



ulm university universität  
**uulm**

**Fakultät für  
Mathematik und  
Wirtschafts-  
wissenschaften**

— Institut im Quellcode  
anpassen nicht verges-  
sen! —

# High Performance implementation of QR factorisation

Bachelorarbeit an der Universität Ulm

**Vorgelegt von:**

Florian Krötz  
florian.kroetz@uni-ulm.de

**Gutachter:**

Prof. Dr. Streng Geheim  
Prof. Dr. Un Leserlich

**Betreuer:**

Betreuername

2017

Fassung 17. Januar 2018

© 2017 Florian Krötz

Satz: PDF- $\text{\LaTeX}$ 2 $_{\varepsilon}$

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Struktur . . . . .	1
1.2	Illustrationen . . . . .	2
1.2.1	Bilder . . . . .	2
1.2.2	Tabellen . . . . .	3
1.2.3	Formeln . . . . .	3
1.2.4	Quellcode . . . . .	4
1.3	Text . . . . .	4
1.3.1	Weiterführendes . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
2.1	Erste Schritte . . . . .	6
2.1.1	Sonstiges . . . . .	6
2.2	Fragen . . . . .	6
2.3	Ziel . . . . .	7
2.4	Ungeblockte $QR$ Zerlegung . . . . .	7
<b>A</b>	<b>Quelltexte</b>	<b>8</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>9</b>

# 1 Einleitung

Diese kleine Einleitung soll dem Nutzer helfen selbst die eigene Arbeit mit  $\text{\LaTeX}$  zu schreiben. Sie enthält Beispiele zu den wichtigsten Themen .

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## 1.1 Struktur

Für diese Arbeit lassen sich als Überschriften die Überschriften in verschiedenen Stufen verwenden.

```
\chapter{Einleitung}
\section{Struktur}
\subsection{}
\subsubsection{}
```

Allerdings sollte man sich überlegen, ob man wirklich bis zur Stufe `subsubsection` Überschriften benötigt.

## 1.2 Illustrationen

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 1.2.1 Bilder

Bilder kann man natürlich auch integrieren und einfügen. Für Fotos und Ähnliches unterstützt PDF- $\text{\LaTeX}$  direkt jpg und png, ansonsten empfiehlt es sich, Vektorgrafiken zu verwenden und diese als pdf zu speichern. Sollte ein Bild einmal zu viel weißen Raum um sich haben, so kann man mit dem Werkzeug pdfcrop das Bild automatisch zuschneiden [4].

Mit Hilfe eines Labels `\label{fig:bild1}` kann man sich dann im fortlaufenden Text mittels eines Querverweises auf diese Grafik beziehen: `\ref{fig:bild1}`. An der Stelle des ref-Kommandos platziert LaTeX die Nummer der Abbildung: ‚siehe Abbildung 1.1‘.

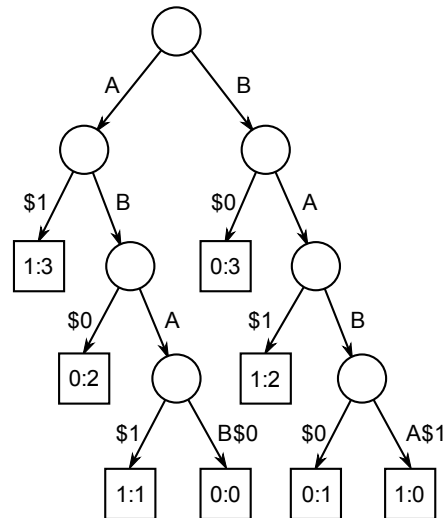


Abbildung 1.1: Beschreibung/Beschriftung des Bilds

### 1.2.2 Tabellen

Seite 3 enthält Beispieltabelle 1.1. In jedem  $\text{\LaTeX}$ -Buch finden sich gute Anleitungen zum Erstellen von Tabellen. Komplexere Tabellen können in Excel vorgefertigt und mit einem Umwandlungsprogramm oder -werkzeug nach  $\text{\LaTeX}$  konvertiert werden.

A	B	C
x	x	x
x	x	x

Tabelle 1.1: Eine kleine Beispieltabelle

### 1.2.3 Formeln

Mathematische Formeln lassen sich in der Umgebung `math` erzeugen. Die Kurz-Schreibweise lautet `\( a^2+b^2=c^2 \)`; hierbei steht die Formel dann im laufenden Text:  $a^2 + b^2 = c^2$ . Die kürzeste Form ist mit zwei `$` um die Formel, z.B. so: Wasser ist  $\text{H}_2\text{O}$ .

Mit der Schreibweise `\[ y=x^2 \]` wird die Formel mittig in einer eigenen Zeile gesetzt, z.B.

$$y = x^2$$

Formeln in der Umgebung `equation` werden mittig in einer eigenen Zeile gesetzt und fortlaufend nummeriert:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (1.1)$$

Wenn wir z.B. über die beliebte Mitternachtsformel (Gleichung 1.1) Details im umliegenden Text schreiben wollen, lässt sich diese wie ein Bild referenzieren.

### 1.2.4 Quellcode

Quellcode und ähnlich zu formatierende Texte können mit `verbatim` in einer Umgebung gesetzt werden.

Dieser Text ist in Schreibmaschinenschrift

Schöner geht es mit dem `listings`-Paket, das Quelltext auch entsprechend formatiert. Dazu kann man in der Präambel die Sprache angeben, in der die Quellcodes geschrieben sind.

```
1 public class Hello {  
2     public static void main(String[] args) {  
3         System.out.println("Hello World");  
4     }  
5 }
```

Innerhalb einer Zeile gibt man Wörter am Besten als `\verb##` an, dabei erwartet  $\text{\LaTeX}$  zweimal das gleiche Zeichen als Begrenzer. Im Beispiel ist dies die Raute #, man kann aber ein anderes Zeichen nehmen, z.B. das Plus .

## 1.3 Text

Text kann mit dem Befehl `\emph{}` *hervorgehoben* werden. Falls in einem Satz ein Punkt vorkommt, macht man danach kein Leerzeichen sondern eine Tilde (z. ~B. ~so!), denn dann fügt  $\text{\LaTeX}$  den korrekten Abstand ein, z. B. so!

In der Präambel der vorliegenden tex-Datei gibt es den Befehl `hyphenation`, der zur Silbentrennung da ist.  $\text{\LaTeX}$  verfügt zwar über eine eingebaute Silbentrennung, die jedoch bei manchen Wörtern falsch trennt. Damit diese Wörter korrekt getrennt werden, gibt man sie dann mit dem Befehl in der Präambel an<sup>1</sup>.

Fußnoten werden mit dem Befehl `footnote` mitten in den fortlaufenden Text eingefügt.<sup>2</sup>

In wissenschaftlichen Arbeiten muss man des öfteren andere Arbeiten zitieren. Dazu nutzt man den Befehl `\cite{name}`. In eckigen Klammern kann man noch die Seitenzahl angeben, falls notwendig. Der Name ist ein Schlüssel aus der Datei `bibliography.bib` [2, S. 10]. Falls einmal ein Werk nur indirekt zu einem Teil der Arbeit beigetragen hat, kann man es auch mit `nocite` angeben, dann landet es in der Literaturliste, ohne dass es im Text ausdrücklich zitiert wird.

### 1.3.1 Weiterführendes

Zum Schluss sei auf die Vielzahl an Büchern zu  $\text{\LaTeX}$  verwiesen. In jeder Bibliothek wird sich eine Einführung finden, in der dann weitere Themen wie mathematische Formeln, Aufbau von Briefen und viele nützliche Erweiterungen besprochen werden.

---

<sup>1</sup>Das Wort *Silbentrennung* ist hier das Beispiel

<sup>2</sup>Wie man schon im vorherigen Absatz sehen konnte.



## 2 Einleitung

### 2.1 Erste Schritte

- QR beschreiben
- Householder trans
- Matrix darstellung (inc row col bla)
- das ganze geblockt
- 

#### 2.1.1 Sonstiges

- LAPACK
- 

### 2.2 Fragen

1. Wie testet man, ob Zerlegung  $A = QR$  genau genug ist ?
2. Apply  $Q$

## 2.3 Ziel

$$A = QR \tag{2.1}$$

$$\|Ax - b\|_2 \rightarrow \min \tag{2.2}$$

$$Q^T b \tag{2.3}$$

## 2.4 Ungeblockte $QR$ Zerlegung

Input:  $A \in m \times n$

Output  $A$  mit  $R$  und Normalenvektoren  $\tau$

# A Quelltexte

In diesem Anhang sind einige wichtige Quelltexte aufgeführt.

```
1 public class Hello {  
2     public static void main(String[] args) {  
3         System.out.println("Hello World");  
4     }  
5 }
```

# Literaturverzeichnis

- [1] KNAPPEN, J. : *Schnell ans Ziel mit LATEX 2e*. 3., überarb. Aufl. München : Oldenbourg, 2009. – 270 S. – ISBN 978–3–486–59015–9
- [2] KOPKA, H. ; DALY, P. W.: *A Guide to L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub>: Document Preparation for Beginners and Advanced Users*. Second. Wokingham, England : Addison-Wesley Publishing Company, 1995
- [3] MITTELBACH, F. ; GOOSSENS, M. ; BRAAMS, J. : *Der Latex-Begleiter*. 2., überarb. und erw. Aufl. München [u.a.] : Pearson Studium, 2005 (ST - Scientific tools). – 1137 S. – ISBN 3–8273–7166–X, 978–3–86894–088–6. – Hier auch später erschienene, unveränderte Nachdrucke. - Aus dem Engl. übers
- [4] OBERDIEK, H. : <http://www.ctan.org/tex-archive/support/pdfcrop/>, 2002
- [5] SCHLOSSER, J. : *Wissenschaftliche Arbeiten schreiben mit LATEX : Leitfaden für Einsteiger*. 5., überarb. Aufl. Frechen : mitp, 2014. – 324 S. – ISBN 978–3–8266–9486–8, 3–8266–9486–4
- [6] STURM, T. F.: *LATEX : Einführung in das Textsatzsystem*. 9., unveränd. Aufl. Hannover [u.a.] : Regionales Rechenzentrum für Niedersachsen, RRZN, 2012 (RRZN-Handbuch). – 337 S.
- [7] VOSS, H. : *LaTeX Referenz*. 2., überarb. u. erw. Aufl. Berlin : Lehmanns Media, 2010. – 234 S. – ISBN 978–3–86541–366–6

Name: Florian Krötz

Matrikelnummer: 884948

### **Erklärung**

Ich erkläre, dass ich die Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Ulm, den .....

Florian Krötz