

**Erzeugung benutzerdefinierte Kurven für die EAC-S**  
Stand 10.12.2008

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	2
2	Aufbau der WAV-Datei.....	3
3	Erstellen einer WAV-Datei für die EAC aus SwitcherCAD (Linear Technologie).....	4
4	Erstellen oder Bearbeiten einer WAVE-Datei mit einem WAVE-Editor.....	5
5	Erstellen einer WAV-Datei über Makros.....	8

## 1 Einleitung

Das WAV-Format ist ein Teilformat des „Resource Interchange File Format“ (RIFF). Dieses Format ist ein von Microsoft definiertes Containerformat zur Speicherung von Multimedia-Daten und Streams für Windows-Betriebssysteme. Der Aufbau dieses Formats wird bei der EAC-S zur Speicherung der Benutzerdefinierten Kurvenformen genutzt. Für die EAC-S interessiert dabei nur ein Teilbereich des RIFF, das WAV-Format.

Bei der EAC-S besteht eine Vollwelle aus 3600 Stützstellen. Jede Stützstelle ist ein vorzeichenbehafteter 16-Bit Wert.

Um zu einer für die EAC geeigneten WAVE-Datei zu kommen gibt es verschiedenen Möglichkeiten. Die einfachste ist, einen geeigneten WAVE-Editor zu benutzen. Eine für technische Anwendungen besonders interessante Möglichkeit ist das Exportieren einer WAVE-Datei aus einer Schaltungssimulations-Software. Wenn die gewünschten Daten numerisch vorliegen, bietet sich der Einsatz eines Makros für eine Tabellenkalkulations-Software an. Alle genannten Möglichkeiten werden in diesem Dokument beschrieben.

## 2 Aufbau der WAV-Datei

Der Aufbau der Wave-Datei ist für die Verwendung der Wave-Dateien nicht unbedingt erforderlich. Zum erstellen eigener Konverter oder Makros können diese Informationen nützlich sein. Daher wird dieses Dateiformat her kurz beschrieben.

Format der WAV-Datei:

Speicherfolge: LSB zuerst

uint16: LSB, MSB

uint32: LSB, Byte2, Byte3, MSB

Aufbau der Datei:

Offset	Größe	Name	Funktion	Wert bei der EAC
1. RIFF header:				
0x00	uint32	ChunkID	Kennung ("RIFF")	"RIFF"
0x04	uint32	ChunkSize	Größe der Datei <file length-8>	0x00001c44
0x08	uint32	Format	Kennung ("WAVE")	"WAVE"
2. fmt chunk				
0x0c	uint32	Subchunk1ID	Kennung ("fmt ")	"fmt " (Leerzeichen nicht vergessen!)
0x10	uint32	Subchunk1Size	Länge des fmt-chunk	0x00000010 (=16 Bytes)
0x14	uint16	AudioFormat	1 = Linear PCM	0x0001
0x16	uint16	NumChannels	Anzahl der Audiokanäle	0x0001 (=1 Channel)
0x18	uint32	SampleRate	Abtastrate (Sample/s)	0x0002bf20 (Siehe Anmerkung 1)
0x1c	uint32	ByteRate	$== \text{SampleRate} * \text{NumChannels} * \text{BitsPerSample}/8$	0x00057e40 (Siehe Anmerkung 2)
0x20	uint16	BlockAlign	Anz. der Bytes für einen kompletten Sample aller Kanäle (= $\text{NumChannels} * \text{BitsPerSample}/8$ )	0x0002 (= 2 Bytes)
0x22	uint16	BitsPerSample	(z.B. 8 oder 16)	0x10 (= 16 Bit)
3. data chunk				
0x24	uint32	Subchunk2ID	Kennung ("data")	"data"
0x28	uint32	Subchunk2Size	Länge des data-chunk ( $== \text{NumSamples} * \text{NumChannels} * \text{BitsPerSample}/8$ )	0x00001c20 (=7200 Bytes, = 3600 Samples * 2 Byte/Sample)
0x2c	???	data	Audiodaten	7200 Bytes

Anmerkungen:

1: Die Abtastrate ist nicht wichtig, da die EAC immer die ersten 3600 Samples verwendet.

2: ByteRate ist bei der EAC-S üblicherweise = 2 \* SampleRate

Hier ein Dump des Heaters:

0000h: 52 49 46 46 44 1C 00 00 57 41 56 45 66 6D 74 20

0010h: 10 00 00 00 01 00 01 00 20 BF 02 00 40 7E 05 00

0020h: 02 00 10 00 64 61 74 61 20 1C 00 00 dd dd dd dd...

(dd → Wave-Data)

### 3 Erstellen einer WAV-Datei für die EAC aus SwitcherCAD (Linear Technologie)

SwitcherCAD ist eine freie Schaltungssimulationssoftware von Linear Technologie. Diese kann von der Homepage von LT (<http://www.linear.com>) geladen werden. Dort sind auch Einzelheiten und die Lizenzbedingungen zur Verwendung dieser Software zu finden.

Mit SwitcherCAD kann eine Wavedatei aus der simulierten Kurve exportiert werden. Diese Funktion wird in diesem Beispiel genutzt, um eine Kurvenform für die EAC zu generieren.

Zur Erstellung einer wav-Datei kennt LTSpice die Spice-Direktive `.wave`

Syntax:

```
.wave <filename.wav> <Nbits> <SampleRate> V(out)
```

<filename.wav>	Absoluter Path zum Wavefile.
<Nbits>	Datenbreite, sollte bei der EAC 16 Bit sein
<SampleRate>	Samplingrate, Bits/s
V(out)	Signal, das gespeichert werden soll.

Die Bitbreite der EAC beträgt 16 Bit. Bei einer WAV-Datei mit mehreren Kanälen, wird immer der erste Kanal (bei Stereo Audio-L) übernommen. Die EAC verwendet die ersten 3600 Samples.

*Beispiel:*

*Die Periodendauer des Signals ist 20ms (=50Hz). Es soll eine Periode gespeichert werden.*

*SampleRate = 3600 / 20ms = 180 kHz = 180000*

```
.wave C:\test.wav 16 180000 V(n001)
```

Bei LTSpice sind die Daten auf 1V bzw. 1A skaliert. Der Wertebereich für die Datei entspricht demnach +1V..-1V oder +1A..-1A. Um die Dynamik der EAC voll auszunutzen sollte dieser Wertebereich auch genutzt werden. In dem Beispiel `wave_out.asc` ist dies realisiert, indem die zu messende Spannung mit einer Spannungsgesteuerten Spannungsquelle in den entsprechenden Messbereich umgesetzt wird.

Erstellen der WAV-Datei und Laden in die EAC:

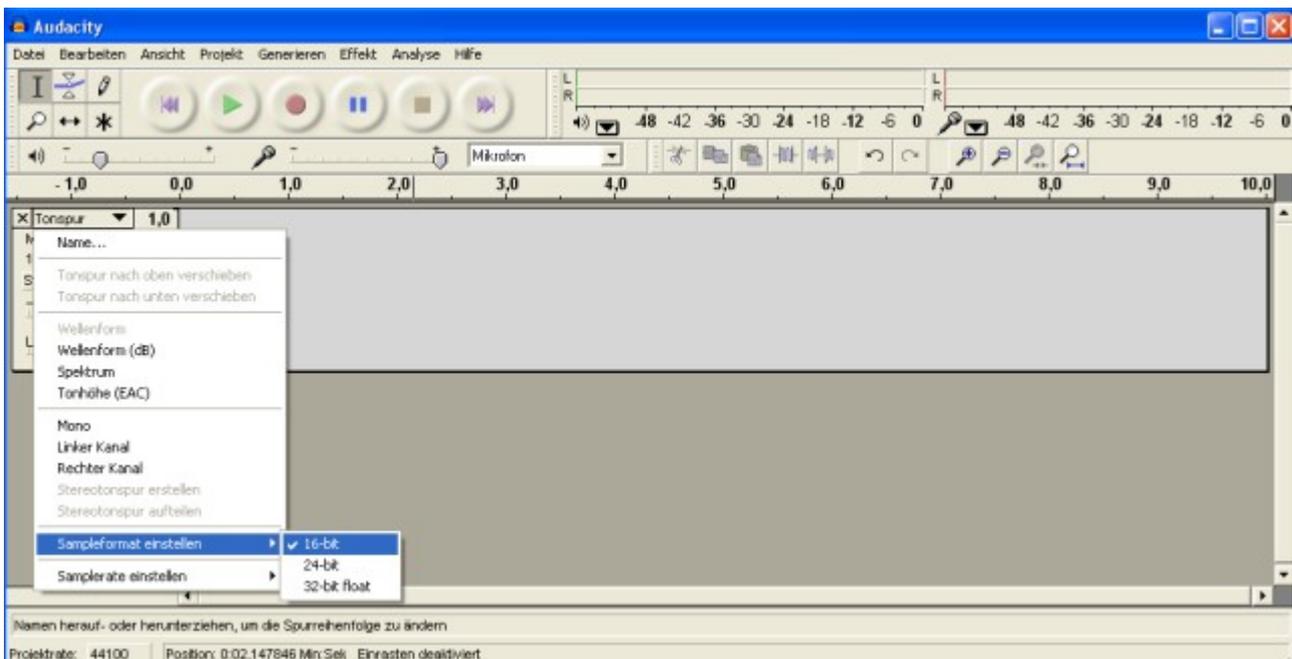
1. Schaltung (`wave_out.asc`) in SwitcherCAD laden.
2. Simulation durch drücken des RUN-Buttons (oder „Run“ im Menü „Simulate“) starten. SwitcherCAD erzeugt die Datei `test.wav` im Verzeichnis `C:\`.
3. Die Datei von `C:\test.wav` auf eine MMC- oder SD-Speicherkarte kopieren.
4. Speicherkarte in die EAC stecken.
5. Taste „Memory“ zweimal drücken und im Listenfeld den gewünschten Speicherplatz (Memory 1 bis 3) wählen.
6. Taste „Setup“ drücken. Jetzt erscheint ein Auswahldialog für Dateien auf der Speicherkarte. Die Datei „test.wav“ auswählen und mit den Drehimpulsgeber „Frequenz/Select“ drücken.
7. Jetzt ist die Datei gespeichert und kann wie eine normale Kurvenform über die Taste Memory ausgewählt werden.

## 4 Erstellen oder Bearbeiten einer WAVE-Datei mit einem WAVE-Editor

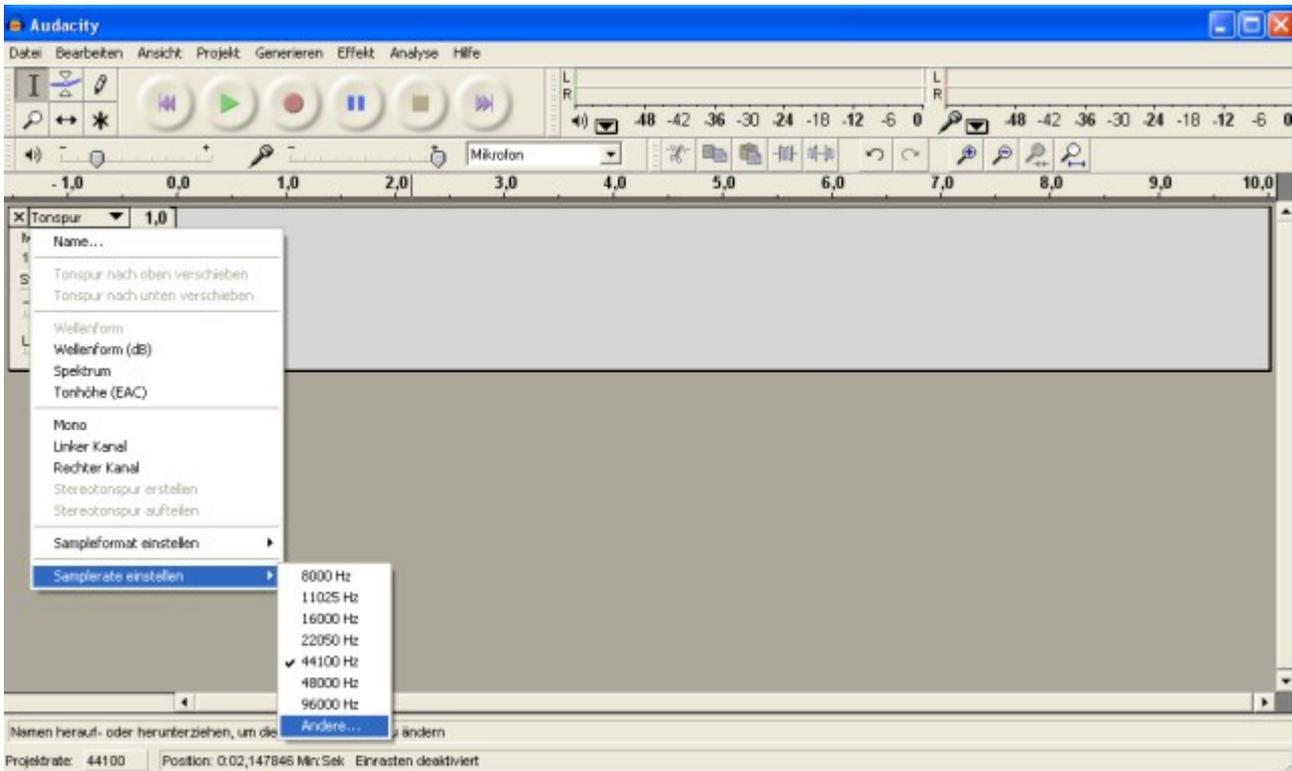
Es gibt verschiedene Wave-Editoren, mit denen für die EAC geeignete Dateien erstellt werden können. Für dieses Beispiel wird der Freie Wave-Editor „Audacity“ verwendet. Diese Software ist für verschiedene Betriebssysteme verfügbar. Mehr Informationen unter <http://audacity.sourceforge.net/>

Erstellen der WAV-Datei und Laden in die EAC:

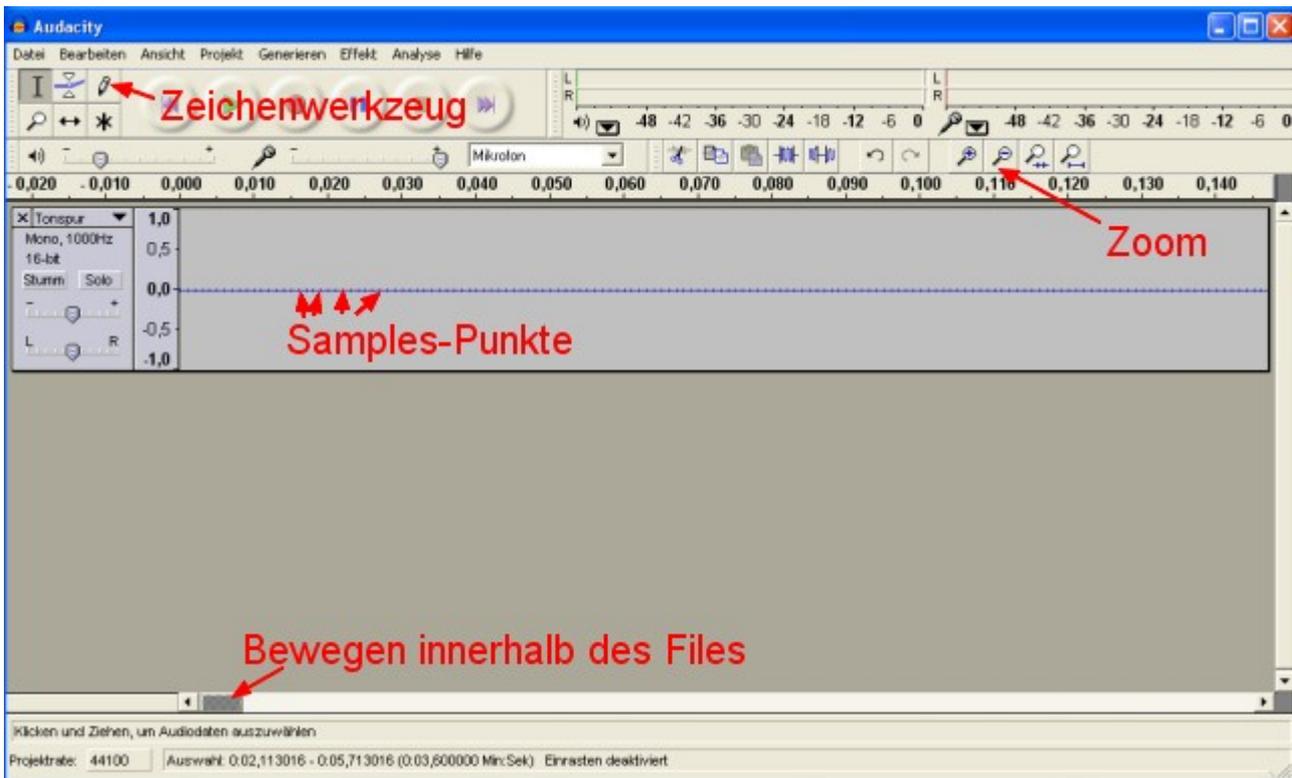
1. Projekt → Neue Tonspur
2. Tonspur → Sampelformat einstellen → 16-bit



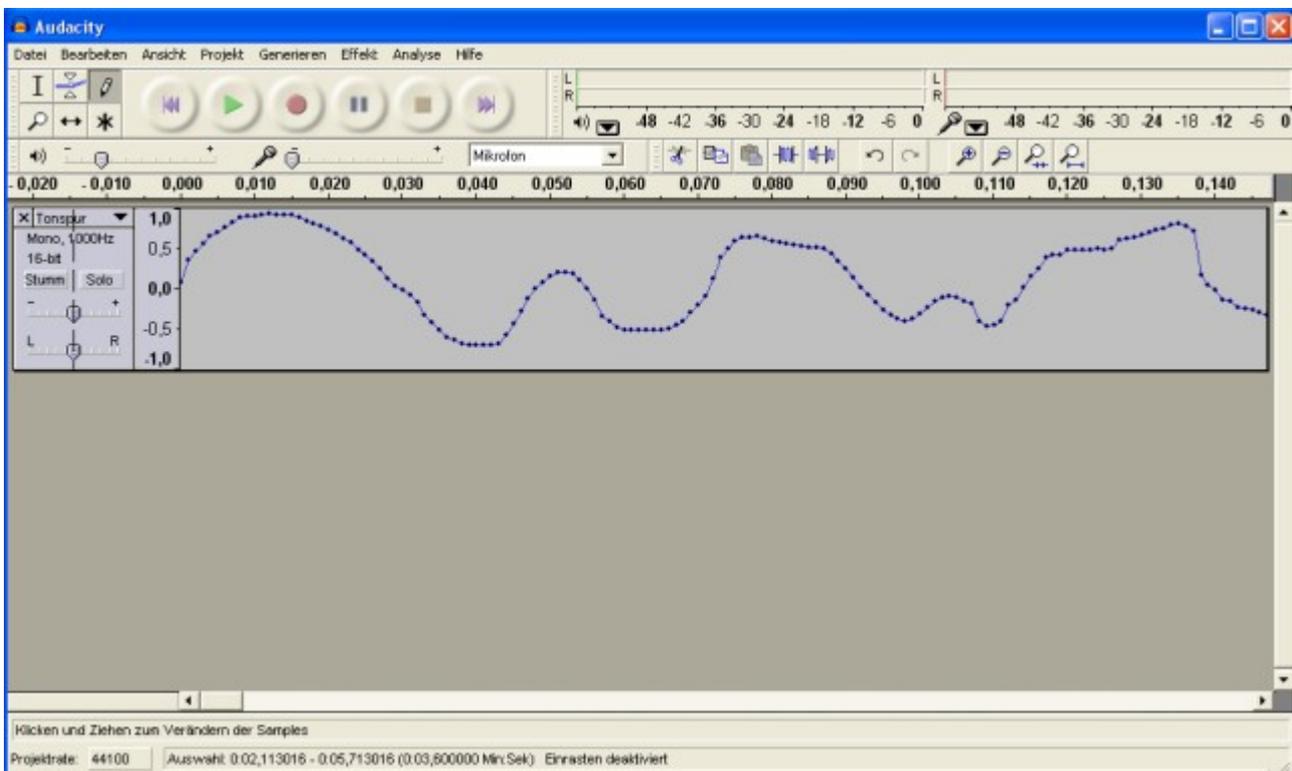
3. Tonspur → Samplerate einstellen → Andere → 1000Hz (Genauer Wert unkritisch)



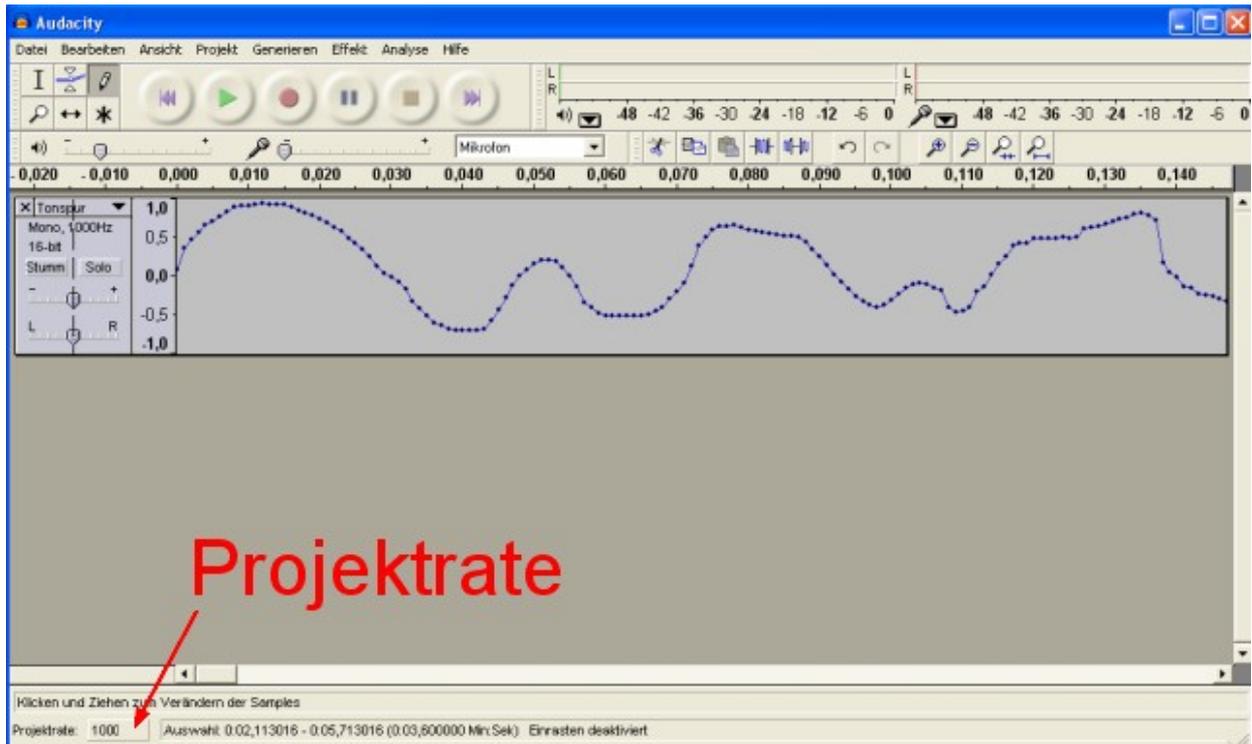
4. Generieren → Silence → 3,6 Sekunden  
(Bei einer Abtastung von 1000Hz entsprechen 3,6 Sekunden genau 3600 Samples)
5. Vergrößern, bis die Samples-Punkte zu sehen sind



6. Jetzt kann das Wave mit dem Zeichenwerkzeug beliebig editiert werden.



7. Projektrate auf 1000Hz einstellen.



8. Datei Speichern
9. Die Datei auf eine MMC- oder SD-Speicherkarte kopieren.
10. Speicherkarte in die EAC stecken.
11. Taste „Memory“ zweimal drücken und im Listenfeld den gewünschten Speicherplatz (Memory 1 bis 3) wählen.
12. Taste „Setup“ drücken. Jetzt erscheint ein Auswahldialog für Dateien auf der Speicherkarte. Die WAV-Datei auswählen und mit den Drehimpulsgeber „Frequenz/Select“ drücken.
13. Jetzt ist die Datei gespeichert und kann wie eine normale Kurvenform über die Taste Memory ausgewählt werden.

## 5 Erstellen einer WAV-Datei über Makros

Da der Header der WAV-Datei für die EAC-S immer gleich bleiben kann, lässt sich relativ einfach ein Makro für Tabellenkalkulation-Software schreiben.

Die ersten 44 Bytes haben immer folgenden Inhalt:

```
0000h: 52 49 46 46 44 1C 00 00 57 41 56 45 66 6D 74 20
0010h: 10 00 00 00 01 00 01 00 20 BF 02 00 40 7E 05 00
0020h: 02 00 10 00 64 61 74 61 20 1C 00 00 01 00 02 00
(Rot: WAVE-Daten)
```

Dann folgen die WAV-Daten als 16-Bit-Integer. Das LSB wird zuerst geschrieben. In dem Beispiel oben sind die ersten beiden Daten 0001h und 0002h.

Beide folgende Makros erzeugen eine WAVE-Datei mit dem Dateiname an Position A1 der Tabellenkalkulation und den Nutzdaten an den Positionen A2..A3601. Der Wertebereich der Daten ist immer 32767 bis -32767.

### Beispielmakro für ODF Tabellendokument (\*.ods)

Dieses Beispiel wurde mit Open Office 2.4.1 getestet.

```
Sub EAC_S_Wave
```

```
Dim FileNr As Integer
Dim FileName As String
Dim HeaderData() As Integer
Dim Doc As Object
Dim Sheet As Object
Dim Cell As Object
```

```
'Initialisiere Header-Data
```

```
HeaderData = Array(&h4952,&h4646,&h1C44,&h0000,&h4157,&h4556,_
&h6D66,&h2074,&h0010,&h0000,&h0001,&h0001,&hFFFFBF20,&h0002,_
&h7E40,&h0005,&h0002,&h0010,&h6164,&h6174,&h1C20,&h0000)
```

```
Doc = StarDesktop.CurrentComponent
Sheet = Doc.Sheets(0)
```

```
Cell = Sheet.getCellByPosition(0, 0)
if(Cell.String = "") then
    MsgBox("Please insert file name at pos A1 (without extention)")
    Exit Sub
endif
```

```
'WAV-Datei öffnen
FileName = Cell.String+".WAV"
FileNr = Freefile
Open FileName For Random As #FileNr
Seek #FileNr,1
```

```
'Headerdaten schreiben
```

```
For i% = 0 To 21
    x% = HeaderData(i%) 'Achtung! Variable nicht direkt zuweisen,
    Put #FileNr,,x%      'da diese intern als Long behandelt wird!
Next i%
```

```
'Wavedaten schreiben
```

```

For i% = 1 To 3600
  Cell = Sheet.getCellByPosition(0, i%)
  x% = Cell.Value
  Put #FileNr, x%
Next i%

Close #FileNr
End Sub

```

### Beispielmakro für Excel Tabellendokument (\*.xls)

```

Sub EAC_S_Wave()

  Dim FileNr As Integer
  Dim FileName As String
  Dim HeaderData As Variant

  'Initialisiere Header-Data
  HeaderData = Array(&H4952, &H4646, &H1C44, &H0, &H4157, &H4556, _
    &H6D66, &H2074, &H10, &H0, &H1, &H1, &HFFFFBF20, &H2, _
    &H7E40, &H5, &H2, &H10, &H6164, &H6174, &H1C20, &H0)

  If (Cells(1, 1).Value = "") Then
    MsgBox ("Please insert file name at pos A1 (without extention)")
    Exit Sub
  End If

  'WAV-Datei öffnen
  FileName = Worksheets("EAC_WAV").Cells(1, 1).Value + ".WAV"
  FileNr = FreeFile
  Open FileName For Random As #FileNr Len = 2
  Seek #FileNr, 1

  'Headerdaten schreiben
  For i% = 0 To 21
    x% = HeaderData(i%) 'Achtung! Variable nicht direkt zuweisen,
    Put #FileNr, , x%      'da diese intern als Long behandelt wird!
  Next i%

  'Wavedaten schreiben
  For i% = 2 To 3601
    x% = Worksheets("EAC_WAV").Cells(i%, 1).Value
    Put #FileNr, , x%
  Next i%

  Close #FileNr
End Sub

```