



Chair of Structural Mechanics
Technical University of Munich

Musterthesis ...

B.Sc. ...

Masterthesis in the study program civil engineering
Focus area Structural Dynamics

Editor : Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerhard Müller
Dr.-Ing. Francesca Taddei

Supervisor : M.Sc. XXX

Handed in : October 20, 2025

Abstract

An abstract is a greatly condensed version of a longer piece of writing that highlights the major points covered, and concisely describes the content and scope of the writing.

Abstracts give readers a chance to quickly see what the main contents and sometimes methods of a piece of writing are. They enable readers to decide whether the work is of interest for them. Using key words in an abstract is important because of today's electronic information systems. A web search will find an abstract containing certain key words.

Keywords:

- Keyword 1
- Keyword 2

Erklärungen

Danksagung

An erster Stelle möchte ich ... Ebenfalls danke ich....

Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt zu haben. Die verwendete Literatur und sonstige Hilfsmittel sind vollständig angegeben.

Ort, October 20, 2025

Vorname Nachname

Contents

Abstract	III
Erklärungen	IV
List of Figures	VI
Symbolverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation	1
2 Testchapter	2
2.1 How to	2
2.1.1 Citations	2
2.1.2 Equations	2
2.1.3 Self written functions for easy writing	3
2.1.4 Possible options in the documentclass bmthesis	4
2.2 Some more examples	4
2.2.1 Table	4
2.2.2 Aufzählungen	5
2.3 Including graphics	6
2.3.1 Include SVGs	6
2.3.2 Include PNGs and PDFs	7
2.3.3 Figures with subfigures	7
2.3.4 Code	9
A Anhang	10
A.1 Verwendete Software	10
A.1.1 Maple™	10
A.1.2 gnuplot	10
A.2 Maple™-Programm für ein 2D-Problem	11
Bibliography	12

List of Figures

2.1	Zerlegung des Verschiebungsfeldes mit Satz von Helmholtz vlg. [Müller 1989]	6
2.2	Assoziierte Legendre Funktionen Pdf	7
2.3	Latex Logo PNG	7
2.4	Assoziierte Legendre Funktionen Pdf	8

Symbolverzeichnis

Der Zusatz $\hat{}$ bezeichnet eine komplexe Größe.

Griechische Buchstaben

Γ	Berandung des Problems
$\delta(\vec{x}_0 - \vec{x})$	Dirac-Funktion am Punkt \vec{x}

Lateinische Buchstaben

c	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	Schallgeschwindigkeit	$c = \frac{E}{\rho}$
E	$\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	Elastizitätsmodul	
f	$\frac{1}{\text{s}}$	Frequenz	$f = \frac{\omega}{2\pi}$

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

2 Testchapter

2.1 How to ...

2.1.1 Citations

The usual citation should look like [Stroud and Secrest 1966].

Additionally one can extend both directions [before Stroud and Secrest 1966, after p.1-3]:
[Unknown 2018]

[Unknown 2018]

[?]

?

2.1.2 Equations

In the following different types of equations are shown:

Equation:

$$\int_{(\Gamma)} \left(i \rho \omega \hat{v}_n \hat{G} \right) d\Gamma = -C(\mathbf{P}) \cdot \hat{p}(\mathbf{P}) + \int_{(\Gamma)} \left(\hat{p} \frac{\partial \hat{G}}{\partial \vec{n}} \right) d\Gamma. \quad (2.1)$$

Please take care that there is no empty line before the equation because L^AT_EX will interpret this as a new paragraph. Whether or not there is a free line (paragraph) after an equation is up to the author.

Gather:

$$\left[(\lambda + 2\mu)\phi|_j^j - \rho\ddot{\Phi} \right] |^i + \left[\mu\Psi_l|_j^j - \rho\ddot{\Psi}_l \right] |_k \epsilon^{ikl} = 0 \quad (2.2)$$

Subequations:

$$\left[-k_x^2 - k_y^2 + k_p^2 + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right] \hat{\Phi}(k_x, k_y, z, \omega) = 0 \quad (2.3a)$$

$$\left[-k_x^2 - k_y^2 + k_s^2 + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right] \hat{\Psi}_i(k_x, k_y, z, \omega) = 0 \quad (2.3b)$$

mit Kompressionswellenzahl k_p und Scherwellenzahl k_s .

Matrices with different brackets:

$$\begin{pmatrix} \hat{u}_x \\ \hat{u}_y \\ \hat{u}_z \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} ik_x & 0 & -\frac{\partial}{\partial z} \\ ik_y & \frac{\partial}{\partial z} & 0 \\ \frac{\partial}{\partial z} & -ik_y & ik_x \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \hat{\Phi} \\ \hat{\Psi}_x \\ \hat{\Psi}_y \end{pmatrix} \quad (2.4)$$

Align \rightarrow multiple equations with numeration each:

$$\hat{\sigma}_{zx}(k_x, k_y, z=0, \omega) = -\hat{p}_{zx}(k_x, k_y, \omega) \quad (2.5)$$

$$\hat{\sigma}_{zy}(k_x, k_y, z=0, \omega) = -\hat{p}_{zy}(k_x, k_y, \omega) \quad (2.6)$$

Aligned \rightarrow multiple equations with one number:

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_{zx}(k_x, k_y, z=0, \omega) &= -\hat{p}_{zx}(k_x, k_y, \omega) \\ \hat{\sigma}_{zy}(k_x, k_y, z=0, \omega) &= -\hat{p}_{zy}(k_x, k_y, \omega) \end{aligned} \quad (2.7)$$

$$\hat{\sigma}_{zz}(k_x, k_y, z=0, \omega) = -\hat{p}_{zz}(k_x, k_y, \omega)$$

2.1.3 Self written functions for easy writing

units: kg oder $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ (works also in Math-environment)

birth and death: H. A. Schenck (*1901, †1970)

vectors **g** bold symbol for vector. Usable in text or math environment.
 matrices **G** brackets around Matrix name. Usable in text or math environment.

2.1.4 Possible options in the documentclass bmthesis

bmcolorlinks: makes hyperlinks in the pdf colourful. Please skip / delete for the printed version of the theses.

bmshowlabels: prints the labels. Please skip / delete for the printed version of the theses.

german: used for german language. Has influence on hyphenation, titles and names, style of the bibliography... . For english thesis': skip it.

2.2 Some more examples

2.2.1 Table

Eine einfache Tabelle:

	ka	f [Hz]
1	π	171,5
2	2π	343
3	3π	514,5

Table 2.1

Die ersten Kugelflächenfunktionen lauten:

$Y_m^l(\vartheta, \varphi)$	$l = 0$	$l = 1$	$l = 2$	$l = 3$
$m = -3$				$\sqrt{\frac{35}{64\pi}} \sin^3 \vartheta e^{-3i\varphi}$
$m = -2$			$\sqrt{\frac{15}{32\pi}} \sin^2 \vartheta e^{-2i\varphi}$	$\sqrt{\frac{105}{32\pi}} \sin^2 \vartheta \cos \vartheta e^{-2i\varphi}$
$m = -1$		$\sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin \vartheta e^{-i\varphi}$	$\sqrt{\frac{15}{8\pi}} \sin \vartheta \cos \vartheta e^{-i\varphi}$	$\sqrt{\frac{21}{64\pi}} \sin \vartheta (5 \cos^2 \vartheta - 1) e^{-i\varphi}$
$m = 0$	$\sqrt{\frac{1}{4\pi}}$	$\sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cos \vartheta$	$\sqrt{\frac{5}{16\pi}} (3 \cos^2 \vartheta - 1)$	$\sqrt{\frac{7}{16\pi}} (5 \cos^3 \vartheta - 3 \cos \vartheta)$
$m = 1$		$-\sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin \vartheta e^{i\varphi}$	$-\sqrt{\frac{15}{8\pi}} \sin \vartheta \cos \vartheta e^{i\varphi}$	$-\sqrt{\frac{21}{64\pi}} \sin \vartheta (5 \cos^2 \vartheta - 1) e^{i\varphi}$
$m = 2$			$\sqrt{\frac{15}{32\pi}} \sin^2 \vartheta e^{2i\varphi}$	$\sqrt{\frac{105}{32\pi}} \sin^2 \vartheta \cos \vartheta e^{2i\varphi}$
$m = -3$				$-\sqrt{\frac{35}{64\pi}} \sin^3 \vartheta e^{3i\varphi}$

Table 2.2: Kugelflächenfunktionen für $l = 0, 1, 2, 3$ und zugehörige $l = -m, \dots, m$

2.2.2 Aufzählungen

Die itemize Umgebung kann in sich selbst bis zu vier Ebenen tief geschachtelt werden.

- erste Ebene
 - zweite Ebene
 - * dritte Ebene
 - vierte Ebene

Die Ausgabe der Label kann verändert werden. Am Anfang ein Beispiel für die Verwendung der Option des item Befehls. `item[Option]` Hier kann ein Label als Option eingestellt werden.

- a) Ein Stichpunkt
- *) Noch ein Stichpunkt

Die enumerate Umgebung in LATEX stellt eine nummerierte Auflistung zur Verfügung.

1. erstes
2. zweites

Standardmäßig erfolgt die Nummerierung auf der ersten Ebene mit arabischen Ziffern/Zahlen., auf der zweiten Ebene mit (kleiner lateinischer Buchstabe), auf der dritten Ebene mit kleinen römischen Ziffern/Zahlen. und auf der vierten Ebene mit großen lateinischen Buchstaben..

1. erste Ebene
 - a) zweite Ebene
 - i. dritte Ebene
 - A. vierte Ebene
 - ii. wieder auf dritter Ebene
 - iii. noch ein Eintrag
 - b) hier ist die zweite Ebene
2. und hier die erste Ebene

2.3 Including graphics

2.3.1 Include SVGs

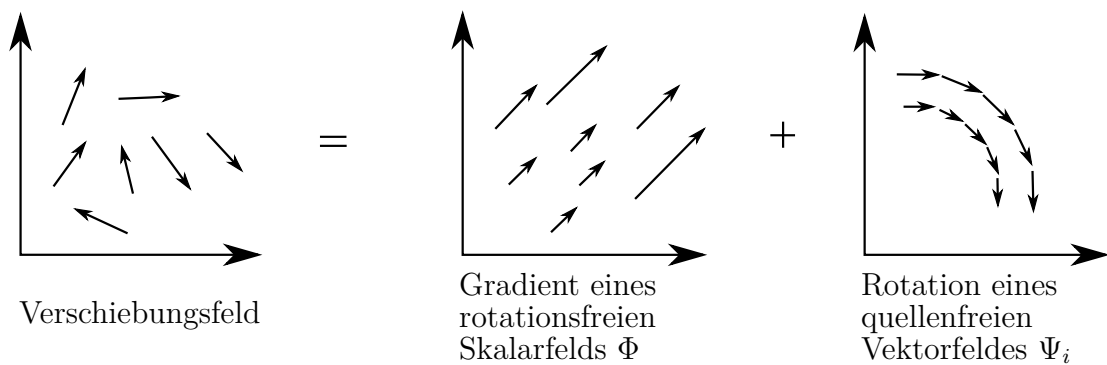


Figure 2.1: Zerlegung des Verschiebungsfeldes mit Satz von Helmholtz vlg. [Müller 1989]

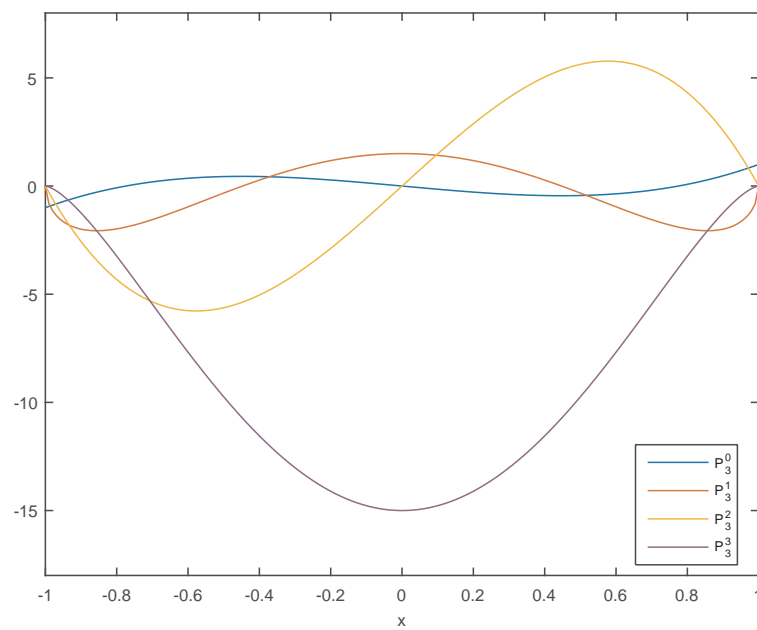


Figure 2.2: Assoziierte Legendre Funktionen Pdf

2.3.2 Include PNGs and PDFs



Figure 2.3: Latex Logo PNG

2.3.3 Figures with subfigures

Figures are defined as floating structures. See [Sturm 2010, page 91].



(a) Assoziierte Legendre Funktionen Pdf

(b) Assoziierte Legendre Funktionen Pdf

Figure 2.4: Assoziierte Legendre Funktionen Pdf

2.3.4 Code

Listing 2.1: Ein Matlab-Programm

```
1
2 %Übungsbeispiel Volumenelemente
3 %by Martin Buchschmid und Siegfried Seipelt
4
5 clear all;
6
7 femesh('reset');
8
9 %Deklaration der benötigten Startknoten
10 FEnode=[1  0 0 0  0 0 0 ;
11          2  0 0 0  0 0.05 0 ;
12          3  0 0 0  0 1 0];%nicht verwendete Knoten stellen kein
          Problem dar
13
14 %Vorgabe der zunächst leeren Felder für die FE-Elementierung
15 FEelt=[];
16 FEel0=[];
17
18 %Erzeugen eines Balkenelementes zwischen den Knoten 1 und 2
19 femesh('objectbeamline 1 2');
20
21 %Extrudieren des Grundelementes jeweils 10-fach in die Richtungen
    x=1 und dann z=1 (Die zuerst erzeugte Fläche wird so zu einem
    Volumenelement)
22 femesh('extrude 80 0.05 0 0');
23 femesh('extrude 80 0 0 0.05');
24 femesh('repeatsel 4 0 0.05 0');
```

A Anhang

A.1 Verwendete Software

A.1.1 Maple™

Maple™ ist ein kommerzielles Mathematik-Paket der Firma Maplesoft. Seine Stärke liegt darin, dass es mathematische Ausdrücke algebraisch verarbeiten kann. Im vorliegenden Fall werden auf diese Weise Ableitungen und Integrale berechnet, ohne auf numerische Aspekte Rücksicht zu nehmen. Dies ermöglicht einen kurzen und trotzdem voll funktionalen Code. *Maple™* wurde in den Version 12 und 14 verwendet.

Internet: <http://www.maplesoft.com/>

A.1.2 gnuplot

gnuplot wurde verwendet, um für diese Arbeit Diagramme und Plots anzufertigen. Es ist ein interaktives, Kommandozeilen-gesteuertes Programm, das auf fast allen gängigen Betriebssystemen lauffähig ist. Es ist in der Lage, sowohl 2D als auch 3D Plots zu erstellen und diese in verschiedenen Dateiformaten zu exportieren. *gnuplot* ist ein Open Source Projekt und wird immer noch weiterentwickelt. Hier wurde die zum Zeitpunkt der Niederschrift aktuelle Version 4.2.3 verwendet.

Internet: <http://www.gnuplot.info/> die Anzahl der Knoten auf 1000 beschränkt ist. Glücklicherweise ist die in der REM eine annehmbare Menge, mit der sich durchaus einige Problemen behandeln lassen.

A.2 Maple™-Programm für ein 2D-Problem

Bibliography

- [Müller 1989] MÜLLER, Gerhard: *Ein Verfahren zur Erfassung der Fundament-Boden Wechselwirkung unter Einwirkung periodischer Lasten*, Technische Universität München, Ph.D. thesis, 1989
- [Stroud and Secrest 1966] STROUD, A. H. ; SECREST, Don: *Gaussian Quadrature Forulas*. Prentice Hall, 1966
- [Sturm 2010] STURM, Thomas F.: *LaTeX - Einführung in das Textsatzsystem*. 7. Regionales Rechenzentrum für Niedersachsen, 2010
- [Unknown 2018] UNKNOWN: *Me Myself and I*. Unknown, 2018