TITEL TITEL TITEL TITEL TITEL TITEL TITEL TITEL TITEL TITEL (max 2 Zeilen)

*englischsprachiger Titel bei deutschsprachigen Dissertationen* (max 2 Zeilen)

Der / Von der Fakultät Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik

der Universität Stuttgart

zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

vorgelegte / genehmigte Abhandlung

von

Maximiliane Mustermann

aus Musterstadt

|  |  |
| --- | --- |
| Hauptberichter: | Univ.- Prof. Dr.-Ing. YYYYYYYYYYYYYYYYYYY |
| Mitberichter:  | Univ.- Prof. Dr.-Ing. XXXXXXXXXXXXXXXXXXX |
| Tag der mündlichen Prüfung: | XX.XX.202X |

[Institut] der Universität Stuttgart

20xx

TITLE TITLE TITLE TITLE TITLE TITLE TITLE TITLE TITLE TITLE (max 2 Zeilen)

to obtain the degree of Doctor at the Faculty of

Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik

at the University of Stuttgart, Germany

on account of the decision of the graduation committee

by

Marilyn Monroe

from Musterstadt, Germany

|  |  |
| --- | --- |
| First Supervisor: | Prof. Dr.-Ing. YYYYYYYYYYYYYYYYYYYYY |
| Second Supervisor:  | Prof. Dr.-Ing. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX |
| Date of defense: | XX.XX.202X |

[Insitute name] of the University of Stuttgart

20xx

Dipl.-Ing. Maximiliane Mustermann oder Max Mustermann MSc

Institut für Umformtechnik

Universität Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. YYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYY

Institut für Umformtechnik

Universität Stuttgart

###### D93 *🡪 nicht ändern, das muss sein!*

###### ISBN 978-3-946818-xx-x *🡪 Die ISBN Nummer wird erst nach der Prüfung vergeben!*

**Institut für Umformtechnik**

Universität Stuttgart

Holzgartenstraße 17

70174 Stuttgart

www.ifu.uni-stuttgart.de

Printed in Germany

# Geleitwort des Herausgebers

Die langjährige Buchreihe „Beiträge zur Umformtechnik" enthält Forschungsberichte und abgeschlossene Dissertationen, die am Institut für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart aus einer mehrjährigen wissenschaftlichen Arbeit zu einem Forschungsthema aus der Umform­technik entstanden sind. Auch sind in dieser Buchreihe Abschlussberichte von Forschung­s­arbeiten zu aktuellen Fragestellungen der Umformtechnik enthalten.

**Umformen ist die gezielte Änderung der Form, der Oberfläche und der Eigenschaften eines metallischen Körpers unter Beibehaltung von Masse und Stoffzusammenhalt.**

Diese Definition für das Umformen von metallischen Körpern in Anlehnung an DIN 8580 beschreibt nicht nur die gezielte Änderung der Form, sondern auch die der Oberfläche und der Eigenschaften des Produktes durch den Umformvorgang. Die Technik des Umformens befasst sich daher nicht nur mit Arbeiten zur Erlangung eines vertieften Prozessverständnisses und der Auslegung von Betriebsmitteln, sondern auch mit Methoden für eine zuverlässige Voraus­bestimmbarkeit der finalen Produkteigenschaften. Dabei kommt der mathematischen Be­schrei­bung des Umformvorganges und der Modellierung grundlegender physikalischer Phänomene wie z.B. der verfahrensspezifischen Tribologie und dem Werkstoffverhalten eine besondere Bedeutung bzgl. der Güte von numerischen Simulationsrechnungen mit der Methode der Finiten Elemente (FEM) zu.

Oftmals geht dabei die intuitive, auf aktuellen Grundlagenerkenntnissen basierende Forschung in der Umformtechnik mit einer experimentellen bzw. empirisch basierten Herangehensweise an neue Fragestellungen einher. Die dabei erzielten Forschungsergebnisse dienen dem allgemeinen Wissenserwerb und dem Grundlagenverständnis von werkstofflichen und verfahrensspezifischen Phänomenen und Zusammenhängen. Solche Arbeiten sind somit nicht nur für Wissenschaftler, sondern auch für die in der Praxis stehenden Ingenieure von grundsätzlicher Bedeutung.

Kurze Entwicklungszeiten für neue Produkte der Umformtechnik einerseits und veränderte Wert­schöpfungsketten, die Dynamik von Märkten, neue Technologien sowie veränderte Rand­be­dingungen andererseits erfordern in den Unternehmen heute eine Intensivierung von spezifischer Forschung. Auch gewinnt das schnelle Lernen im Umfeld von Produktions­technologien in den sich volatil verändernden, oftmals globalen Wert­schöpfungs­ketten immer mehr an Bedeutung. Moderne Forschungsstellen stehen daher im engen Dialog mit solchen Unternehmen und sind in beide Prozesse eingebunden: zum einen in die Grund­lagen­forschung mit Blick auf Werkstoffe, Verfahren und Maschinen der Umformtechnik und zum anderen in vorwettbewerbliche bzw. anwendungsorientierte integrierte Lösungen über neue Prozessketten hinweg.

Motivation für die Herausgabe dieser Berichte ist die Publikation solcher grundlagenorientierten und auch praxisorientierten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die an meinem Institut ent­stehen. Ein weiteres Ziel der Buchreihe ist das Bereitstellen eines aktuellen Wissens- und Kenntnis­standes für weiterführende wissenschaftliche Arbeiten auf internationalem Niveau.

Mathias Liewald

# Danksagung

Beispiel

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart…….

Dem Direktor des Instituts für Umformtechnik, Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Mathias Liewald MBA…………(hier ein Negativbeispiel)

*(EIGENNAMEN werden NIE getrennt, Vor- und Nachnamen auch NIE voneinander !!)*

…….danke ich für die Möglichkeit zur Promotion, die hervorragenden Rahmenbedingungen am Institut und das entgegengebrachte Vertrauen.

Ect. Etc.

*Die Danksagung hat max. eine Seite …!*

Stuttgart, Dezember 1677

# Inhaltsverzeichnis

[Geleitwort des Herausgebers i](#_Toc460313899)

[Danksagung ii](#_Toc460313900)

[Inhaltsverzeichnis iii](#_Toc460313901)

[Abkürzungsverzeichnis v](#_Toc460313902)

[Formelzeichen v](#_Toc460313903)

[Kurzfassung vi](#_Toc460313904)

[Abstract vii](#_Toc460313905)

[1 Einleitung 1](#_Toc460313906)

[2 Stand der Technik 4](#_Toc460313907)

[2.1 Einteilung und Eigenschaften von nichtrostenden Stählen 4](#_Toc460313908)

[2.1.1 Geschichtliche Entwicklung und Einteilung der nichtrostenden Stähle 4](#_Toc460313909)

[2.1.2 Eigenschaften ferritischer nichtrostender Stähle 5](#_Toc460313910)

[2.1.3 Eigenschaften austenitischer nichtrostender Stähle 5](#_Toc460313911)

[3 Motivation, Zielsetzung und Vorgehensweise 6](#_Toc460313912)

[4 Untersuchungen zur Wärmeentstehung und zum -einfluss bei der Umformung nichtrostender Stähle 7](#_Toc460313913)

[4.1 Wärmeeinfluss auf die Werkstoffeigenschaften 7](#_Toc460313914)

[4.1.1 Nichtisotherme Zugversuche mit Martensit- und Temperaturmessung 7](#_Toc460313915)

[5 Prozessverbesserungen durch gezielte lokale Werkzeugtemperierung und Wärmebehandlung 8](#_Toc460313916)

[5.1 Aufbau temperaturgeführter Umformwerkzeuge 8](#_Toc460313917)

[6 Thermo-mechanisch gekoppelte Umformsimulation eines Serienumformprozesses 9](#_Toc460313918)

[7 Zusammenfassung und Ausblick 14](#_Toc460313919)

[8 Anhang 15](#_Toc460313920)

[8.1 Chemische Zusammensetzung und Beschaffenheit der untersuchten nicht rostenden Stähle im Anlieferungszustand 15](#_Toc460313921)

[8.2 Verlauf des magnetischen Anteils entlang von Zugproben 15](#_Toc460313922)

[8.3 Schliffbilder Zugproben nach dem Glühen 15](#_Toc460313923)

[8.4 Entwicklung Werkzeugtemperierung 15](#_Toc460313924)

[9 Literaturverzeichnis 16](#_Toc460313925)

[Curriculum Vitae 18](#_Toc460313926)

***ACHTUNG: Zur Trennung eines Wortes am Zeilenende bitte immer eine WEICHE Trennung verwenden! Eine harte Trennung ist das Einfügen eines „-“, d.h. eines harten Bindestrichs, der logischerweise auch bei Umformatierungen des Absatzes immer erhalten bleibt. Eine WEICHE Trennung eines Wortes fügt man mit „Strg + -“ ein. Diese Trennung wird durch einen Winkel (wie hier jetzt ) angezeigt, und verschwindet jeweils wieder, wenn man um Formatierungen des Absatzes durchführt.***

# Abkürzungsverzeichnis

|  |  |
| --- | --- |
| Abkürzung | Beschreibung |
| GFÄK | Grenzformänderungskurve |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

# Formelzeichen

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Symbol | Einheit | Beschreibung |
| $$\dot{Q}$$ | W | Wärmestrom |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Nach DIN ISO 80.000 werden Formelzeichen werden immer kursiv und Einheiten immer senkrecht dargestellt.

# Kurzfassung

Die Umformung nichtrostender austenitischer Blechwerkstoff wird aufgrund der dehnungsinduzierten α‘-Martensitbildung und des damit einhergehenden TRIP-Effekts (Transformation Induced Plasticity) stark von der Umformtemperatur beeinflusst. Änderungen der Umformtemperatur werden dabei nicht nur vom Werkstoff selbst hervorgerufen, sondern auch von tribologischen oder werkzeugspezifischen Rahmenbedingungen und wirken sich unmittelbar auf die Umformbarkeit und Bauteilqualität aus.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden ………….

*Es ist darauf zu achten, dass die Gestaltung der Kurzfassung in Form von Abschnitten unbedingt einer logischen Gedankenführung entsprechen muss, da dieses Kapitel den Anspruch erhebt, möglichst viele Informationen über die Arbeit in kompakter Form zu vermitteln.*

*Des Weiteren:*

* *Bitte überlegen Sie sich daher vorher (stichpunktartig), wie lang diese Kurzfassung sein soll.*
* *Bitte überlegen Sie sich vorher, welche zentralen Aussagen in welchem Abschnitt nacheinander erfolgen sollen.*
* *Bitte überlegen Sie, dass die Reihenfolge der Abschnitte in der Kurzfassung eine gewisse Chronologie aufweisen müssen, welche mit dem prinzipiellen Aufbau der nachfolgenden Arbeit möglichst deckungsgleich ist.*

*Das wesentliche Schlusselement der Kurzfassung ist ein* ***kurzes Schlaglicht auf*** *den* ***erarbeiteten Erkenntnisgewinn*** *und die* ***zentrale Aussage auf die zuvor formulierte Forschungshypothese****. Hier nimmt man ansatzweise wesentliche Ergebnisse vorweg, um ein erstes Interesse bei dem Leser zu wecken.*

*Die Kurzfassung einer Promotion schreibt man eigentlich erst kurz vor der Abgabe!*

# Abstract

The forming process of austenitic stainless steel mainly is influenced by...

*Das englische Abstract sollte in wesentlichen Zügen dem deutschen Abstract entsprechen, d.h. es weist eine* ***ähnliche oder gleiche Länge*** *auf. Bitte achten Sie auf eine korrekte Wortwahl und die richtige Wahl von Fachvokabeln. Moderne Übersetzungsmaschinen liefern zwar oftmals eine brauchbare Satzstruktur, die Fachvokabeln aus unserer Community sind dort jedoch völlig unbekannt. Daher muss an dieser Stelle besonders kritisch korrigiert werden, denn dieses Abstract ist das „internationale Aushängeschild“ Ihrer Arbeit.*

# Einleitung

*Bitte entscheiden Sie vor Beginn der Niederlegung ihrer Dissertationsschrift, mit welchem Textprogramm Sie arbeiten wollen und in welchem Format Sie alle Bilder und Diagramme in die Arbeit integrieren wollen. Meine Empfehlung lautet diesbezüglich für das Programm LaTeX und nicht MS WORD. Es mag anfänglich mehr Aufwand bedeuten, die Funktionsweise dieses Textverarbeitungsprogrammes zu verstehen, aber Formeln, Gleichungen, Bildbeschriftungen, die Positionierung von Texten, die Seitengestaltung an sich uvm. sind in diesem Programm sehr viel logischer organisiert und realisiert als in MS WORD (von der Stabilität des Programmes ganz abgesehen). Gegebenenfalls muss hier ein weiteres Programm für Bilder und Tabellen, Beschriftungen, farbliche Gestaltungen, Achsbeschriftungen usw. gewählt werden.*

***Allgemeine Hinweise zum Textkörper:***

1. ***Times Roman*** *Schriftgröße 12. Dieses Format dient dazu, dass die Texte über einen Zeilenabstand von 1,5 in verkleinerter Form auf DIN A5 immer noch gut lesbar sind.*
2. *Aufgrund der erforderlichen Einheitlichkeit werden auch alle Bildunterschriften in* ***Times Roman*** *Schriftgröße PT12 verfasst (Zeilenabstand 1,15). Die Beschriftungen von Komponenten oder Details in Bildern und Tabellen erfolgen in der Schrift* ***Arial****, wobei die Schriftgröße im Bild der jeweiligen Gegebenheit im Bild angepasst werden muss.*
3. *Alle Hauptkapitel beginnen immer auf einer neuen RECHTEN Seite…*
4. *„Weiche Trennung“: Ein Trennstrich eines Wortes am Ende einer Zeile wird mit „strg“ + „-“ im Falle eines andersartigen Zeilenumbruchs wieder aufgehoben. Also niemals ein festes „-“ zur manuellen Worttrennung verwenden; es bleibt immer als Minuszeichen zwischen den Wortsilben bestehen.*

*Bei Verweisen ist darauf zu achten, dass „Verweistyp“ (Bild, Tabelle, Kapitel, Anhang, etc.) und „Nummer“ nicht durch einen Zeilenumbruch getrennt werden:*

* *Negatives Beispiel:*

*liegt bis zur Schmelztemperatur TS als kubisch-raumzentriertes Gitter vor, siehe Tabelle 10*

* *Positives Beispiel:*

*liegt bis zur Schmelztemperatur TS als kubisch-raumzentriertes Gitter vor, siehe Tabelle 10*

* *oder auch:*

*liegt bis zur Schmelztemperatur TS als kubisch-raumzentriertes Gitter vor, siehe Ta­belle 10*

* *Betrachten Sie die Beispiele bitte mit eingeblendeten nicht-druckbaren Zeichen*

*In solchen Fällen bitte ein „****gebundenes Leerzeichen****“ verwenden* ***("strg" + "Shift" + "Leertaste")***

***Allgemeine Hinweise zu Tabellen:***

*Im Stand der Technik bitte keine Tabellen per „Screenshot“ oder ähnliches kopieren. Machen Sie sich bitte die Mühe und erstellen die Tabelle neu. Damit werden eine gute optische Qualität und die richtige Schriftart gewährleistet. Denken Sie bitte an die einheitliche Breite der Tabellen.*

***Allgemeine Hinweise zu Bildern:***

*Bitte nehmen Sie sich Zeit für die Auswahl und Festlegung der Bilder, Diagramme, Darstellungen, Simulationsabbildungen, etc. und legen zu Beginn bis zu drei einheitliche Bildformate, d.h. Darstellungsgrößen fest. Dieses vereinfacht das finale Layout der Gesamtarbeit deutlich.*

***Bildqualität:***

*In der Arbeit**(auch im Stand der Technik!) ist auf die Verwendung von hochwertigen Bildern zu achten:*

* *Bitte denken Sie stets an die korrekte Quellenangabe des Bildes/der Abbildung.*
* *Bei Scans (alte Dissertationen, Patente) ist notfalls eine entsprechende qualitative Aufarbeitung der Bilder notwendig.*
* *Die Schriftart ist in Scans - wenn notwendig - zu überarbeiten (Schriftart: Arial! Pt 10 oder 12)*
* *In der ganzen Arbeit gilt: die verwendete Sprache ist deutsch; werden Bilder aus englischen Quellen verwendet ist dies zu überarbeiten (Stand der Technik, aber auch bei „Recycling“ von eigenen Bildern aus eigenen, englischsprachigen Veröffentlichungen).*
* *Ebenfalls ist bei Diagrammen darauf zu achten, dass das richtige Nummernsystem verwendet wird, z.B. 1.35 mm → 1,35 mm*
* *Bei Achsen- und Skalenbeschriftungen ist darauf zu achten, dass alle Werte über die gleiche Anzahl von Nachkommastellen verfügen:*
	+ *Negativbeispiel:*

*1 – 1,25 – 1,5 – 1,75 – 2*

*(Ganze Zahlen ohne Nachkommastelle, aber Zwischenstufen mit Nach­komma­stelle)*

* + *Positivbeispiel:*

*1,00 – 1,25 – 1,50 – 1,75 – 2,00*

*(Gleiche Nachkommastellen)*

* *Jede Achse und Skala benötigt Messgrößen mit Formelzeichen und Messeinheit,
z. B.: Kraft F in N; alternativ (DIN 461) Kraft F/N oder Kraft F, N*
* *Bei Skalen (oder auch Achsen) ist darauf zu achten, dass die an der Skala angezeigten Werte möglichst „runde Werte“ sind:*
	+ *Schlecht: „10,30 – 16,53 – 22,75 – 28,98“ (Abstand 6,23)*
	+ *Besser: „10 – 16 – 22 – 28“ (Abstand 6,00)*
	+ *Noch besser: „10 - 15 – 20 -25“ oder „15 – 20 – 25 – 30“ oder „10 – 15 – 20 -25 – 30“ oder „10 – 20 - 30“ (bei den beiden letzten Beispielen muss die Anzahl der Skalafarben im FE-Programm angepasst werden)*

*Werden Bilder mit Farbskalen verglichen (inbesondere FEM), ist darauf zu achten, dass die Achsenwerte der Bilder idealerweise gleich sind, um Unterschiede in den Farb­ver­läufen besser zu verdeutlichen.*

***Es folgen inhaltliche Hinweise zum Kapitel „Einleitung“:***

*Bitte überlegen Sie sich vorher, welche gedanklich chronologischen Inhalte Sie in Ihrer 3-4 Seiten langen Einleitung bringen wollen, d.h. welche zentralen Aussagen sollen in welchem Abschnitt nacheinander folgen. Bitte überlegen Sie, dass die Reihenfolge der Abschnitte eine gute Chronologie aufweisen muss, welche mit dem prinzipiellen Aufbau der nachfolgenden Arbeit möglichst deckungsgleich ist.*

*Die Logik einer Einleitung folgt einem Trichtermodell, mit dem man mit einer allgemeinen Information bzw. Kenntnissebene beginnt und das betrachtete Thema dann schrittweise top-down konkretisiert. Somit wird von einem allgemeinen Kenntnissstand beginnend schrittweise in die behandelte Thematik eingeführt. Danach erfolgt ein grober Überblick auf das Inhaltsverzeichnis in der Reihenfolge: Stand der Technik, Motivation, weitere inhaltliche Kapitel…*

*Das wesentliche Schlusselement der Einleitung bildet, wie in der Kurzfassung auch, ein kurzes Schlaglicht auf den erlangten Erkenntnisgewinn und auf zentrale Aussagen bezüglich der zuvor gewählten Forschungshypothese. Hier nimmt man ansatzweise wesentliche Ergebnisse vorweg, um ein vertieftes Interesse des Lesers für den Genuss der nachfolgenden Lektüre zu wecken.*

# Stand der Technik

*In diesem Kapitel wird der Stand der Forschung/Technik und der aktuelle Wissensstand, welche für das Verständnis dieser Arbeit notwendig sind, dargelegt, erläutert, diskutiert und in Einzelfällen zur nachfolgenden Arbeit abgegrenzt. Derart kann dieses Kapitel als Verweisquelle für nachfolgende, wissenschaftliche bearbeitete Themen und Aspekte der Arbeit dienen. Der Umfang dieses Kapitels liegt üblicherweise bei 40-50 Seiten.*

*Auch in diesem Kapitel ist eine kurze Einleitung erforderlich, welche in die behandelte Thematik einführt und zu Beginn wesentliche Teilgebeite des Standes der Technik aus der Vogelperspektive nennt. Etwas unbeholfen wirken daher folgende einleitende Sätze:*

*„*Grundlegendes Wissen über die Verfahren und Werkzeuge der Umformtechnik sowie Werkstoffverhalten von Stählen wird vorausgesetzt und ist in einschlägiger Literatur nach­zu­lesen [1]. Es wird zunächst eine allgemeine Einführung in die Eigenschaften nicht­rostender ferritischer sowie austenitischer Stähle gegeben und anschließend die um­form­technische Ver­arbeitung näher erläutert. Abgeschlossen wird das Kapitel mit einer Übersicht über den Stand der Werk­stoffmodellierung und Umformsimulation und der inhaltlichen Erörterung im Lichte des Themas dieser Arbeit.“

*Nachfolgend ist eine beispielhafte Kapitelstuktur aufgeführt:*

## Einteilung und Eigenschaften von nichtrostenden Stählen

### Geschichtliche Entwicklung und Einteilung der nichtrostenden Stähle

|  |
| --- |
|  |

Bild : Schäfflerdiagramm zur Einteilung nichtrostender Stähle anhand ihres Gefügezustand nach [1] A: Austenit M: Martensit F. Ferrit *→ hier immer Times Roman; PT 12*

*→ Und somit wird immer der Begriff „****Bild (alternativ Abbildung)****“ unter der Abbildung und im Fließtext verwendet (der Begriff Bild oder Abbildung wird im Fließtext nicht „fett“ markiert)!*

Der Gefügezustand nichtrostender Stähle wird im Wesentlichen durch die Legierungselemente Chrom und Nickel bestimmt, wobei Vanadium, Wolfram, Molybdän, Silizium, Titan und Niob den Ferritmischkristall stabilisieren. Chrom liegt bis zur Schmelztemperatur als kubisch-raum­zentriertes (krz) Gitter vor und unterstützt ebenfalls die Ferritbildung. Nickel hingegen ist ein starker Austenitbildner, da es mit Eisen eine lückenlose kubisch-flächenzentrierte (kfz) Misch­kristallreihe bildet. Die Legierungselemente Mangan, Kupfer, Kohlenstoff und Stickstoff stabilisieren die austenitische Phase. [2] Ein kfz-Gitter besitzt aufgrund der größeren Zahl an Gleit­richtungen bei geringeren Kräften ein größeres Umformvermögen, obwohl ein kubisch-flächen­zentriertes und ein kubisch-raumzentriertes Kristallgitter über die gleiche Anzahl von 12 Gleit­systemen verfügen [3].

**Tabelle 3:** Anteil der wichtigsten Legierungselemente sowie physikalische Eigenschaften ausgewählte nichtrostender Stähle

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Wkst.-Nr. | Gefüge | C | Cr | Ni | Mn | Dichte δ | Wärmeleit-fähigkeit λ | Wärmeausdehnungskoeffizient α |
| 1.4301 | Austenit | 0,07 | 17,5-19,5 | 8 -10,5 | Mn: 2 | 7,9 |  15 | 16 |
| 1.4404 | Austenit | 0,03 | 16,5-18,5 | 10-13 | Mo: 2 | 8,0 | 15 | 16 |
| 1.4016 | Ferrit | 0,08 | 16-18 | - | 1 | 7,7 | 25 | 10 |
| 1.4510 | Ferrit | 0,05 | 16-18 | - | 0,8 Ti | 7,7 | 25 | 10 |
| 1.4006 | Martensit | 0,15 | 11-13,5 | 0,75 | - | 7,7 | 30 | 10,5 |

P: ≤ 0,045%, s ≤ 0,015 Angaben als Maximalwerte

### Eigenschaften ferritischer nichtrostender Stähle

### Eigenschaften austenitischer nichtrostender Stähle

# Motivation, Zielsetzung und Vorgehensweise

*In Bezug auf die Struktur der Arbeit stellt dieses Kapitel den wichtigsten Baustein der Arbeit dar. Dieses Kapitel umfasst inhaltlich ca. 1 Seite zur Motivation der Arbeit, danach eine weitere Seite zur Forschungshypothese und Zielsetzung und schließlich 1,5 Seiten zur Vorgehensweise in der Arbeit. Alternativ zu einem solchen Kapitel 3 kann die Zielsetzung der Arbeit und die Vorgehensweise in der zweiten Hälfte der Einleitung genannt werden.*

*Die Motivation greift die einleitenden Gedanken der Arbeit (aus Kapitel 1) erneut auf und spannt einen Hintergrund der behandelten Themenstellung und deren wissenschaftlich orientierten Lösungsmethodik auf. Der Abschnitt der Motivation beleuchtet auch die Tragweite der Arbeit in Bezug auf Implikationen der erwarteten Ergebnisse. Anschließend erfolgt die klug gewählte und präzise formulierte Forschungshypothese Ihrer Arbeit, welche im Folgenden be- oder widerlegt werden soll. Achtung: Bitte informieren Sie sich vorher über mögliche Formulierungen von Hypothesen/Behauptungen! Die Zielsetzung der Arbeit muss wirklich als Ziel ausformuliert sein, d.h. sie ist keine Vision und auch kein operativer Arbeitsplan! Das Ziel soll einen inhaltlich ausgerichteten „Punkt am Forschungshorizont“ darstellen, welcher möglichst mit dem letzten Kapitel der Arbeit erreicht wird. Die Beschreibung der Vorgehensweise legt dar, wieso Sie mit welchen wissenschaftlichen Methoden welche wissenschaftlichen Fragestellungen in Ihrer Arbeit bearbeiten werden. Die Vorgehensweise stellt ein Schlaglicht auf die vor uns liegenden Inhalte der einzelnen Kapitel dar und lässt dadurch einen roten Faden erkennen. Dieser Abschnitt schließt mit dem erwarteten Erkenntnissgewinn bzw. möglichen Gültigkeitsgrenzen.*

*.*

# Untersuchungen zur Wärmeentstehung …

## Wärmeeinfluss auf die Werkstoffeigenschaften

### Nichtisotherme Zugversuche mit Martensit- und Temperaturmessung

***Allgemeine Hinweise zu Kapitel 4 der Arbeit:***

*Kapitel 4 der Arbeit beleuchtet üblicherweise die wissenschaftliche Herangehensweise an die zuvor formulierte Forschungshypothese. Es wird dargelegt, welche wissenschaftlichen Methoden zur Bearbeitung der Forschungsfrage prinzipiell geeignet erscheinen. Das Kapitel umfasst daher die wissenschaftliche Herangehensweise an eine neuartige Modellierungs- oder Simulationstechniken, innovative Berechnungs- oder systemische Ansätze, Auslegungsmethoden und deren Hintergründe. Kapitel 4 zeichnet somit die wissenschaftlich fundierte Vorgehenweise in Bezug auf nachfolgende theoretische, experimentelle, simulative oder konstruktive Arbeitsinhalte vor. Dieses Kapitel betrifft demnach im wesentlichen die Meta-Ebene des zuvor formulierten wissenschaftlichen Problems oder der Forschungshypothese, alle weiteren Ausführungen gehen dann schrittweise weiter konkret auf die Bearbeitung der gegebenen Themenstellung ein.*

*Im folgenden dann schon mal die Seiten für die einzelnen Kapitel. Bitte daran denken dass die Seitenzahl stets um rechts zu finden ist.*

# Prozessverbesserugen durch gezielte lokale Werkzeugtemperierung und Wärmebehandlung

## Aufbau temperaturgeführter Umformwerkzeuge

# Thermo-mechanisch gekoppelte Umformsimulation eines Serien­umformprozesses

# Hauptüberschrift

# Hauptüberschrift

# Hauptüberschrift

# Hauptüberschrift

# Zusammenfassung und Ausblick

# Anhang

## Chemische Zusammensetzung und Beschaffenheit der untersuchten nichtrostenden Stähle im Anlieferungszustand

## *(ACHTUNG: zweizeilige Kapitelüberschriften beginnen linksbündig immer übereinander!)*

## Verlauf des magnetischen Anteils entlang von Zugproben

## Schliffbilder Zugproben nach dem Glühen

|  |
| --- |
| b)a) |

Bild : Zeichnungen 100er-Napfwerkzeug mit Lage der Bohrungen für die Thermoelemente a) Matrizenring b) Blechhalterplatte

## Entwicklung Werkzeugtemperierung

*Nicht vergessen: immer einen Bezug des Anhangs zu dem jeweiligen Kapitel erstellen. Sinnvollerweise verweist man in dem entsprechenden Kapitel der Arbeit auf ein Diagramm, eine Zeichnung, ein Farbplot aus einer FE Rechnung, eine Darstellung usw. mit einer Nummer (!) im Anhang.*

# Literaturverzeichnis (Vorsicht: hier gibt es verschiedene Formate, bitte spezifisch in Ihrer Community klären!)

*Artikel in einem Journal*

*Autor(en). “Titel”. Name des Journals, vol., S., Datum.*

[1] K. A. Nelson, R. J. Davis, D. R. Lutz, und W. Smith, “Optical generation of tunable ultrasonic waves,” Journal of Applied Physics, vol. 53, no. 2, Feb., S. 1144-1149, 2002.

*Artikel aus einem Konferenzband (veröffentlicht)*

*Autor(en). “Titel”. Name des Konferenzbandes, Jahr, S.*

[2] D.B. Payne und H.G. Gunhold. “Digital sundials and broadband technology,” in Proc. IOOC-ECOC, 1986, S. 557-998.

*Dissertationen and Thesis*

*Autor. “Titel.” Abschlusslevel, Einrichtung, Ort, Jahr.*

[3] S. Mack. “Desperate Optimism.” Dissertation, University of Calgary, Canada, 2000.

*Buch*

*Autor(en). Buchtitel. Ort: Verlag, Jahr, S.*

[4] W.K. Chen. Linear Networks und Systems. Belmont, CA: Wadsworth, 1993, S. 123-35.

*Kapitel aus Fachbuch*

*Autor(en), „Titel des Artikel,“in Buchtitel, Name Herausgeber. Ort: Verlag, Jahr, S.*

[5] E. D. Lipson und B. D. Horwitz, “Photosensory reception and transduction,” in Sensory Receptors and Signal Transduction, J. L. Spudich und B. H. Satir, Hrsg. New York: Wiley-Liss, 2001, S. 1-64.

*Patent*

*Autor(en)/Erfinder. “Name/Titel.” Land, in dem das Patent angemeldet ist. Patentnummer, Datum.*

[6] E.E. Rebecca. “Alternating current fed power supply.” U.S. Patent 7 897 777, 3. Nov. 1987.

*Bei der Verwendung von Mendeley kann das Literaturverzeichnis automatisch im entsprechenden Format (IEEE) erstellt werden. Einen Auszug der wichtigsten Regeln mit Beispielen findet Ihr/Sie im Anhang. Weitere Informationen und Beispiele kann man außerdem auf* [*http://www.ijssst.info/info/IEEE-Citation-StyleGuide.pdf*](http://www.ijssst.info/info/IEEE-Citation-StyleGuide.pdf) *oder*

[*https://ieee-dataport.org/sites/default/files/analysis/27/IEEE%20Citation%20Guidelines.pdf*](https://ieee-dataport.org/sites/default/files/analysis/27/IEEE%20Citation%20Guidelines.pdf)

*finden.*

# Curriculum Vitae *(optional, keine Pflicht)*

PERSÖNLICHE DATEN

|  |  |
| --- | --- |
| Name | Max Mustermann |
| Geburtsdatum | Musterstadt |
| Geburtsort | 29.09.1887 |
| Familienstand | ledig |

SCHULISCHE AUSBILDUNG

|  |  |
| --- | --- |
| 1993 bis 2002 | Besuch des Gymnasiums  |
|  | Abschluss: Allgemeine Hochschulreife |

ZIVILDIENST

|  |  |
| --- | --- |
| 2002 bis 2003 | Zivildienstleistender Fachkliniken |

UNIVERSITÄRE AUSBILDUNG

|  |  |
| --- | --- |
| 10/2003 bis 9/2009 | Studium des Maschinenwesens an der Universität Stuttgart, Vertiefung in Konstruktionstechnik und Umformtechnik |
|  | Abschluss: Diplom-Ingenieur |
| 6/2006 bis 5/2008 | Wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart |
|  |  |
|  |  |

PRAKTISCHE TÄTIGKEIT

|  |  |
| --- | --- |
| 2002 bis 2003 | Schnotleff AG |
|  |  |

BERUFLICHER UND WISSENSCHAFTLICHER WERDEGANG

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |