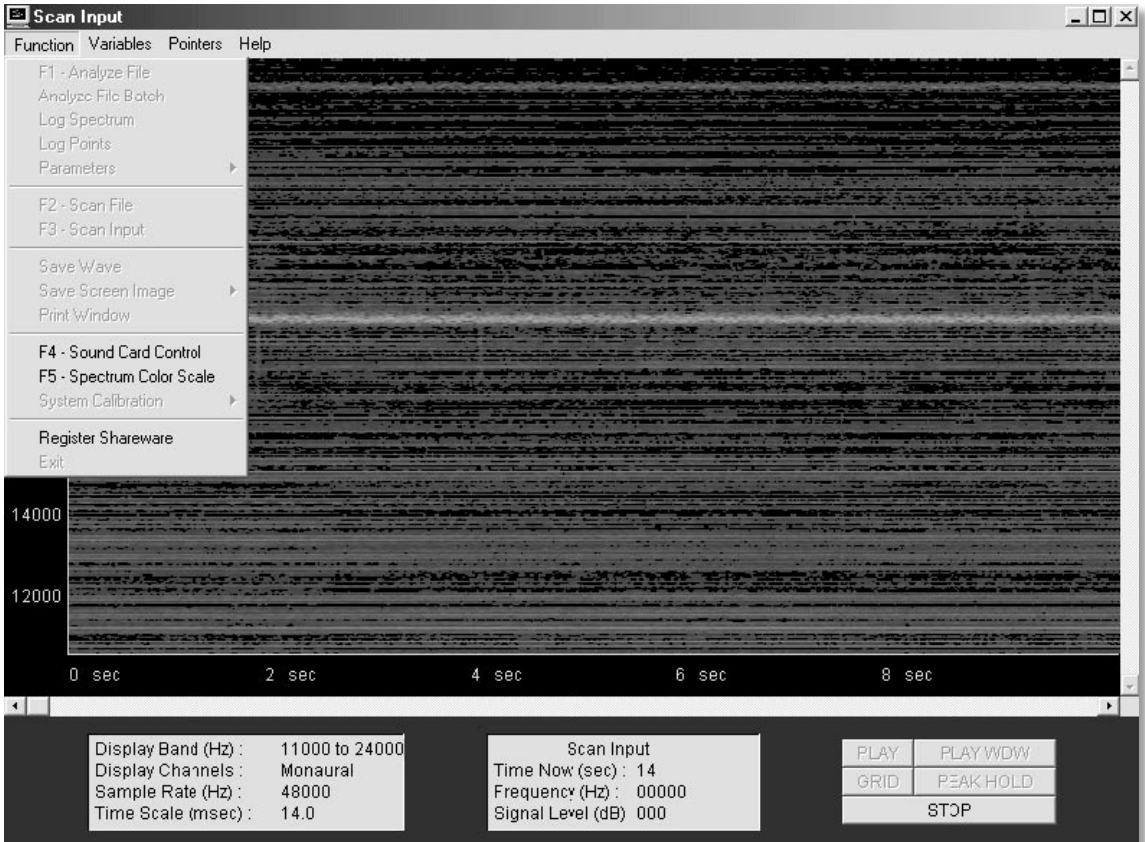


Bild 13: Hauptdialog mit Menü während einer Analyse

Zu beachten ist aber, dass für diese Anwendung alle Energiesparoptionen deaktiviert werden. Auch der Bildschirmschoner sollte während einer zeitgesteuerten automatischen Analyse stets deaktiviert werden. Er ist bei diesem Prozess, da der Monitor in der Regel abgeschaltet ist, sowieso überflüssig und verbraucht nur unnötige Rechenleistung. Die Deaktivierung von Bildschirmschonern und Energiesparoptionen ist im Kapitel „Einrichtung des automatischen Betriebes“ beschrieben.

Es gibt sowohl kommerzielle Programme als auch Freeware-Programme zur FFT von Niederfrequenzsignalen. Da für alle praktischen Zwecke die Freewareprogramme „Spektrogram“ und „SpecLab“ vollauf genügen, werden im folgenden die für den Längstwellenempfang wichtigsten Funktionen beider Programme, deren Installation und Betrieb auf den meisten modernen PCs (Hardware ab Pentium I, Betriebssystem Windows 95 oder höher) keine Probleme bereitet, be-

handelt. Da beide Computerprogramme von ihren Autoren ständig weiterentwickelt werden, können die Dialoge der aktuellen Versionen von den hier abgebildeten Dialogen durchaus abweichen, allerdings werden die im folgenden beschriebenen Funktionalitäten auch bei diesen Versionen stets gegeben sein.

Im übrigen sollte noch der Hinweis erfolgen, dass man zwar auf seinem PC theoretisch beliebig viele Programme zur FFT-Analyse von Soundkartensignalen aufspielen kann, aber nicht gleichzeitig mit mehreren Programmen, Signale, die von der gleichen Soundkarte verarbeitet werden, analysieren kann!

3.3.1 Spektrogram

Das Programm „Spektrogram“, das man von <http://www.monumental.com/rshorne/gramdl.html> als