



Leibniz  
Universität  
Hannover

Institut für Stahlbau  
Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann



Typ

**Titel**



von

Max Mustermann

Matrikelnummer 1234560

<b>Prüfer:</b>	Prüfer 1
<b>Betreuer:</b>	Betreuer 1

Mai 2017



...-Arbeit  
für  
Frau/Herr ... ..  
Matr.-Nr.: ...

Erstprüfer: ... ..	Ausgabe der Arbeit: ...
Zweitprüfer: ... ..	Abgabe der Arbeit: ...
Betreuer: ... ..	Bearbeitungsumfang: ... Stunden
	Bearbeitungsdauer: ... Monate

Thema: ...

...

### Aufgabenstellung

Gallia est omnis divisa in partes tres, quarum unam incolunt Belgae, aliam Aquitani, tertiam qui ipsorum lingua Celtae, nostra Galli appellantur. Hi omnes lingua, institutis, legibus inter se differunt. Gallos ab Aquitanis Garunna flumen, a Belgis Matrona et Sequana dividit. Horum omnium fortissimi sunt Belgae, propterea quod a cultu atque humanitate provinciae longissime absunt, minimeque ad eos mercatores saepe commeant atque ea quae ad effeminandos animos pertinent, important, proximique sunt Germanis, qui trans Rhenum incolunt, quibuscum continenter bellum gerunt. Qua de causa Helvetii quoque reliquos Gallos virtute praecedunt, quod fere cotidianis proeliis cum Germanis contendunt, cum aut suis finibus eos prohibent aut ipsi in eorum finibus bellum gerunt. Eorum una pars, quam Gallos obtinere dictum est, initium capit a flumine Rhodano, continetur Garumna flumine, Oceano, finibus Belgarum, attingit etiam ab Sequanis et Helvetiis flumen Rhenum, vergit ad septentriones. Belgae ab extremis Galliae finibus oriuntur, pertinent ad inferiorem partem fluminis Rheni, spectant in septentrionem et orientem solem. Aquitania a Garunna flumine ad Pyrenaeos montes et eam partem Oceani quae est ad Hispaniam pertinet; spectat inter occasum solis et septentriones.

Apud Helvetios longe nobilissimus fuit et ditissimus Orgetorix. Is M. Messala, [et P.] M. Pisone consulibus regni cupiditate inductus coniurationem nobilitatis fecit et civitati persuasit ut de finibus suis cum omnibus copiis exirent: perfacile esse, cum virtute omnibus praestarent, totius Galliae imperio potiri. Id hoc facilius iis persuasit, quod undique loci natura Helvetii continentur: una ex parte flumine Rheno latissimo atque altissimo, qui agrum Helvetium a Germanis dividit; altera ex parte monte Iura altissimo, qui est inter Sequanos et Helvetios; tertia lacu Lemanno et flumine Rhodano, qui provinciam nostram ab Helvetiis dividit. His rebus fiebat ut et minus late vagarentur et minus facile finitimis bellum inferre possent; qua ex parte homines bellandi cupidi magno dolore adiciebantur. Pro multitudine autem hominum et pro gloria belli atque fortitudinis angustos se fines habere arbitrabantur, qui in longitudinem milia passuum CCXL, in latitudinem CLXXX patebant.

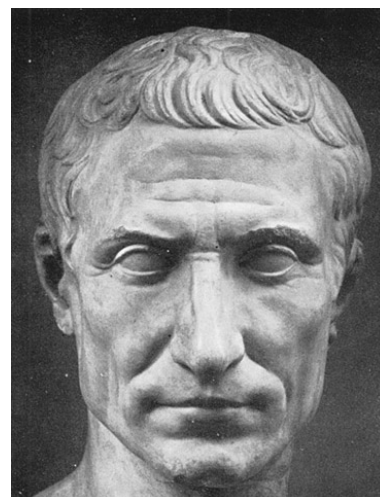


Abbildung 1: Julius Caesar

Im Einzelnen lässt sich die Aufgabenstellung in die folgenden Arbeitspakete unterteilen.

- ...
- ...

- ...
- ...
- ...

Die Aufgabenstellung beinhaltet die Verpflichtung zur Teilnahme an einem mündlichen Kolloquium.  
 Der Umfang der einzelnen Teilaufgaben ist bearbeitungsbegleitend mit dem Betreuer abzustimmen.  
 Der Arbeit ist jeweils eine einseitige Kurzfassung in deutscher und englischer Sprache voranzustellen. Zusätzlich sind jeweils fünf, den Inhalt der Arbeit beschreibende Schlagwörter anzugeben.

Für die Bearbeitung der Aufgabe werden Herr/Frau ... .. die folgenden Hilfsmittel vom Institut für Stahlbau zur Verfügung gestellt:

- ...

Sämtliche Daten (z.B. numerische Modelle, Versuchsdaten, Zeichnungen etc.) sind der Arbeit bei der Abgabe in digitaler Form beizufügen.

Als Einstieg in die Thematik wird die folgende Literatur empfohlen, die im Zuge der Bearbeitung durch weitere Quellen sinnvoll zu ergänzen ist:

- [1] Caesar, G. J. (50/51 v. Chr): *De bello Gallico*.
- [2] ...
- [3] ...
- [4] ...
- [5] ...
- [6] ...
- [7] ...
- [8] ...

# Kurzfassung

Hier soll die Aufgabe kurz vorgestellt werden und das Wesentliche aus dem Inhalt der Arbeit zusammengefasst werden. Diese Übersicht soll keine Formeln und möglichst keine Literaturhinweise enthalten. Die Kurzfassung sollte mindestens eine halbe Seite füllen, ohne jedoch zusammen mit den Schlagwörtern eine Seite zu überschreiten.

**Schlagwörter:** Offshore-Windenergie, Simulation, Korrosion, Ermüdung, Lebensdauer

# Abstract

The same as for the „Kurzfassung“, but in English.

**Key words:** Offshore wind energy, numerical simulation, corrosion, fatigue, service life

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2. Hinweise zur Nutzung der Formatvorlage</b>	<b>2</b>
2.1. Inhalte der Vorlage . . . . .	2
2.2. Bilder . . . . .	3
2.3. Tabellen . . . . .	4
2.4. Formeln . . . . .	4
2.5. Zitieren . . . . .	5
<b>3. Zusammenfassung</b>	<b>6</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>8</b>
<b>Abkürzungen und Symbole</b>	<b>9</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>10</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>11</b>
<b>A. Anhang A</b>	<b>12</b>
<b>B. Anhang B</b>	<b>13</b>

# 1. Einführung

Dieses L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Dokument kann als Grundlage zur Erstellung von studentischen Arbeiten am Institut für Stahlbau genutzt werden.

Im Folgenden wird aufgeführt, welche Dateien für die Erstellung dieser pdf-Datei notwendig sind. Sie werden kurz erklärt. Ebenso werden einige grundlegende Befehle aufgeführt, wie für die Ausarbeitung der studentischen Arbeit zu nutzen sind. Die Arbeit ist jedoch auf jeden Fall nach den Vorgaben und Hinweisen des Instituts für Stahlbau anzuferfigen. Diese Hinweise finden sich hier: <https://www.stahlbau.uni-hannover.de/studentische-arbeiten.html>.

Es ist zu beachten, dass die Betreuer der studentischen Arbeiten keine Hilfestellung bei der Anwendung dieser Vorlage liefern werden.

## 2. Hinweise zur Nutzung der Formatvorlage

### 2.1. Inhalte der Vorlage

Die Vorlage zur Erstellung studentischer Arbeiten mit  $\text{\LaTeX}$  beinhaltet die unten aufgeführten Dateien.

- **stud\_arbeit.tex**: Hier werden alle relevanten Dateien zusammengeführt. Durch Ausführung dieser Datei wird eine pdf-Datei erstellt.  
Die Liste der Pakete, die über den Befehl `\usepackage{...}` eingebunden werden, kann natürlich entsprechend der eigenen Anforderungen erweitert werden. Ebenso kann das Format auch entsprechend der eigenen Wünsche angepasst werden.
- **metadata.tex**: Hier sind die grundlegenden Daten zur studentischen Arbeit einzutragen:
  - Name und Matrikelnummer des Verfassers, mit akademischem Titel (sofern vorhanden),
  - Typ und Titel der studentischen Arbeit,
  - Namen der Prüfer, mit akademischem Titel,
  - Namen der Betreuer, mit akademischem Titel,
  - Abgabedatum (Monat (ausgeschrieben) und Jahr, z.B. „Mai 2017“),
  - Schlagwörter,
  - Keywords (Schlagwörter auf Englisch),
  - Name des Titelbildes (ggf. mit Pfad) und
  - Name der Aufgabenstellung (ggf. mit Pfad).
- **settings.tex**: Hier sind allgemeine Formatvorgaben des Dokuments eingetragen.
- **titelseite.tex**: Titelseite. Das Titelbild ist entsprechend des Arbeitsthemas anzupassen. Die Höhe des Bildes ist auf  $7\text{cm}$  eingestellt. Sofern möglich, sollte dieses Maß nicht geändert werden. Die Auflösung der Bilder und die Schriftgröße von Text im Bild ist entsprechend zu wählen. Bei mehr als einem Prüfer bzw. mehr als einem Betreuer sind die Zeilen 36 bzw. 38 und 39 einzublenden (Löschen von %).  
Die Begriffe „Prüfer“ und „Betreuer“ sind gegebenenfalls an das Geschlecht der Prüfer und Betreuer anzupassen.
- **erklaerung.tex**: Selbstständigkeitserklärung, die bei Abgabe der studentischen Arbeit unterschrieben sein muss. *Diese Datei ist nicht zu ändern.*
- **kurzfassung.tex**: Hier ist eine kurze Beschreibung der studentischen Arbeit einzufügen. Die Schlagwörter, die in **metadata.tex** eingetragen wurden, werden hier automatisch eingefügt.



- **abstract.tex**: Hier ist eine kurze Beschreibung der studentischen Arbeit auf Englisch einzufügen. Die „key words“, die in **metadata.tex** eingetragen wurden, werden hier automatisch eingefügt.
- **einfuehrung.tex**, **stand\_der\_technik.tex**, **zusammenfassung.tex**: Beispiele für verschiedene Kapitel, die über den Befehl `\input{...}` in das Hauptdokument **stud\_arbeit.tex** eingebunden werden.
- **anhangA.tex**, **anhangB.tex**: Beispiele für verschiedene Kapitel des Anhangs, die über den Befehl `\input{...}` in das Hauptdokument **stud\_arbeit.tex** eingebunden werden.
- **nomenklatur.tex**: Liste aller verwendeten Abkürzungen und Symbole, die alphabetisch einzutragen sind (optional). Es wird empfohlen, lateinische und griechische Symbole getrennt einzutragen.  
Sollte auf dieses Verzeichnis verzichtet werden, ist die entsprechende Zeile im Hauptdokument **stud\_arbeit.tex** zu löschen oder mit % auszukommentieren.
- **literatur.bib**: Literaturverzeichnis mit einigen Beispielen.
- **literaturstil.bst**: In diesem Dokument wird der Literaturstil definiert. *Diese Datei ist nicht zu ändern.*
- **LUH\_logo.pdf** und **Stahlbau\_logo.pdf**: Diese Dokumente werden in die Titelseite eingebunden und sind daher nicht zu löschen.
- **bild.pdf**: Beispielbild, das für die Erstellung dieses Dokuments erforderlich ist.
- **Aufgabenstellung.pdf**: Ein Beispieldokument der Aufgabenstellung, das für die Erstellung dieses Dokuments erforderlich ist. Sie ist durch die eigene zu ersetzen.

### 2.2. Bilder

Abb. 2.1 zeigt beispielhaft eine Brücke. Die Bildbezeichnung soll unter dem Bild stehen.

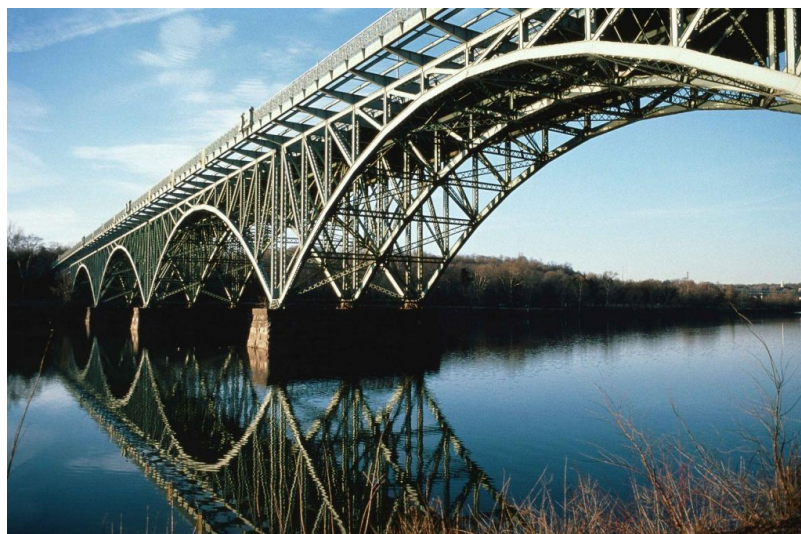


Abbildung 2.1.: Bild einer Brücke

## 2.3. Tabellen

Tab. 2.1 zeigt beispielhaft eine Tabelle. Die Tabellenbezeichnung soll über der Tabelle stehen.

Tabelle 2.1.: Materialeigenschaften verschiedener Stähle auf Grundlage von Zugversuchen. Diese Beschreibung wird noch künstlich verlängert, um zu gucken, wie mehrzeilige Bezeichnungen aussehen.

	Bezeichnung	Länge [cm]	Eigenschaft	
			E-Modul $E$	Streckgrenze $f_y$
Reihe 1 S235	S235-1	10,1	200.000	300
	S235-2	10,1	215.000	285
	S235-3	10,5	210.000	233
	S235-4	10,3	205.000	305
	S235-5	11,0	210.000	294
Reihe 2 S355	S355-1	10,1	213.000	375
	S355-2	9,9	200.000	360
	S355-3	11,2	199.000	385
	S355-4	10,5	210.000	500

## 2.4. Formeln

Gl. (2.1) gibt den Zusammenhang zwischen der Dehnung  $\varepsilon$  und der Normalspannung  $\sigma$  wieder. Bei Stahl wird im elastischen Bereich angenommen, dass der Zusammenhang linear ist und über den Proportionalitätsfaktor bzw. den Elastizitätsmodul  $E$  beschrieben wird.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \tag{2.1}$$

Alle neu eingeführten Variablen sind stets zu erklären.

Je nach Nummerierung der Gleichung sind verschiedene L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Befehle anzuwenden:

- `\begin{equation} ... \end{equation}` erzeugt **einzeilige Gleichungen mit einer Referenznummer**, siehe Gl. (2.1).
- `\begin{equation} \begin{split} ... \end{split} \end{equation}` erzeugt **mehrzeilige Gleichungen mit nur einer Referenznummer für alle Zeilen zusammen**, siehe Gl. (2.2).

$$\begin{aligned} \sigma &= E \cdot \frac{\Delta l}{l} \\ &= E \cdot \varepsilon \end{aligned} \tag{2.2}$$

mit der Dehnung  $\varepsilon$  als Verhältnis von Längenänderung  $\Delta l$  und Länge  $l$ .

- `\begin{align} ... \end{align}` erzeugt **mehrzeilige Gleichungen mit einer Referenznummer für jede Zeile**, siehe Gl. (2.3) und Gl. (2.4).

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \tag{2.3}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \tag{2.4}$$

- `\begin{equation*} ... \end{equation*}` erzeugt **Gleichungen ohne Referenznummer**.

Als Multiplikationszeichen wird aus Gründen der Einfachheit oft das Symbol `*` genutzt. Es wird empfohlen, stattdessen den L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Befehl `\cdot` als Multiplikationszeichen zu nutzen, wie es auch in obigen Gleichungen genutzt wurde.

## 2.5. Zitieren

Es folgt eine Liste von Zitaten, die im Literaturverzeichnis aufgenommen werden. Die Liste ist wahllos. Beispiele finden sich in der zur Vorlage gehörigen Datei `literatur.bib`.

Artikel: [1], [2]

Konferenzbeiträge: [3], [4]

Bücher: [5], [6], [7]

Buchkapitel: [8], [9]

Forschungsberichte: [10], [11]

Dissertationen: [12], [13]

Normen: [14], [15]

Die Normen [14] und [15] wurden in dieser Vorlage als die Referenzart `manual` definiert. Hier wird kein Autor, sondern lediglich eine Organisation eingetragen.

## 3. Zusammenfassung

# Literaturverzeichnis

- [1] Lohaus, L.; Cotardo, D.; Werner, M.; Schaumann, P.; Kelma, S.: „Experimental and Numerical Investigations of Grouted Joints in Monopiles Subjected to Early-age Cycling“. *Journal of Ocean and Wind Energy*, Vol. 2, Nr. 4, S. 193–201, 2015.
- [2] Schaumann, P.; Eichstädt, R.: „Ermüdung sehr großer HV-Schraubengarnituren“. *Stahlbau*, Vol. 85, Nr. 9, S. 604–611, 2016.
- [3] Schaumann, P.; Kelma, S.; Bechtel, A.: „Design of Offshore Wind Energy Support Structures“. In: Baniotopoulos, C. C. et al. (Hrsg.): *Trends and Challenges for Wind Energy Harvesting*, Coimbra (Portugal), 2015, WINERCOST, S. 131–140.
- [4] Schaumann, P.; Bechtel, A.; Lochte-Holtgreven, S.: „Grouted Joints for Offshore Wind Turbine Jackets under Full Reversal Axially Loading Conditions“. In: *Proceedings of the Twenty-third (2013) International Offshore and Polar Engineering Conference*, Anchorage (AK, USA), 2013, ISOPE, S. 173–180.
- [5] Rolfes, R.; Schaumann, P. (Hrsg.): *Ganzheitliches Dimensionierungskonzept für OWEA-Tragstrukturen anhand von Messungen im Offshore-Testfeld alpha ventus - Abschlussbericht 2008 - 2012*. Shaker Verlag, Aachen (Germany), 2013.
- [6] Schaumann, P. (Hrsg.): *Festschrift Peter Schaumann*. Institut für Stahlbau (Leibniz Universität Hannover), Hannover (Germany), 2014.
- [7] Hapel, K.-H.: *Festigkeitsanalyse dynamisch beanspruchter Offshore-Konstruktionen*. Grundlagen und Fortschritte der Ingenieurwissenschaften, Vieweg Verlag, Wiesbaden (Germany), 1990.
- [8] Schaumann, P.; Böker, C.; Rutkowski, T.; Wilke, F.: „Tragstrukturen für Windenergieanlagen“, In: Kuhlmann, U. (Hrsg.): *Stahlbau-Kalender 2007*, Wiley-VCH Verlag, Weinheim (Germany), 8. Auflage, 2007.
- [9] Banfill, P. F. G.: „Rheology of fresh cement and concrete“, In: *Rheology Reviews 2006*, British Society of Rheology, 2006.
- [10] Hobbacher, A. F.: „Recommendations for Fatigue Design of Welded Joints and Components“. Forschungsbericht IIW-1823-07, XIII-2151r4-07, XV-1254r4, International Institute of Welding, Paris, 12 2008.
- [11] Fischer, T.; de Vries, W.; Schmidt, B.: „Upwind Design Basis“. forschungsbericht, Endowed Chair of Wind Energy (SWE) at the Institute of Aircraft Design, Universität Stuttgart, Stuttgart (Germany), 10 2010.
- [12] Böker, C.: *Load simulation and local dynamics of support structures for offshore wind turbines*. Dissertation, Leibniz Universität Hannover, Hannover (Germany), 2010.

- [13] Tabeling, F.: *Zum Hochtemperaturverhalten dämmschichtbildender Brandschutzsysteme auf Stahlbauteilen*. Dissertation, Leibniz Universität Hannover, Hannover (Germany), 2014.
- [14] Det Norske Veritas: *DNV-OS-J101: Design of Offshore Wind Turbine Structures*, Høvik, Norwegen, Mai 2014.
- [15] DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: *Erdöl- und Erdgasindustrie - Allgemeine Anforderungen an Offshore-Bauwerke (ISO 19900:2013); Englische Fassung EN ISO 19900:2013*, Berlin, April 2014.

# Abkürzungen und Symbole

## Abkürzungen

<i>ETK</i>	Einheits-Temperaturzeitkurve
<i>WEA</i>	Windenergieanlage

## Symbole

$E$	Elastizitätsmodul
$k$	Federsteifigkeit
$\varepsilon$	Dehnung
$\sigma$	Normalspannung
$\tau$	Schubspannung

# Abbildungsverzeichnis

2.1. Bild einer Brücke . . . . .	3
----------------------------------	---



# Tabellenverzeichnis

2.1. Kurzbezeichnung (optional): Materialeigenschaften verschiedener Stähle auf Grundlage von Zugversuchen . . . . .	4
--	---

## A. Anhang A

## B. Anhang B

# Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt wurde.

---

Ort, Datum

---

Name