

Diplomarbeit

## Entwicklung eines 3D-Ultraschallgerätes

erstellt von  
Hans Mustermann  
Matrikel: 123456

Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. R. Orglmeister, TU Berlin  
Betreuer: Dr.-Ing. Sabine Musterfrau, Siemens AG  
Dipl.-Ing. Jens Exempel, TU Berlin

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Elektronik und medizinische  
Signalverarbeitung  
Institut für Energie- und Automatisierungstechnik  
Berlin, Mai 2007



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1. Teil Zwei . . . . .	1
1.2. Teil Zwei . . . . .	2
<b>2. Mathematische Ausdrücke und Formeln</b>	<b>3</b>
2.1. Matrizen . . . . .	3
2.2. Schreibweisen und Formelsatz . . . . .	3
2.2.1. Senkrechte Schreibweise . . . . .	3
2.2.2. Kursive Schreibweise . . . . .	3
2.2.3. Schreibweise des Index . . . . .	4
2.3. Formelsatz . . . . .	4
2.3.1. Formelabstände . . . . .	4
2.3.2. Formelbeispiel . . . . .	5
2.3.3. Weitere Formeln . . . . .	5
2.3.3.1. Fouriertransformation . . . . .	5
2.3.3.2. weitere Transformationen . . . . .	5
2.3.3.3. Große griechische Buchstaben . . . . .	6
2.3.3.4. Weitere Pakete . . . . .	6
<b>3. Grafik und Diverses</b>	<b>7</b>
3.1. Grafiken einbinden . . . . .	7
3.1.1. Standard . . . . .	7
3.1.2. nebeneinander . . . . .	7
3.2. Diverses . . . . .	8
3.2.1. Literaturverweise . . . . .	8
3.2.2. Verweise innerhalb des Dokuments . . . . .	8
3.2.3. Tabellen . . . . .	8
<b>A. Erstellter Programmcode</b>	<b>11</b>
A.1. Matlab-Code . . . . .	11
<b>B. Schaltpläne</b>	<b>13</b>
<b>C. TeX-Editoren und Distributionen</b>	<b>15</b>
C.1. TeXnicCenter . . . . .	15
C.1.1. Ausgabeprofil für diese Vorlage . . . . .	15

C.1.2. Ausgabeprofile selbst Anlegen . . . . .	15
C.2. Weitere Editoren/Distributionen . . . . .	16
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>17</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>19</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>21</b>

# Abkürzungen und Bezeichnungen

AKF	Autokorrelationsfunktion
EKG	Elektrokardiogramm
FFT	Fast Fourier Transformation
VT	Versuchsteilnehmer

---

$P(A)$	Wahrscheinlichkeit für Ereignis A
$G$	Graph
$\mu$	Mittelwert

## Erklärung

Hiermit erkläre ich, Hans Mustermann, dass ich die vorliegende Diplomarbeit ohne fremde Hilfe nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel verfasst habe.

Berlin, 27. März 2009

## Danksagung

Der Autor dankt hiermit allen, die durch ihre Unterstützung zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben. Besonderer Dank gilt vor allen Dingen den Betreuern seitens der Dingsbums AG, den Damen und Herren Dr. Sowieso etc.

# 1. Einleitung

## 1.1. Erster Teil

Normale Aufzählung:

- Erstens
- Zweitens
- Drittens

**Beispieltext** Der Austausch von Information zwischen Systemen erfolgt mittels Signalen. Das Signal kann als mathematische Funktion von einer oder mehreren unabhängigen Variablen (z. B. Zeit, Raumkoordinaten) verstanden werden. Als Träger des Signals sind verschiedene physikalische oder auch chemische Größen denkbar, wie z. B. Spannung, Strom, Druck, Lichtstärke, Stoffkonzentration oder Temperatur.

Die Aufgabe der Signalverarbeitung besteht in der Manipulation, Analyse, Interpretation und Darstellung von Signalen. Mit anderen Worten geht es darum, den Verlauf der Signalfunktion gezielt zu verändern. Dies kann beispielsweise über die Ausblendung unerwünschter, oder die Verstärkung geforderter Frequenzanteile im Signal erfolgen. Häufig geht es auch um die Trennung verschiedener im Signal enthaltener Anteile zur separaten Weiterverarbeitung. Die praktische Realisierung lehnt sich, insbesondere im analogen Bereich der Signalverarbeitung, stark an die physikalische Natur des Signalträgers (z. B. elektrische Filter, UV-Filter) an.

Die Signalverarbeitung hat sich in den letzten Jahrzehnten in vielen Bereichen durchgesetzt und ist aus der modernen Technik nicht mehr wegzudenken. Große Einsatzgebiete liegen in der Medizintechnik, Nachrichtentechnik, Automatisierung, Verfahrenstechnik, Bild- und Sprachverarbeitung, der Unterhaltungselektronik, Funk und Navigation oder auch in der Autoindustrie. Im Prinzip findet Signalverarbeitung heute in nahezu allen industriellen Bereich ihre Anwendungen.

Entwicklungsgeschichtlich bedingt haben sich zwei in ihrer Bedeutung gleichberechtigte Zweige der Signalverarbeitung herausgebildet,

Aufzählung mit anderen Zeichen

- die analoge Signalverarbeitung und
- die digitale Signalverarbeitung.

## 1.2. Zweiter Teil

**Nochmal Text** Die Signalverarbeitung hat sich in den letzten Jahrzehnten in vielen Bereichen durchgesetzt und ist aus der modernen Technik nicht mehr wegzudenken. Große Einsatzgebiete liegen in der Medizintechnik, Nachrichtentechnik, Automatisierung, Verfahrenstechnik, Bild- und Sprachverarbeitung, der Unterhaltungselektronik, Funk und Navigation oder auch in der Autoindustrie. Im Prinzip findet Signalverarbeitung heute in nahezu allen industriellen Bereich ihre Anwendungen.



## 2. Mathematische Ausdrücke und Formeln

### 2.1. Matrizen

Matrizen gehen so: TEST

Definition einer  $(M \times N)$ -Matrix:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{M1} & a_{M2} & \cdots & a_{MN} \end{pmatrix} = (a_{ij}) \quad (2.1)$$

### 2.2. Schreibweisen und Formelsatz

Oft stellt sich die Frage, ob man ein Formelzeichen oder einen Bezeichner in einer Zeichnung senkrecht (also “normal” bzw. nicht-kursiv) oder *kursiv* zu schreiben hat. Um diese Fragen zu klären folgen nun die wichtigsten Regeln, wie sie Standard sein sollten. Sie sind aus den DIN-Normen 1338 und 1302 übernommen. Zusätzlich wird darauf hingewiesen, wie man in mathematischen Formeln die korrekten Abstände zwischen den Elementen und Einheiten einzuhalten hat.

Um zwischen mathematischen und physikalischen Konstanten und Variablen unterscheiden zu können, werden diese mit unterschiedlichen Schreibweisen gekennzeichnet.

#### 2.2.1. Senkrechte Schreibweise

**Mathematische Konstanten** werden generell senkrecht geschrieben. Dazu gehören beispielsweise die Euler’sche Zahl  $e$ , die Zahl  $\pi$  oder  $j$  bzw.  $i = \sqrt{-1}$ . **Mathematische Funktionen und Operatoren** schreibt man senkrecht. z.B.  $\sin, \cos, \exp, \ln$  und  $\frac{d}{dt}$

#### 2.2.2. Kursive Schreibweise

**Physikalische Konstanten**, die physikalische Größen bezeichnen werden generell *kursiv* geschrieben. z.B.  $R, L$  oder  $i, u$  und Konstanten wie  $\epsilon_0$  oder  $k$ .

**Variablen** werden generell kursiv geschrieben

### 2.2.3. Schreibweise des Index

Für Indizes gelten dieselben wie oben beschriebenen Regeln: Beschreiben die Indizes eine Variable, so werden sie kursiv geschrieben. So schreibt man beispielsweise den Ohm'schen Widerstand  $R$  einer Induktivität  $L$ :  $R_L$ .  $R$  und  $L$  bezeichnen beide physikalische Größen, und werden somit kursiv geschrieben. Dient der Index jedoch der Bezeichnung der Funktion von bestimmten Elementen, so wird dieser senkrecht gedruckt. Möchte man beispielsweise einen Widerstand  $R$  als Lastwiderstand kennzeichnen, so geschieht dies mit einer senkrechten Indizierung:  $R_{\text{Last}}$ . Zählvariablen, als oft vorkommendes Beispiel, werden als Veränderliche im Index ebenfalls kursiv geschrieben. Z. B.  $k_n$ , wobei  $n$  beispielsweise die Zahlen von  $0 \dots 10$  durchläuft. Ein bestimmtes Element z. B. von einem Vektor, wird jedoch mit senkrechten Zahlen indiziert. So z. B.  $k_1$ .

Der folgende Hinweis ist eigentlich unnötig: Hinweis für Microsoft Word: Neben der üblichen Formatierung über Menübefehle gibt es noch die Möglichkeit Shortcuts einzusetzen: Soll ein Index hochgestellt werden, so betätigt man unter Festhalten der Ctrl- bzw. Strg- Taste die \* - Taste. Jetzt kann man den gewünschten Index eintippen. Soll ein Index tiefgestellt werden, so drückt man Ctrl bzw. Strg und #.

## 2.3. Formelsatz

### 2.3.1. Korrekte Abstände in Formeln

Man nutze z. B. den Befehl “\unit [2]{kHz}”: Das Ergebnis sieht dann immer so aus  $f_1 = 2 \text{ kHz}$ . Der folgende Abschnitt erübrigt sich bei Benutzung von LaTeX. MS Word: Um Formeln übersichtlicher zu gestalten, soll zwischen allen Elementen ein festes Leerzeichen, also ein an den vorhergehenden Ausdruck gebundenes Freizeichen gelassen werden. In Microsoft Word und im Formeleditor erhält man ein solches Leerzeichen indem man die Space-Taste unter Gedrückthalten der Shift und der Ctrl- bzw. Strg-Taste betätigt. Auf dem Bildschirm werden diese als Steuerzeichen “o” sichtbar.  $R = 100 \Omega$  ist als  $R\text{o} = \text{o}100\text{o} \Omega$  zu sehen. Diese Regelung ist besonders bei einheitengebundenen Zahlen wie in diesem Beispiel zu beachten. So muss zwischen Zahl und Einheit immer ein festes Leerzeichen gesetzt werden! Abgesehen von der Übersicht haben diese festen Leerzeichen den Vorteil, dass die Zahlen beim Zeilenumbruch nicht von ihrer Einheit getrennt werden.

### 2.3.2. Beispiel für eine richtig dargestellte Formel

Als Bild (aus Word):

The diagram shows the formula  $\frac{du_C(t)}{dt} = -\frac{1}{R_{\text{Last}}C} K_2(t) \cdot e^{-\frac{t}{R_{\text{Last}}C}} + \frac{dK_2(t)}{dt} \cdot e^{-\frac{t}{R_{\text{Last}}C}}$  with the following annotations:

- Math. Operator: senkrecht**: Points to the derivative operator  $\frac{d}{dt}$ .
- Math. Konstante: senkrecht**: Points to the constant  $1$  in the denominator.
- Phys. Variablen: Kursiv**: Points to the variable  $K_2(t)$ .
- Bezeichnende Indizes: senkrecht**: Points to the subscript  $\text{Last}$  in  $R_{\text{Last}}$ .

Abbildung 2.1.: Formelbeispiel

Und nun in LaTeX als Formel:

$$\frac{du_C(t)}{dt} = -\frac{1}{R_{\text{Last}}C} K_2(t) \cdot e^{-\frac{t}{R_{\text{Last}}C}} + \frac{dK_2(t)}{dt} \cdot e^{-\frac{t}{R_{\text{Last}}C}} \quad (2.2)$$

### 2.3.3. Weitere Formeln

#### 2.3.3.1. Fouriertransformation

**Analyse** Die Berechnung der Fouriertransformierten<sup>1</sup> erfolgt mit der Analysegleichung:

$$F(j\omega) = \mathcal{F}[f(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot e^{-j\omega t} dt \quad (2.3)$$

**Synthese** Die Synthesegleichung der Fouriertransformation lautet:

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega \quad (2.4)$$

#### 2.3.3.2. weitere Transformationen

Der mathematische Zusammenhang zwischen einer Zeitfunktion  $f(t)$  und ihrer Laplace-transformierten  $F(s)$  ist durch die Analysegleichung definiert:

$$F(s) = \mathcal{L}[f(t)] := \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot e^{-st} dt \quad (2.5)$$

Die komplexe Frequenz  $s = \sigma + j\omega$  wird in einem rechtwinkligen Koordinatensystem, der Laplace- bzw.  $s$ -Ebene, dargestellt.

<sup>1</sup>So könnte eine Fußnote aussehen.

### 2.3.3.3. Große griechische Buchstaben

Sollen in einer Formel große griechische Buchstaben verwendet werden, ist es nötig, das Paket *fixmath* einzusetzen, da diese ansonsten nicht kursiv dargestellt werden, wenn es sich um Variablen handelt, z. B.:

Die normierte Kreisfrequenz ist gegeben als

$$\Omega = 2\pi \frac{f}{f_t} = 2\pi \frac{\omega}{\omega_t} \quad \text{ohne fixmath}$$

$$\Omega = 2\pi \frac{f}{f_t} = 2\pi \frac{\omega}{\omega_t} \quad \text{mit fixmath}$$

### 2.3.3.4. Weitere Pakete

**Griechische Buchstaben in Einheiten** Für die Verwendung von griechischen Buchstaben in Einheiten ist bei einigen Schriftarten das Paket *gensymb* notwendig:

$$5 \text{ } ^{-}\text{V} \quad \text{ohne gensymb}$$

$$5 \text{ }\mu\text{V} \quad \text{mit gensymb}$$

**Erweiterte Integrale** Das Paket *wasysym* liefert erweiterte Möglichkeiten für den Satz von Integralen, z.B. für Oberflächenintegrale mit mehreren Integralzeichen:

$$\oint\!\!\!\oint_{A_Q} \vec{G}(\vec{r}) dA_Q$$

**Chemische Formeln** Mit Hilfe des Paketes *mhchem* lassen sich einfach chemischen Formelzeichen bzw. Formeln setzen:



Vielen Dank für diese Zusammenstellung der Schreibweisen an Stefan Bauer und Christian Carstensen, ISEA - RWTH-Aachen

## 3. Grafik und Diverses

### 3.1. Grafiken einbinden

#### 3.1.1. Standard

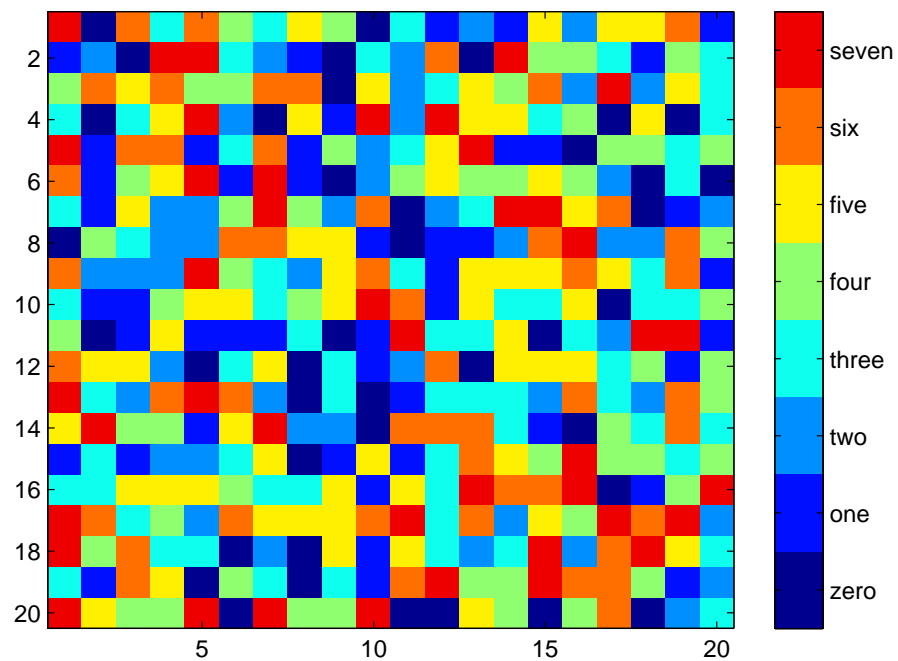


Abbildung 3.1.: Colorbar

#### 3.1.2. nebeneinander

So lassen sich Bilder nebeneinander darstellen.

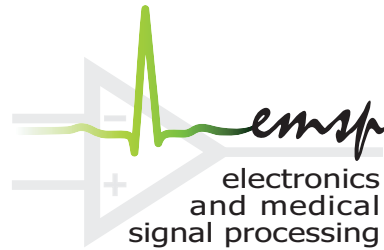


Abbildung 3.2.: zwei Grafiken

## 3.2. Diverses

### 3.2.1. Literaturverweise

Einbinden von Verweisen: [Bri95] Sieht im Text dann einfach wie [KK02] aus.

### 3.2.2. Verweise innerhalb des Dokuments

Beispiele für Formeln gibt es in 2.3.3

### 3.2.3. Tabellen

Beispiel für tabular-Umgebung

**Tabelle 3.1.:** Matlab-Befehle

<code>I=eye(N);</code>	Einheitsmatrix
<code>e=zeros(N,1); e(j)=1;</code>	Einheitsvektor
<code>D=diag([d11,d22,...,dNN]);</code>	Diagonalmatrix
<code>J=rot90(eye(N));</code>	Koidentitätsmatrix
<code>E=ones(M,N);</code>	Einsmatrix
<code>eins=ones(N,1);</code>	Einsvektor
<code>t1=[t11,t12,...,t1N]; t2=[t11,t21,...,tN1]; T=toeplitz(t1,t2);</code>	Toeplitzmatrix
<code>t=[t11,t12,...,t1N]; T=toeplitz(t);</code>	symmetrische Toeplitzmatrix
<code>x=[x1,x2,...,xN]; v=rot90(vander(x))';</code>	Vandermonde-Matrix
<code>L=tril(A);</code>	untere Dreiecksmatrix der Matrix A
<code>U=triu(A);</code>	obere Dreiecksmatrix der Matrix A

Das ganze nun mit longtable und hhline, aber ohne Beschriftung

<code>I=eye(N);</code>	Einheitsmatrix
<code>e=zeros(N,1); e(j)=1;</code>	Einheitsvektor
<code>D=diag([d11,d22,...,dNN]);</code>	Diagonalmatrix
<code>J=rot90(eye(N));</code>	Koidentitätsmatrix
<code>E=ones(M,N);</code>	Einsmatrix
<code>eins=ones(N,1);</code>	Einsvektor
<code>t1=[t11,t12,...,t1N]; t2=[t11,t21,...,tN1]; T=toeplitz(t1,t2);</code>	Toeplitzmatrix
<code>t=[t11,t12,...,t1N]; T=toeplitz(t);</code>	symmetrische Toeplitzmatrix
<code>x=[x1,x2,...,xN]; v=rot90(vander(x))';</code>	Vandermonde-Matrix
<code>L=tril(A);</code>	untere Dreiecksmatrix der Matrix A
<code>U=triu(A);</code>	obere Dreiecksmatrix der Matrix A





## A. Erstellter Programmcode

Für das Einfügen erstellten Programmcodes bietet sich das Paket *listings* an. Der Funktionsumfang des Paketes ist sehr groß, weshalb hier nur ein Beispiel gezeigt werden soll, dass mit den folgenden Einstellungen erzeugt wurde:

```
\lstset{language=Matlab, basicstyle=\small, xleftmargin=15pt,
        keywordstyle=\color{DarkBlue}, numbers=left,
        numberstyle=\tiny, commentstyle=\color{DarkGreen}}.
```

Für weitere Informationen zu Möglichkeiten des Pakets sei auf dessen Dokumentation verwiesen.

### A.1. Matlab-Code

Der folgende Code dient zur Erzeugung des Bildes 3.1. Die Einrückungen im Quelltext sollen lediglich die Möglichkeiten des listings-Paket zeigen.

```
1  %-----
2  % Make an image that uses only 8 levels/colors.
3  %-----
4  imagesc(floor(8*rand(20)))
5
6  %-----
7  % Make an 8-row color map from the original 64-row colormap.
8  %-----
9      m64 = colormap; % Beispiel Einrückung
10 m8=m64(1:8:end,:);
11     colormap(m8);    % Beispiel Einrückung
12
13 %-----
14 % Label new color map.
15 %-----
16 h = colorbar % Make colorbar and save handle.
17 set(h, 'ytick', (1:2:16)*7/16) % Assign positions of ticks
18 labels = strvcat('zero','one','two','three','four', ...
19 'five','six','seven'); %
20 %Make levels for ticks.
21 set(h, 'yticklabel', labels) % Assign tick labels.
```



## **B. Schaltpläne**



## C. TeX-Editoren und Distributionen

### C.1. TeXnicCenter

Als frei verfügbarer Editor für LaTeX-Projekte unter Windows ist TeXnicCenter in Verbindung mit der Distribution MiKTeX zu empfehlen. Hierbei sollte zuerst MiKTeX und anschließend TeXnicCenter installiert werden. Um die vorhandene Vorlage fehlerfrei kompilieren zu können, muss im TeXnicCenter ein bereits vordefiniertes Ausgabeprofil genutzt werden. Ausgabeprojile dienen dazu festzulegen, „welches TeX“ (TeX, LaTeX, pdfTeX) benutzt wird und legen somit fest, in welchem Format verwendete Grafiken vorliegen müssen sowie das Format der Ausgabedatei. Für weiterführende Informationen sollten die entsprechenden Tutorials bemüht werden.

#### C.1.1. Ausgabeprofil für diese Vorlage

Für diese Vorlage kann das vordefinierte Ausgabeprofil LaTeX→PS→PDF genutzt werden. Auf diese Art und Weise ist es möglich, eps-Grafiken einzubinden. Das Ergebnis des Kompilierens ist vorerst eine \*.dvi-Datei. Diese wird danach automatisch zuerst in eine \*.ps-Datei umgewandelt (mittels dvips.exe), welche anschließend in eine \*.pdf-Datei konvertiert wird (ps2pdf.exe).

#### C.1.2. Ausgabeprojile selbst Anlegen

Manchmal kann es sinnvoll sein, eigene Ausgabeprojile zu definieren. Im folgenden wird ein Beispiel vorgestellt, mit dem ein Profil erzeugt wird, das im Projekt vor der Dokumentenklasse den Schalter „\pdfoutput=0“ erwartet. Hierbei wird pdfTeX verwendet, aber eine \*.dvi-Datei erzeugt, die anschließend nach pdf konvertiert werden soll.

Im TeXnicCenter ist unter dem Menüpunkt *Ausgabe* der Punkt *Ausgabeprojile definieren* (auch ALT+F7) anzuwählen. Dort wird dann das vordefinierte Profil LATEX→PDF kopiert und mit einem neuen, sinnvollen Namen versehen, z. B. Diplomarbeit. Die Registerkarten *(La)TeX* und *Viewer* können unverändert übernommen werden. Unter *Nachbearbeitung* werden nun zwei sogenannte Postprozessoren angelegt:

1. DVIPS: Anwendung ist dvips.exe mit dem entsprechenden lokalen Pfad. Als Argument wird `-R0 -P pdf "%Bm.dvi"` eingetragen.

2. PS2PDF: Anwendung ist gswin32c.exe (ghostview) ebenfalls mit dem entsprechenden lokalen Pfad. Als Argument wird `-sPAPERSIZE=a4 -dSAFER -d BATCH -dNOPAUSE -sDEVICE=pdfwrite -sOutputFile="%bm.pdf" -c save pop -f "%bm.ps"` angegeben.

Nun muss das soeben angelegte Profil noch aktiviert werden (Menu *Auswahl/Aktives Ausgabeprofil wählen*).

Der Vorlage liegt ein entsprechendes Beispielpprofil (Datei TexnicCenterProfil.tco) bei, das importiert werden kann. Die lokalen Pfade zu den Anwendungen und Viewern müssen allerdings überprüft bzw. per Hand ergänzt werden.

## C.2. Weitere Editoren/Distributionen

Es existiert eine Vielzahl weiterer Editoren zum Erstellen von TeX-Dokumenten. Beispiele hierfür sind WinEdt, Winshell, LaTeX Editor oder auch LyX (wysiwyg). Eine ähnlich große Auswahl herrscht bei TeX-Distributionen (z.B. teTeX, AucTeX, emTeX...). Eine gute Übersicht hierzu ist unter [http://www.math.vanderbilt.edu/~schectex/winced/list\\_tex.htm](http://www.math.vanderbilt.edu/~schectex/winced/list_tex.htm) zu finden.

# Abbildungsverzeichnis

2.1. Formelbeispiel . . . . .	5
3.1. Colorbar . . . . .	7
3.2. zwei Grafiken . . . . .	8





# Tabellenverzeichnis

3.1. In Matlab . . . . .	8
--------------------------	---



# Literaturverzeichnis

- [Bri95] BRIGHAM, Elbert O.: *Schnelle Fourier Transformation*. 6., korr. Auflage. Oldenbourg, 1995. – ISBN 3-486-23177-4
- [KK02] KAMMEYER, Karl D. ; KROSCHEL, Kristian: *Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse*. 5., durchges. u. erg. Auflage. Stuttgart, D : B. G. Teubner Verlag, 2002. – ISBN 3-519-46122-6
- [Org07] ORGLMEISTER, Reinhold: *Signalverarbeitung*. Version: 2007. <http://www.emsp.tu-berlin.de>. Vorlesungsskript
- [The09] THE MATHWORKS, INC.: Version: 2009. <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/loadCategory.do?objectType=category&objectId=144>, Abruf: 25. Mai 2009. (WWW)