



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Titelzeile I Titelzeile II

Untertitel I
Untertitel II

Diplomarbeit/Bachelorarbeit/Projektarbeit

Autor



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



DIPLOMARBEIT

Titelzeile I

Titelzeile II

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung
des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs
unter der Leitung von

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Kaltenbacher
Mitwirkung NAME DES ASSISTENTEN
Institut für Mechanik und Mechatronik, E325 A4

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften
von

NAME DES STUDENTEN
Matrikelnummer XXXXXXXX
Straße
Plz Ort

Wien, am DATUM

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlegende \LaTeX-Befehle	2
2.1	Editoren und Previewer	2
2.2	Das Zentral- und die Filialdokumente	2
2.3	Gleichungen und Formeln	3
2.4	Die Grafiken	4
2.5	Tabellen und Aufzählungen	5
2.6	Beispielausschnitt	7
2.6.1	Bilineares Rechteckselement	7
2.6.2	Ableitung der Formfunktion	8
	Literatur	9
	Abbildungsverzeichnis	10
	Tabellenverzeichnis	11

Verwendete Formelzeichen

A	m^2	Fläche (<i>area</i>)
c^D	N/m^2	mechanischer Modul bei konstanter dielektrischer Verschiebung (<i>stiffened elastic constant</i>)
c^E	N/m^2	mechanischer Modul bei konstanter elektrischer Feldstärke (<i>elastic constant with constant E field</i>)
c_s	m/s	Schallgeschwindigkeit (<i>wave velocity</i>)
\bar{c}_s	m/s	Steifigkeitsschallgeschwindigkeit (<i>stiffened wave velocity</i>)
c_l	m/s	Longitudinalwellengeschwindigkeit
c_t	m/s	Transversalwellengeschwindigkeit
\vec{T}_{ges}	N/m^2	mechanische Spannung (<i>stress</i>)
\vec{T}	N/m^2	mechanische Wechsellspannung
\vec{T}_e	N/m^2	mechanische Wechsellspannung der einfallenden Welle
\vec{T}_r	N/m^2	mechanische Wechsellspannung der reflektierten Welle
\vec{T}_d	N/m^2	mechanische Wechsellspannung der durchgehenden Welle
α	$1/\text{m}$	Absorbtionskoeffizient (<i>attenuation constant</i>)
$\tilde{\gamma}$	dB	Absorbtionsdämpfung
ρ	kg/m^3	Wechseldichte
τ	s	Zeitverzögerung
Φ	N/V	Wandlungsfaktor
$\frac{\partial x}{\partial t}$		partielle Differentiation von x nach t
\bar{x}		Mittelwert von x
\vec{x}		Vektor \vec{x}
\vec{x}_n		Normalkomponente des Vektors \vec{x}
$\text{div } \vec{x}$		Divergenz des Vektors \vec{x}
∇		Nabla-Operator
\mathbf{K}		Matrix oder Tensor \mathbf{K}
\mathbf{K}_t		transponierte Matrix \mathbf{K}
\underline{x}		komplexe Zahl \underline{x}
$\text{Re}\{\underline{x}\}$		Realteil von \underline{x}
$\text{Im}\{\underline{x}\}$		Imaginärteil von \underline{x}
\underline{x}^*		konjugiert-komplex von \underline{x}
j		imaginäre Einheit
$J_n(x)$		Besselfunktion n-ter Ordnung

Kapitel 1

Einleitung

Im Gegensatz zu den Textverarbeitungsprogrammen wie WinWord und Konsorten stellt L^AT_EX einen Textcompiler dar. Es ist somit möglich mit jedem beliebigen Editor ein L^AT_EX-File zu erstellen. Erst nach erfolgter Compilierung kann mit Hilfe des *Previewers* die formatierte Seite betrachtet werden.

Die hier gegebene Einführung ist weniger als L^AT_EX-Anleitung zu verstehen als vielmehr ein Überblick über die am Institut vorhandene Entwicklungsumgebung. Weiters soll Ihnen ein Grundkonzept für die Erstellung der Dokumentation Ihrer Arbeit und eine Grobgliederung gegeben werden. Wenn Sie spezielle L^AT_EX-Befehle suchen, ist am Institut ausreichend Literatur (z.B. [1]) vorhanden, oder fragen Sie ihren Betreuer.

Um eine sinnvolle und übersichtliche Dokumentation Ihrer Arbeit schreiben zu können ist es unerlässlich, ein ausgereiftes Gliederungskonzept zu haben. Denken Sie daran, daß die Arbeit auch für jemanden verständlich sein soll, der mit der behandelten Materie nicht so sehr vertraut ist wie Sie, außerdem sollte man in der Lage sein, sich in kurzer Zeit einen Überblick über die behandelten Gebiete zu verschaffen. Aus diesem Grund ist eine Einleitung erforderlich in der kurz die Aufgabenstellung und die Lösungsansätze beschrieben werden sollten. Weiters sollten Ihre Ergebnisse und Folgerungen überblicksartig in einer Zusammenfassung wiederholt werden.

Teilen Sie die Arbeit so auf, daß Sie dem Leser die Möglichkeit geben, sich in die Arbeit einzulesen, erschlagen Sie ihn nicht gleich mit hochtheoretischen Betrachtungen oder detaillierten Schaltungsdimensionierungen. Oft ist eine Erläuterung der Arbeit anhand eines allgemein gehaltenen Blockschaltbildes sehr nützlich, um dem Leser die Zusammenhänge zu verdeutlichen.

Kapitel 2

Grundlegende L^AT_EX-Befehle

Dieses Kapitel stellt die wichtigsten Schritte und Befehle für die Erstellung eines Dokumentes vor.

Das Erzeugen von Postscript-Dokumenten erfolgt in drei Schritten:

1. Erstellen des *.tex-Files mit einem Texteditor,
2. Kompilieren des *.tex-Files in ein dvi-File mit `latex filename.tex` (Überprüfen des Layouts mit z.B. `kdvi` oder `xdvi`),
3. Konvertierung des dvi-Files in ein *.ps-File für den Ausdruck mit `dvips filename`

Soll ein pdf-Dokument generiert werden, sind es nur noch zwei Schritte. Mit `pdflatex filename.tex` wird direkt die Datei `filename.pdf` erzeugt.

2.1 Editoren und Previewer

Unter Linux bietet sich der Xemacs als Editor an. Andere Editoren (Kwrite, Nedit) unterstützen die Syntax-Hervorhebung, ermöglichen jedoch nicht das Einfügen von z.B. *figure*-Umgebungen. Unter Windows gibt es auch einen Xemacs (Freeware). Zu empfehlen ist der Editor Texmaker. Ein weiterer Editor, der WinEdt (Shareware), integriert die oben genannten Schritte und einen Previewer (Yap) in eine Umgebung.

Als dvi-Previewer stehen unter Linux `xdvi` und `kdvi` zur Verfügung. Der `kdvi`-Previewer hat den großen Vorteil, daß eingebundene Postscript-Bilder nicht angezeigt werden (nur die Umrisse), wodurch die Anzeige einer neuen Seite wesentlich schneller als beim `xdvi`-Previewer durchgeführt wird! Soll jedoch auch der Inhalt eines Bildes angezeigt werden, muß der `xdvi`-Previewer mit dem Nachteil eines sehr langsamen Seitenaufbaues verwendet werden. Durch das Dokument kann mit PageUp bzw. PageDown geblättert werden. Im `kdvi`-Previewer kann mit der linken Maustaste die angezeigte Fläche einer Seite verändert werden.

Ein Previewer für Windows ist z.B. der schon oben genannte Yap.

Die einfachste Art um zu einer pdf-Datei zu gelangen ist das direkte kompilieren mit Hilfe von `pdflatex` (Dies kann bspw. bei Texmaker unter Optionen - Texmaker konfigurieren - Schnelles Übersetzen - PdfLaTeX + PDF anzeigen eingestellt und mit der F1-Taste ausgeführt werden).

2.2 Das Zentral- und die Filialdokumente

Das *Zentraldokument* beginnt mit der Angabe des Dokument- und Seitenstiles. Durch die Angabe des *include* bzw. *includeonly*-Befehles werden die *Filialdokumente* eingebunden. Das Kompilieren muß stets

aus dem Zentraldokument erfolgen. Die Struktur des Zentraldokumentes ist wie folgt:

```
\documentclass{article}

\usepackage{...} % Einbinden von packages

\begin{document}

%\includeonly{zeichen,kap_1} % zur gezielten Bearbeitung eines Kapitels

\pagenumbering{roman}
\include{title} % Titelblatt der Diplomarbeit
\include{vorwort} % Vorwort hier einbinden, falls erwünscht

\setcounter{page}{1}
\tableofcontents % Inhaltsverzeichnis

\include{zeichen} % Verwendete Symbole und Größen

\pagestyle{headings}
\pagenumbering{arabic}

\include{einleitung} % Motivation und Umfang der Arbeit
\include{kapitel1} % 1.tes Kapitel
\include{zusammen} % Zusammenfassung
\include{literatur} % Literaturverzeichnis
\end{document}
```

Mit dem Befehl `latex zentraldokument` wird ein dvi-File erzeugt. Daraus kann mit `dvips` ein PostScript-File generiert werden. Wird ein pdf-File benötigt, so geht dies mit `pdflatex zentraldokument`.

2.3 Gleichungen und Formeln

Hier bietet L^AT_EX sehr umfangreiche Möglichkeiten. Es seien hier nur einige Beispiel angeführt.

$$\bar{T}^h(t) = \sum_{i=1}^{n_{eq}} N_i(\vec{r}) \bar{T}_i(t) \quad (2.1)$$

$$W^h = \sum_{i=1}^{n_{eq}} N_i(\vec{r}) c_i \quad (2.2)$$

$$T_e^h(t) = \sum_{i=1}^{n_e} N_i(\vec{r}) T_{ei}(t) \quad (2.3)$$

$$\vec{x}(\vec{\xi}) = \begin{pmatrix} x(\xi, \eta) \\ y(\xi, \eta) \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^4 \begin{pmatrix} N_i(\xi, \eta) x_i^e \\ N_i(\xi, \eta) y_i^e \end{pmatrix} \quad (2.4)$$

$$\begin{aligned} x(\xi_i, \eta_i) &= x_i^e \\ y(\xi_i, \eta_i) &= y_i^e \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$\int_{\Omega} f(x, y) \, dx dy \quad (2.6)$$

$$\mathbf{K} = \begin{pmatrix} K_{11} & K_{12} & \cdots & K_{1n} \\ K_{21} & K_{22} & \cdots & K_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ K_{n1} & K_{n2} & \cdots & K_{nn} \end{pmatrix} \quad (2.7)$$

Wenn Sie eine Formel in einen Satz einbinden, so geben Sie die erforderlichen Satzzeichen am Ende der Formel mit an. Beachten Sie auch die diversen Formatierungsunterscheidungen in den Beispielen wie z.B. die *italic*-Schreibweise laufender Indizes im Gegensatz zur *roman*-Schreibweise fester Indizes, siehe Gl. (2.3).

Bei der Referenzierung von Gleichungen wird das Wort Gleichung nur am Satzanfang ausgeschrieben, ansonsten abgekürzt. Selbiges gilt auch für Abbildungen und Abschnittsreferenzen. Die große Ausnahme von dieser Regel sind jedoch die Tabellen, diese werden immer ausgeschrieben.

2.4 Die Grafiken

Grafiken werden mit `\includegraphics` innerhalb einer *figure*-Umgebung eingebunden. Die Endung (.eps oder .png) sollte dabei weggelassen werden. L^AT_EX bzw. pdfL^AT_EX suchen selbstständig nach den richtigen Dateien. Das unterstützte Grafikformat ist Postscript (*.eps), wenn ein DVI-File erzeugt wird und das JPG-Format (nur Linux/Unix) bzw. das PNG-Format (Linux/Unix und Windows) für PDF als Zielformat. Zwecks Portabilität ist es sinnvoll nur *.eps und *.png Grafiken zu verwenden. Diese Grafikdateien sollten einfach im gleichen Verzeichnis mit den *.tex-Dateien liegen. Alternativ kann auch ein anderes Verzeichniss im Kopf des Zentralk dokumentes angegeben werden (mit `\graphicspath{{./fig/}}`).

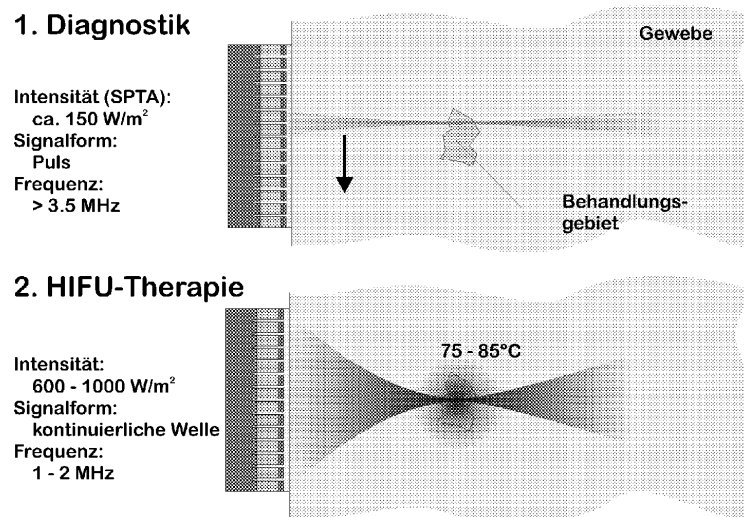


Abbildung 2.1: Diagnose und HIFU-Therapie mit einem Array.

Die Befehle für die Einbindung der Grafik in ein T_EX-File sind anhand der *figure*-Umgebung der Abb. 2.1 zu erkennen. Abbildung 2.2 zeigt ein Beispiel mit zwei Bildern nebeneinander. Sollen zwei (oder mehr) Bilder in einer *figure*-Umgebung mit einzelnen Bildunterschriften versehen werden, so geht dies mit dem `\subfigure`-Befehl. Abbildung 2.3 zeigt dafür ein Beispiel.

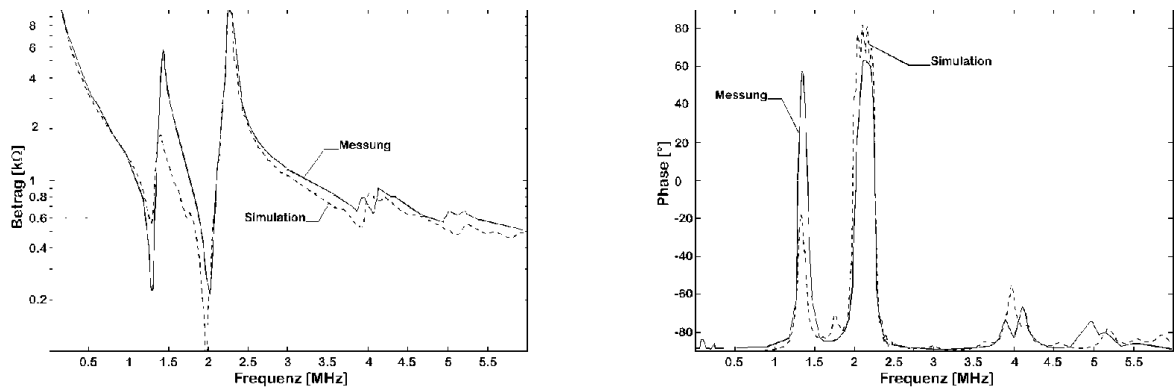
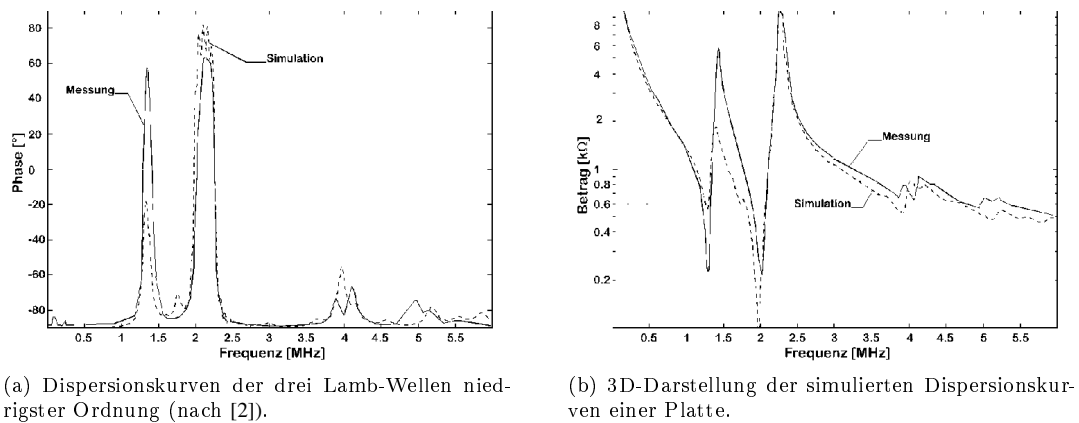


Abbildung 2.2: Dieser Teil steht unter dem Bild als Erklärung (siehe Quelltext).



(a) Dispersionskurven der drei Lamb-Wellen niedrigster Ordnung (nach [2]).

(b) 3D-Darstellung der simulierten Dispersionskurven einer Platte.

Abbildung 2.3: Qualitativer Vergleich zwischen analytischer Lösung und Simulation mit Hilfe periodischer Randbedingungen (Beispiel mit `subfigure` und zusätzlichen getrennten Bildunterschriften).

Anhand der hier eingebundenen Grafiken ist auch gleichzeitig die Bedeutung der *float*-Umgebung zu erkennen. Aufgrund einer allgemeinen Konvention versucht \TeX selbstständig eine möglichst günstige Aufteilung der Grafiken zu finden. Wundern Sie sich daher nicht, wenn Ihre Grafik einmal nicht dort zu finden ist, wo Sie sie eingebunden haben. Die Abbildung schwimmt (floats) im Text an eine günstige Stelle.

Alle Abbildungen (sowie Tabellen und Gleichungen) sollten mit einem Label versehen werden. Innerhalb der *figure*-Umgebung wird ein `\label{fig:PrettyPicture}` gesetzt. Im Text wird dann mit `\ref{fig:PrettyPicture}` darauf verwiesen.

2.5 Tabellen und Aufzählungen

Um Gliederungen, Tabellen und Aufzählungen zu realisieren gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- *itemize*-Umgebung (diese hier)
- *tabular*-Umgebung
- *tabbing*-Umgebung
- *enumerate*-Umgebung (siehe Beginn Kapitel 2)

Größere Tabellen kommen sinnvollerweise in eine *table*- Umgebung. Diese schwimmen wie die *figure*- Umgebungen im Text (Beispiel: Tabelle 2.1 und 2.2). Tabelle 2.2 zeigt auch Möglichkeiten einzelne Tabellenzellen zu verbinden.

Tabelle 2.1: Unterschiedliche Materialdaten einer POCO-Schicht bei unterschiedlichem Vorgehen beim Tränken.

Verfahren	Dichte kg/m ³	Wellengeschwindigkeit m/s
Tränken einer 10 mm POCO-Schicht	1758	3030
Tränken einer 150 μ m POCO-Schicht	1920	3250
Längeres Tränken einer 150 μ m POCO-Schicht	1940	3410

Tabelle 2.2: Parameter für kennlinienkorrigierten PID-Regler in der Simulation.

<i>Sollverlauf</i>	<i>Parameter</i>					
	k_p	T_d in s	T_i in s	w_d	N_d	g
sinusförmig	-150	0.02	0.2	0.2	500	0.2
trapezförmig	-200	0.03	0.4	0.2	500	0.2
treppenförmig	-150	0.025	0.2	0.2	500	0.2

Die Tabelle der verwendeten Formelzeichen (siehe dort) wurde mittels einer *tabbing*-Umgebung erstellt.

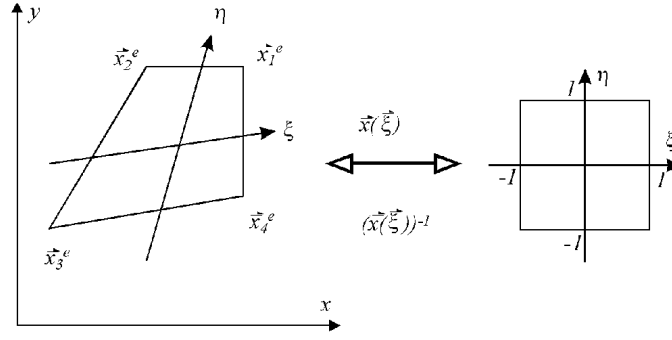


Abbildung 2.4: Zusammenhang: globales, lokales Koordinatensystem.

2.6 Beispielausschnitt

Zum Abschluß noch ein kurzer Ausschnitt aus einer Diplomarbeit.

2.6.1 Bilineares Rechteckselement

Für den Zusammenhang zwischen globalem und lokalem Koordinatensystem (2.4) gilt

$$\vec{x}(\vec{\xi}) = \begin{pmatrix} x(\xi, \eta) \\ y(\xi, \eta) \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^4 \begin{pmatrix} N_i(\xi, \eta) x_i^e \\ N_i(\xi, \eta) y_i^e \end{pmatrix}. \quad (2.8)$$

Man verwendet den bilinearen Ansatz

$$\begin{aligned} x(\xi, \eta) &= \alpha_0 + \alpha_1 \xi + \alpha_2 \eta + \alpha_3 \xi \eta \\ y(\xi, \eta) &= \beta_0 + \beta_1 \xi + \beta_2 \eta + \beta_3 \xi \eta. \end{aligned} \quad (2.9)$$

Für jeden Eckpunkt (x_i^e, y_i^e) eingesetzt, erhält man die Bestimmungsgleichungen für $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ und $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ aus

$$\begin{aligned} x(\xi_i, \eta_i) &= x_i^e \\ y(\xi_i, \eta_i) &= y_i^e. \end{aligned} \quad (2.10)$$

Nach Einsetzen der Lösung und Koeffizientenvergleich mit obiger Gleichung erhält man

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{1}{4} (1 + \xi_i \xi) (1 + \eta_i \eta). \quad (2.11)$$



Abbildung 2.5: Ansatzfunktion für den i-ten Knoten.

Das Element heißt isoparametrisch, wenn die selbe Ansatzfunktion N_i für die Koordinatentransformation und die Lösungsfunktion verwendet wird (siehe auch 2.5).

2.6.2 Ableitung der Formfunktion

Betrachtet wird die *semidiskretisierte Galerkin-Formulierung*. Für die Ermittlung der Leitfähigkeitsmatrix \mathbf{K} mit

$$K_{ij} = \int_{\Omega} \left(\frac{\partial N_i}{\partial x} k \frac{\partial N_j}{\partial x} + \frac{\partial N_i}{\partial y} k \frac{\partial N_j}{\partial y} \right) dx dy + \int_{\Gamma_c} N_i \alpha N_j d\Gamma$$

$$1 \leq i, j \leq n_{\text{eq}} \quad (2.12)$$

ist es erforderlich, die Ansatzfunktion N_i nach den globalen Koordinaten (x, y) abzuleiten. Bei der Verwendung eines lokalen Koordinatensystems mit den Koordinaten (ξ, η) wird die Ableitung wie folgt berechnet

$$\frac{\partial N_i}{\partial x} = \frac{\partial N_i}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial N_i}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial x}. \quad (2.13)$$

Die Bestimmung der Funktion $\vec{\xi}(\vec{x})$ ist mit erheblichem Aufwand verbunden. Da die Funktion $\vec{x}(\vec{\xi})$ jedoch bekannt ist, hilft man sich auf folgende Weise

$$\frac{\partial N_i}{\partial \xi} = \frac{\partial N_i}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial \xi} + \frac{\partial N_i}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial \xi}$$

$$\frac{\partial N_i}{\partial \eta} = \frac{\partial N_i}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial \eta} + \frac{\partial N_i}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial \eta}. \quad (2.14)$$

Somit lassen sich die Ableitungen der Ansatzfunktion nach den globalen Koordinaten mit Hilfe der Jakobi Matrix \mathbf{J}

$$\mathbf{J} = \begin{pmatrix} \frac{\partial x}{\partial \xi} & \frac{\partial y}{\partial \xi} \\ \frac{\partial x}{\partial \eta} & \frac{\partial y}{\partial \eta} \end{pmatrix} \quad (2.15)$$

wie folgt darstellen

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial N_i}{\partial x} \\ \frac{\partial N_i}{\partial y} \end{pmatrix} = \mathbf{J}^{-1} \begin{pmatrix} \frac{\partial N_i}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N_i}{\partial \eta} \end{pmatrix}. \quad (2.16)$$

Literaturverzeichnis

- [1] Kopka H. \LaTeX Einführung. Springer, 1994.
- [2] R. Lerch. Elektrische Messtechnik. Springer, 1996.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Diagnose und HIFU-Therapie mit einem Array.	4
2.2	Dieser Teil steht in der Liste der Abbildungen (siehe Quelltext).	5
2.3	Vergleich analytische Lösung und Simulation.	5
2.4	Zusammenhang: globales, lokales Koordinatensystem.	7
2.5	Ansatzfunktion für den i-ten Knoten.	7

Tabellenverzeichnis

2.1	Unterschiedliche Materialdaten.	6
2.2	Parameter für kennlinienkorrigierten PID-Regler in der Simulation.	6