

Technische Universität Dresden

Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik

Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie

Studienarbeit

Modellbildung und Reglerentwurf für ein Brückenkransystem

vorgelegt von: Konstantin Wrede
geboren am: 19. Januar 1998 in Sondershausen

Betreuer:	M.Sc. Tommy Wohlfahrt Dipl.-Ing. Fabian Paschke Dr.-Ing. Carsten Knoll
Verantwortlicher Hochschullehrer:	Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Math. K. Röbenack
Tag der Einreichung:	30. September 2022

Bitte ersetzen Sie diese Seite vor dem Binden mit der Aufgabenstellung.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die von mir am heutigen Tage an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik eingereichte Studienarbeit zum Thema

Modellbildung und Reglerentwurf für ein Brückenkransystem

selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, wurden als solche kenntlich gemacht.

Dresden, 30. September 2022

Konstantin Wrede

Kurzfassung

An dieser Stelle fügen Sie bitte eine deutsche Kurzfassung ein.

Abstract

Please insert the English abstract here.

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Formelzeichen	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	1
1 Einleitung	2
2 Systembeschreibung und Modellierungsansatz	3
2.1 Reale Systeme	3
2.2 Demonstratorsystem	3
2.3 Problembeschreibung und Zielsetzung	3
2.4 Analytische Modellierung mittels Lagrange-Formalismus	3
2.5 Generierung und Berechnung von DAE-Systemen	3
2.6 Identifikation linearer Systeme	4
2.7 Systematische Flachheitsanalyse von MIMO-Systemen	4
3 Analytische Modellbildung	6
3.1 Analytisches Modell Einzelkran	6
3.2 Analytisches Modell Doppelkran	6
3.3 Systemidentifikation	6
4 Regelungsstrategie	7
4.1 Anwendung Flachheitsanalyse am Einzelkran	7
4.2 Anwendung Flachheitsanalyse am Doppelkran	7
4.3 Regelung zur Stabilisierung von Ruhelagen	7
4.4 Trajektorienplanung	7
4.5 Trajektorienfolgeregelung	7
5 war schon	8
5.1 Informationen zu schriftlichen Arbeiten am RST	8
5.2 Die Titelseite	9
5.3 Die ständigkeitserklärung	9
5.4 Kurzfassung	9
5.5 Auswahl des Typs der Arbeit	9
5.6 Eingebundene Pakete	10

5.7	Zusätzliche Makros	10
5.8	Weitere Informationen	13
6	Einige Informationen zu L^AT_EX	14
6.1	Generalles zu Schriftgrößen, Hervorhebungen und Abständen	14
6.2	Etwas Mathematik	15
7	Verwaltung und Zitation von Literatur	18
8	kurzer Titel	20
8.1	Unterabschnitt 1	21
8.1.1	Unter-unterabschnitt 1	22
8.1.2	Unter-unterabschnitt 2	25
9	Füllkapitel 1	28
9.1	Fullabschnitt 1	28
9.1.1	Füllunterabschnitt 11	28
9.1.2	Füllunterabschnitt 12	28
9.1.3	Füllunterabschnitt 13	29
9.2	Fullabschnitt 2	29
9.2.1	Füllunterabschnitt 21	29
9.2.2	Füllunterabschnitt 22	29
9.2.3	Füllunterabschnitt 3	30
9.3	Fullabschnitt 3	30
9.3.1	Füllunterabschnitt 31	30
9.3.2	Füllunterabschnitt 32	30
9.3.3	Füllunterabschnitt 33	31
9.4	Fullabschnitt 4	31
9.4.1	Füllunterabschnitt 41	31
9.4.2	Füllunterabschnitt 42	31
9.4.3	Füllunterabschnitt 43	32
9.5	Fullabschnitt 5	32
9.5.1	Füllunterabschnitt 51	32
9.5.2	Füllunterabschnitt 52	32
9.5.3	Füllunterabschnitt 53	33

Verzeichnis der Formelzeichen

Abbildungsverzeichnis

1	Ein Hochleistungsschnittstellenboard wie es typisch in regelungstechnischen Echtzeitanwendungen ist, um höchsten technologischen Anforderungen im Rahmen der Industrie 4.0 gerecht zu werden.	22
2	Zwei verschiedene Anwendungsfälle für das Hochleistungsschnittstellenboard.	24
3	Vier verschiedene Anwendungsfälle für das Hochleistungsschnittstellenboard, die die unterschiedliche Leistungsfähigkeit demonstrieren.	26

Tabellenverzeichnis

1	Befehle zum Anpassen der Titelseite	9
2	Auswahl des Typs der Arbeit mittels Klassenoptionen	10
3	Auswahl eingebundener Pakete	10
4	Zusätzliche Makros und Umgebungen	11
5	Beispiele der vordefinierten Umgebungen	12

Kapitel 1

Einleitung

Kapitel 2

Systembeschreibung und Modellierungsansatz

2.1 Reale Systeme

2.2 Demonstratorsystem

2.3 Problembeschreibung und Zielsetzung

2.4 Analytische Modellierung mittels Lagrange-Formalismus

-> dazu in Nextcloud/Präsis Folien zu modeltools, ggf. noch Diss von Knoll

2.5 Generierung und Berechnung von DAE-Systemen

Standardform:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{z}, \mathbf{u}, t) \quad (2.1)$$

$$\mathbf{0} = \mathbf{g}(\mathbf{x}, \mathbf{z}, \mathbf{u}, t) \quad (2.2)$$

mit \mathbf{x} Zustand, \mathbf{z} algebraischer Variablen (quasi Zustandsgrößen, die in Systemgleichungen nicht differentiell vorkommen), \mathbf{u} Systemeingang, t Zeit.

Differenzieller Index: Minimale Anzahl an Differentiation $\frac{d}{dt}$ der algebraischen Gleichungen (AGL) \mathbf{g} (Zwangsbedingungen), damit unter Einbeziehung der Differentialgleichung

ein explizites Differentialgleichungssystem aus dem DAE-System entsteht. (Vgl. Systementwurf Mechatronischer Systeme S. 139)

Numerische Integration von DAE-Systemen:

- mechanische Systeme mit starrer Kopplung als Zwangsbedingungen allgemein von Index 3
- Lösung über Indexreduktion auf Index 2 -> Integration über implizites Verfahren
- Lösung über Indexreduktion auf Index 1 -> Integration über explizites Verfahren + AGL-Löser oder implizites Verfahren
- Lösung über Indexreduktion auf Index 0 -> Integration über explizites oder implizites Verfahren
- Bestimmung der Anfangswerte der Integration aus gegebenen AGL oder Gleichungen, die sich im Laufe der Indexreduktion ergeben

modeltools führt dabei Reduktion von Index 3 System auf Index 1 System durch. Hier wird als Solver ODASSL verwendet. Dieser ist modifizierte Version des DASSL Solvers zur Lösung überbestimmter (mehr Gleichungen als Variablen, wieso?) Systeme (singulärer) impliziter DGL ([https : //jmodelica.org/assimulo/DAE_OVER_ODASSL.html](https://jmodelica.org/assimulo/DAE_OVER_ODASSL.html)). Zu DASSL: <https://www.openmodelica.org/doc/OpenModelicaUsersGuide/latest/solving.html>

Zum weiterem Verständnis von DAEs: [https : //reference.wolfram.com/language/tutorial/NDSolve.html](https://reference.wolfram.com/language/tutorial/NDSolve.html)

2.6 Identifikation linearer Systeme

2.7 Systematische Flachheitsanalyse von MIMO-Systemen

Paper Fritzsche, Franke, Knoll Systematische Flachheitsanalyse und Algorithmische Anleitung : [https : //github.com/klim-uc_algorithm/blob/master/doc/user_guide.pdf](https://github.com/klim-uc_algorithm/blob/master/doc/user_guide.pdf)

Mathematische Beschreibung eines nichtlinearen Systems in impliziter Form:

$$\mathbf{0} = \mathbf{F}(\mathbf{x}, \dot{\mathbf{x}}), \quad \mathbf{x}(t) \in \mathbb{R}^n \quad (2.3)$$

Wobei \mathbf{x} nicht dem Zustandsvektor allein sondern allen Systemgrößen, also Zuständen und Systemeingängen entspricht.

Das DAE-System besitzt die Zustandsvariable \mathbf{y} mit

$$\mathbf{y} = \begin{pmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{z} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\theta} \\ \dot{\boldsymbol{\theta}} \\ \boldsymbol{\lambda} \end{pmatrix} \quad (2.4)$$

Somit wird unter Berücksichtigung der verallgemeinerten Stellkräfte $\boldsymbol{\tau}$ die implizite DGL gebildet:

$$\mathbf{0} = \mathbf{F}(\mathbf{w}, \dot{\mathbf{w}}) \text{ mit } \mathbf{w} = \begin{pmatrix} \mathbf{y} \\ \boldsymbol{\tau} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\theta} \\ \dot{\boldsymbol{\theta}} \\ \boldsymbol{\lambda} \\ \boldsymbol{\tau} \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

Mechanische Systeme können über folgende Bewegungsgleichungen dargestellt werden (2019_{KnollHeedtRoebenackLagrangianModeltools.pdf}):

$$\mathbf{0} = \mathbf{M}(\boldsymbol{\theta})\ddot{\boldsymbol{\theta}} + \mathbf{C}(\boldsymbol{\theta}, \dot{\boldsymbol{\theta}}) + \mathbf{K}(\boldsymbol{\theta}, \dot{\boldsymbol{\theta}}) + \mathbf{G}(\boldsymbol{\theta})\boldsymbol{\lambda} - \mathbf{B}(\boldsymbol{\theta})\boldsymbol{\tau} \quad (2.6)$$

$$\mathbf{0} = \mathbf{g}(\boldsymbol{\theta}) \quad (2.7)$$

(für späteres Kapitel der SA!) Dieses Doppelkransystem mit den "verallgemeinerten Zuständen"

$$\mathbf{w} = \left(p_1 \ p_2 \ p_3 \ q_1 \ q_2 \ \dot{p}_1 \ \dot{p}_2 \ \dot{p}_3 \ \dot{q}_1 \ \dot{q}_2 \ \lambda_1 \ \lambda_2 \ \tau_1 \ \tau_2 \right)^T \quad (2.8)$$

So kann das implizite DAE-System aus den Bewegungsgleichungen und diesen definitiven Gleichungen beschrieben werden:

$$(\mathbf{I}_{5 \times 5}, \mathbf{0}_{5 \times 9})\dot{\mathbf{w}} = (\mathbf{0}_{5 \times 5}, \mathbf{I}_{5 \times 5}, \mathbf{0}_{5 \times 4})\mathbf{w} \quad (2.9)$$

Kapitel 3

Analytische Modellbildung

3.1 Analytisches Modell Einzelkran

3.2 Analytisches Modell Doppelkran

3.3 Systemidentifikation

Kapitel 4

Regelungsstrategie

4.1 Anwendung Flachheitsanalyse am Einzelkran

4.2 Anwendung Flachheitsanalyse am Doppelkran

4.3 Regelung zur Stabilisierung von Ruhelagen

4.4 Trajektorienplanung

4.5 Trajektorienfolgeregelung

Kapitel 5

war schon

In den folgenden Abschnitten werden einige Erläuterungen zur L^AT_EX-Dokumentenklasse `ArbeitRST.cls` gegeben werden. Diese basiert auf der Klasse `scrbook` aus dem KOMA-Script-Paket und kann daher mit Hilfe der Methoden aus diesem Paket modifiziert werden. Für nähere Informationen dazu sei auf die KOMA-Script-Anleitung unter <http://www.ctan.org/pkg/koma-script> verwiesen. Das Wichtigste in Kürze gibt es auch in einem Cheatsheet unter <https://ctan.org/pkg/latex-refsheet>.

Die Vorlage wurde zuletzt am 10. Mai 2022 getestet mit der folgenden Version von KOMA-Script: 2021/11/13 v3.35 KOMA-Script

Changelog

- 09.10.2020: Kompatibilität mit neuen KOMA-Script Versionen hergestellt (scrpage2 → scrlayer-scrpage).
- 09.07.2019: Umstellung auf biber/biblatex.

5.1 Informationen zu schriftlichen Arbeiten am RST

Informieren Sie sich in der für Sie relevanten Prüfungsordnung über die *Anzahl der geforderten Exemplare* die eingereicht werden müssen. Bitte beachten Sie, dass jedes dieser Exemplar die *Aufgabenstellung* enthalten muss. Lassen Sie diese bitte beim Binden zwischen der Titelseite und der Selbstständigkeitserklärung einfügen. Eines der Exemplare muss dabei das *originale*, vom Vorsitzenden des Prüfungsausschusses und dem verantwortlichen Hochschullehrer unterzeichnete, Dokument enthalten, bei den restlichen genügen Kopien. Bitte beachten Sie, dass die Arbeit *einseitig* ausgedruckt werden muss. Ausschlaggebend für die fristgemäße Einreichung ist die *Bestätigung des Prüfungsamtes*. Informieren Sie sich daher im *Vorfeld* über die Öffnungszeiten am Abgabetag. Sollte das Prüfungsamt geschlossen haben, ist es in der Regel möglich mit den Mitarbeitern eine individuelle Vereinbarung zu treffen.

5.2 Die Titelseite

Die Titelseite kann über die in Tabelle 1 angegebenen Befehle angepasst werden.

Tabelle 1 – Befehle zum Anpassen der Titelseite

Befehl	Bedeutung
<code>\author</code>	legt den Namen des Autors der Arbeit fest
<code>\geburtsdatum</code>	legt das Geburtsdatum des Autors fest
<code>\geburtsort</code>	legt das Geburtsort des Autors fest
<code>\title</code>	legt den Titel der Arbeit fest
<code>\subtitle</code>	legt den Untertitel der Arbeit fest
<code>\betreuer</code>	fügt einen Betreuer hinzu
<code>\date</code>	legt das Einreichungsdatum der Arbeit fest – wird dieser Befehl nicht aufgerufen wird standardmäßig das zum Kompilationszeitpunkt eingestellte Systemdatum verwendet.

5.3 Die ständigkeitserklärung

In der Selbstständigkeitserklärung werden automatisch der Typ der Arbeit, ihr Titel sowie der Name des Autors übernommen. Der Ort kann über den Befehl `\selbstort` geändert werden, wobei standardmäßig „Dresden“ verwendet wird. Das Datum ist standardmäßig identisch zum Einreichungsdatum, kann aber mit dem Befehl `\selbstdatum` geändert werden.

5.4 Kurzfassung

Eine Kurzfassung der Arbeit kann mit dem Befehl `\kurzfassung{deutsch}{englisch}` eingefügt werden. Das erste Argument entspricht dabei der deutschen, das zweite der englischen Version.

5.5 Auswahl des Typs der Arbeit

Zur Auswahl des Typs der Arbeit steht die Klassenoption `arbeit` zur Verfügung. Mit dieser können sie zwischen Diplom-, Master- und Studienarbeit sowie dem Bericht zum Forschungspraktikum auswählen:

Tabelle 2 – Auswahl des Typs der Arbeit mittels Klassenoptionen

Diplomarbeit	<code>\documentclass[arbeit=diplo]{ArbeitRST}</code>
Masterarbeit	<code>\documentclass[arbeit=master]{ArbeitRST}</code>
Studienarbeit	<code>\documentclass[arbeit=studie]{ArbeitRST}</code>
Bericht zum Forschungspraktikum	<code>\documentclass[arbeit=forsch]{ArbeitRST}</code>

5.6 Eingebundene Pakete

In der Dokumentenklasse werden bereits einige L^AT_EX-Pakete geladenen. Davon sind die zum Verfassen einer Arbeit möglicherweise relevanten in der Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3 – Auswahl eingebundener Pakete

amsmath, amssymb, amsfonts, amsthm	Pakete zum Satz mathematischer Formeln, Dokumentation finden sie unter http://www.ams.org/publications/authors/tex/amslatex ,
booktabs	besonders empfehlenswert ist der „Short Math Guide for L ^A T _E X“ ermöglicht das Setzen „schöner“ Tabellen, Dokumentation unter http://ctan.org/pkg/booktabs
cite	verbessert einige Aspekte des Zitierens, Dokumentation unter http://ctan.org/pkg/cite
caption, subcaption	Pakete zum Anpassen der Unter- und Überschriften von Tabellen, Grafiken etc., Dokumentation unter http://ctan.org/pkg/caption http://ctan.org/pkg/subcaption

Neben diesen Paketen wird das Paket `hyperref` (<http://ctan.org/pkg/hyperref>) zur farbigen Hervorhebung von Verweisen, Links etc. eingebunden. Bitte deaktivieren Sie diese Markierungen vor dem Ausdrucken mit Hilfe des Befehls

```
\hypersetup{hidelinks}.
```

5.7 Zusätzliche Makros

In die Dokumentenklasse `ArbeitRST` wurden einige Makros aufgenommen, die sich bei der Arbeit mit L^AT_EX als nützlich erwiesen haben.

Neben diesen Makros wurden Umgebungen zum Erzeugen von Definitionen (`definition`), Beispielen (`beispiel`), Lemmata (`lemma`) und Bemerkungen (`bemerkung`) definiert.

Tabelle 4 – Zusätzliche Makros und Umgebungen

Syntax	Ausgabe	Beschreibung
<code>\vect{a}</code>	<i>a</i>	Umschaltung auf fette Schriftart im Mathemodus – oft für Vektoren genutzt
<code>\diag(a,\ldots,z)</code>	$\text{diag}(a, \dots, z)$	Nützlich zur Definition von Diagonalmatrizen
<code>\diff[n]{q}{t}</code>	$\frac{d^n q}{dt^n}$	Ableitungen darstellen
<code>\partiell[n]{q}{t}</code>	$\frac{\partial^n q}{\partial t^n}$	partielle Ableitungen darstellen
<code>\dr</code>	d	Aufrechtes d für Integrale ($\int f(t)dt$)
<code>\Reals</code>	\mathbb{R}	Körper der reellen Zahlen
<code>\Compl</code>	\mathbb{C}	Körper der komplexen Zahlen
<code>\Real(a)</code>	$\Re(a)$	Realteil von a
<code>\Imag(a)</code>	$\Im(a)$	Imaginärteil von a
<code>\norm{a}</code>	$\ a\ $	Norm von a
<code>\abs{a}</code>	$ a $	Betrag von a
<code>\skalprod{a}{b}</code>	$\langle a, b \rangle$	Skalarprodukt von a und b
<code>\grad(a)</code>	$\text{grad}(a)$	Gradient von a
<code>\div(a)</code>	$\text{div}(a)$	Divergenz von a

Tabelle 5 – Beispiele der vordefinierten Umgebungen

Syntax	Ausgabe
<pre>\begin{definition}[Beispiel] Beispiel für eine Definitionsumgebung \end{definition}</pre>	Definition 5.1 (Beispiel). <i>Beispiel für eine Definitionsumgebung</i>
<pre>\begin{beispiel}[Beispiel] Beispiel für eine Beispielumgebung \end{beispiel}</pre>	Beispiel 5.1 (Beispiel). <i>Beispiel für eine Beispielumgebung</i>
<pre>\begin{lemma}[Beispiel] Beispiel für eine Lemmaumgebung \end{lemma}</pre>	Lemma 5.1 (Beispiel). <i>Beispiel für eine Lemmaumgebung</i>
<pre>\begin{bemerkung}[Beispiel] Beispiel für eine Bemerkungsumgebung \end{bemerkung}</pre>	Bemerkung 5.1 (Beispiel). <i>Beispiel für eine Bemerkungsumgebung</i>

5.8 Weitere Informationen

Da \LaTeX seine Funktionalität im wesentlichen durch frei verfügbare Pakete erhält, ist es günstig eine Distribution zu installieren, die bereits die wesentlichen Pakete enthält und das Hinzufügen weiterer Pakete vereinfacht. Für Windows existiert beispielsweise MiKTeX (<http://miktex.org/>) und für Linux TeX Live (<http://www.tug.org/texlive/>). Zum Erstellen von \LaTeX -Dokumenten unter Windows hat sich das Programm TeXnicCenter (<http://www.texniccenter.org/>), vor allem in Verbindung mit dem Sumatra PDF-Betrachter (<http://blog.kowalczyk.info/software/sumatrapdf>), als sehr nützlich erwiesen. Unter Linux gilt dasselbe für das Programm Kile (<http://kile.sourceforge.net/>). Zum Erstellen und Verwalten von Bibtex-Dateien wurden gute Erfahrungen mit JabRef (<http://jabref.sourceforge.net/>) gemacht. Es existieren zahlreiche Bücher zum Umgang mit \LaTeX , von denen an dieser Stelle nur [MittelbachGoosens05] aufgeführt wird.

Kapitel 6

Einige Informationen zu L^AT_EX

6.1 Generalles zu Schriftgrößen, Hervorhebungen und Abständen

Im Gegensatz zu WYSIWAG-Programmen wie Microsoft Word oder LibreOffice muss sich der Nutzer nicht um die explizite Festlegung der Schriftgrößen kümmern. Für das Dokument wird eine Basisschriftgröße definiert – im hier vorliegenden Fall 12 pt –, und alle anderen Größen von Überschriften etc. werden entsprechend gültiger und anerkannter Satzregeln automatisch festgelegt. Nur ausnahmsweise sollte die Schriftgröße manuell festgelegt werden. Hierzu gibt es die Makros `\tiny`, `\footnotesize`, `\small`, `\normalsize`, `\large`, `\Large`, `\huge` und `\Huge`.

Hervorhebungen sollte man nicht durch fette Buchstaben oder Unterstreichungen realisieren, sondern durch *kursiv setzen*. Dies geschieht mit dem Befehl `\emph{Text der kursiv gesetzt werden soll}`.

Einen Absatz beendet man in L^AT_EX mit einer Leerzeile und nicht, was häufig falsch gemacht wird, mit einem Doppelbackslash `\\`:

Korrektter L^AT_EX-Code:

Dies ist der erste Absatz.

Hier beginnt der zweite Absatz.

Falscher L^AT_EX-Code:

Dies ist der erste Absatz.\\
Hier beginnt der zweite Absatz.

oder auch falsch:

Dies ist der erste Absatz.\\

Hier beginnt der zweite Absatz.

Im kompilierten Dokument wird ein neuer Absatz entweder durch eine Einrückung in der ersten Zeile, oder durch einen vertikalen Abstand zum vorherigen Absatz kenntlich gemacht. Dieses Verhalten steuert man mit den Schaltern `\parindent` und `\parskip` am

Beginn des Dokuments. Der Parameter `\parindent` legt fest, mit welcher Einrückung jeder neue Absatz beginnen soll, der Parameter `\parskip` legt fest, wieviel vertikaler Abstand zwischen zwei Absätzen liegen soll. Einer der beiden Werte sollte ungleich Null gesetzt sein, z.B. auf `2ex`¹. Beide Werte ungleich Null zu setzen macht satztechnisch keinen Sinn. Dieses Dokument ist mit

```
\setlength{\parindent}{0ex}
\setlength{\parskip}{2ex}
```

gesetzt worden.

Auf die Absatzgestaltung ist auch bei Formeln zu achten, je nachdem, ob nach einer Formel ein neuer Absatz beginnt oder nicht:

Nach der Formel beginnt neuer Absatz:

```
Man erhält letztendlich
\begin{equation}
a^2 + b^2 = c^2.
\end{equation}
```

Nun wird der Abstand zur Quelle betrachtet.

Nach der Formel geht der Satz weiter:

```
Es ergibt sich die Gleichung
\begin{equation}
a^2 + b^2 = c^2
\end{equation}
in der $a$, $b$ und $c$ die
Seiten des Dreiecks sind.
```

Man erhält letztendlich	Es ergibt sich die Gleichung
$a^2 + b^2 = c^2. \quad (6.1)$	$a^2 + b^2 = c^2 \quad (6.2)$
Nun wird der Abstand zur Quelle betrachtet.	in der a , b und c die Seiten des Dreiecks sind.

6.2 Etwas Mathematik

L^AT_EX eignet sich in besonderem Maße zum Setzen von mathematischen Formeln. Eine einzelne Formel erhalten Sie mit der `equation`-Umgebung:

$$1 + e^{i\pi} = 0. \quad (6.3)$$

Bitte beachten Sie, dass Formeln Teil des Satzes sind und somit mit den entsprechenden Satzzeichen versehen werden müssen².

¹1ex = Breite des Buchstabens x

²Dies ist ein langer Fussnotentext, um zu testen, wie es mit der Einrückung aussieht bei mehrzeiligen Fussnoten. Da kann es zu unschönem Aussehen kommen.

In der Regel genügt es, für eine Gleichung nur dann eine Nummer zu vergeben, wenn Sie später auch auf diese verweisen. Um auf die Nummer einer Gleichung zugreifen zu können verwenden Sie den Befehl `\eqref`:

... wie in Gl. (6.3) gezeigt....

Möchten Sie verhindern, dass eine Gleichung nummiert wird, verwenden Sie die `equation*`-Umgebung:

$$E + F - K = 2.$$

Mathematische Ausdrücke im Text werden durch Dollarzeichen abgegrenzt, z.B.: „Es gilt stets $x \approx \sin(x)$, man kann also davon ausgehen, dass $|x| < 10$ “.

Für Gleichungssysteme bietet sich die `align`- bzw. `align*`-Umgebung an, wobei bei letzterer keine Gleichungsnummern ausgegeben wird:

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} \tag{6.4}$$

$$\frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}. \tag{6.5}$$

Alternativ können Sie auch eine `aligned`-Umgebung verwenden:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x} &= \frac{\partial v}{\partial y} \\ \frac{\partial u}{\partial y} &= -\frac{\partial v}{\partial x}. \end{aligned} \tag{6.6}$$

Mit Hilfe der `subequations`-Umgebung lassen sich die Nummern der einzelnen Gleichungen eines Systems vereinheitlichen:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(vh)}{\partial x} = 0 \tag{6.7a}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(gh + \frac{u^2}{2} \right) = 0. \tag{6.7b}$$

Die `subequations`-Umgebung funktioniert auch zusammen mit mehreren einzelnen Gleichungen:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(vh)}{\partial x} = 0 \tag{6.8a}$$

und

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(gh + \frac{u^2}{2} \right) = 0. \tag{6.8b}$$

Mit dem `intertext`-Befehl kann man auch innerhalb von `align`-Umgebungen Anmerkungen zwischen den Zeilen einfügen, ohne dass die Formelausrichtung verloren geht:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(vh)}{\partial x} = 0 \quad (6.9a)$$

Es gilt außerdem:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(gh + \frac{u^2}{2} \right) = 0. \quad (6.9b)$$

Für wichtige mathematische Funktionen gibt es in L^AT_EX vordefinierte Makros, zum Beispiel `\sin` für `sin` (anstelle der Ausgabe von `sin`):

`\sin, \cos, \tan, \cot, \arcsin, \arccos, \arctan,`
`\log, \ln, \sinh, \cosh, \tanh, \coth`

Weitere Details können diesem Dokument entnommen werden: <ftp://ftp.ams.org/ams/doc/amsmath/short-math-guide.pdf> bzw. der Gesamtdokumentation des Paketes `amsmath`: <ftp://ftp.ams.org/ams/doc/amsmath/amslldoc.pdf>.

Kapitel 7

Verwaltung und Zitation von Literatur

Die Literaturverwaltung und Referenzierung von verwendeter Literatur ist in \LaTeX komfortabel möglich. Diese Vorlage verwendet das neue `biblatex`/`biber`-System. Bitte verwenden Sie *nicht* das veraltete `bibtex`!

Es wird zunächst eine Datei aufgebaut, die die Literaturquellen sammelt. Diese Datei muss die Dateiendung `.bib` haben, also z.B. `Literatur-Arbeit.bib`. Jedem Eintrag wird dabei ein Kürzel zugewiesen. Auf die Literaturstelle wird dann innerhalb Ihres \LaTeX -Dokuments mit dem `\cite`-Befehl verwiesen. Also z.B. so: `\cite{FLMR95ijc}` liefert **[FLMR95ijc]**.

Informationen zum Aufbau der `.bib`-Datei finden sich hier: <https://verbosus.com/bibtex-style-examples.html>. In der Regel werden die Eintragstypen `book`, `article` und `inbook` benötigt.

Damit beim Kompilieren der \LaTeX -Datei eine korrekte Verarbeitung der Literatur erfolgt, muss am Beginn des Dokuments

```
\addbibresource{Literatur-Arbeit.bib}
```

und am Ende

```
\printbibliography
```

eingefügt werden, so wie in dieser Vorlage schon geschehen. Zur Erstellung des Gesamtdokuments sind dann folgende Kommandos erforderlich:

```
pdflatex ArbeitRST.tex
biber ArbeitRST
pdflatex ArbeitRST.tex
pdflatex ArbeitRST.tex
```

Achtung! Wenn Sie ihren Text in einer L^AT_EX-Entwicklungsumgebung schreiben, müssen Sie das dortige Kommando zur Literaturerstellung ggf. anpassen!

Details zur Nutzung und Konfiguration von biblatex: https://de.sharelatex.com/learn/Bibliography_management_with_biblatex.

Hinweise zu deutschsprachigen Anpassungen: www.nagel-net.de/Latex/DOKU/DTK-2_2008-biblatex-Teil1.pdf.

Ein Programm zur komfortablen, plattformunabhängigen Verwaltung von bib-Dateien ist JabRef: <http://www.jabref.org/>.

Eine Untersuchung zu Umlauten findet sich hier [DÃijsentrieb2015]

Kapitel 8

Ausführlicher Kapiteltitel, der wirklich viel zu lang für das Inhaltsverzeichnis in dieser Dokumentvorlage ist

In diesem Kapitel sind einige Abbildungen verstreut, um den Umgang mit Grafiken zu demonstrieren. Der restliche Text ist Blindtext.
--

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

8.1 Unterabschnitt 1

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Nach diesem vierten Absatz beginnen wir eine neue Zählung. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.



Hier kann ein Bild hin

Abbildung 1 – Ein Hochleistungsschnittstellenboard wie es typisch in regelungstechnischen Echtzeitanwendungen ist, um höchsten technologischen Anforderungen im Rahmen der Industrie 4.0 gerecht zu werden.

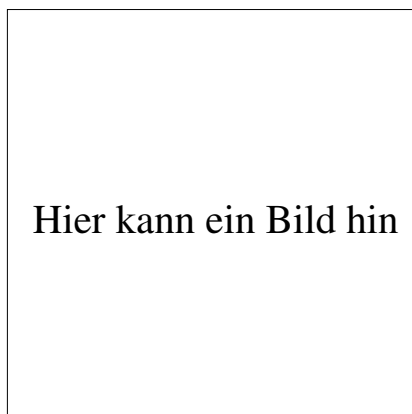
8.1.1 Unter-unterabschnitt 1

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. $\sin^2(\alpha) + \cos^2(\beta) = 1$. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an $E = mc^2$. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. $\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. $a\sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a^n b}$. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. $d\Omega = \sin\vartheta d\vartheta d\varphi$. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. $\sin^2(\alpha) + \cos^2(\beta) = 1$. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an $E = mc^2$. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer

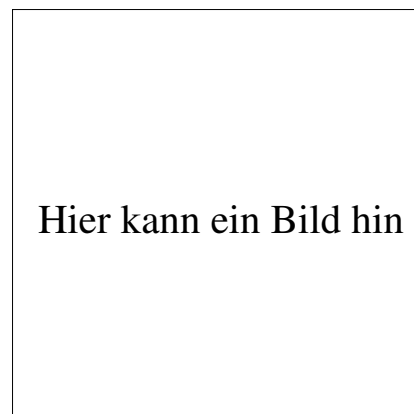
Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. $\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. $a\sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a^n b}$. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. $d\Omega = \sin\vartheta d\vartheta d\varphi$. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. $\sin^2(\alpha) + \cos^2(\beta) = 1$. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an $E = mc^2$. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. $\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. $a\sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a^n b}$. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. $d\Omega = \sin\vartheta d\vartheta d\varphi$. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. $\sin^2(\alpha) + \cos^2(\beta) = 1$. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an $E = mc^2$. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. $\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. $a\sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a^n b}$. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. $d\Omega = \sin\vartheta d\vartheta d\varphi$. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. $\sin^2(\alpha) + \cos^2(\beta) = 1$. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an $E = mc^2$. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. $\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. $a\sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a^n b}$. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. $d\Omega = \sin\vartheta d\vartheta d\varphi$. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. $\sin^2(\alpha) + \cos^2(\beta) = 1$. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an $E = mc^2$. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie

breit oder schmal sie läuft. $\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. $a\sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a^n b}$. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. $d\Omega = \sin\vartheta d\vartheta d\varphi$. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. $\sin^2(\alpha) + \cos^2(\beta) = 1$. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an $E = mc^2$. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. $\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. $a\sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a^n b}$. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. $d\Omega = \sin\vartheta d\vartheta d\varphi$. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. $\sin^2(\alpha) + \cos^2(\beta) = 1$. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an $E = mc^2$. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. $\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. $a\sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a^n b}$. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. $d\Omega = \sin\vartheta d\vartheta d\varphi$. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.



a) Fall mit Synchronisation.



b) Fall ohne Synchronisation.

Abbildung 2 – Zwei verschiedene Anwendungsfälle für das Hochleistungsschnittstellen-board.

8.1.2 Unter-unterabschnitt 2

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Nach diesem vierten Absatz beginnen wir eine neue Zählung. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text



Abbildung 3 – Vier verschiedene Anwendungsfälle für das Hochleistungsschnittstellenboard, die die unterschiedliche Leistungsfähigkeit demonstrieren.

liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie

breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Nach diesem vierten Absatz beginnen wir eine neue Zählung. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Kapitel 9

Füllkapitel 1

9.1 Fullabschnitt 1

9.1.1 Füllunterabschnitt 11

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.1.2 Füllunterabschnitt 12

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.1.3 Füllunterabschnitt 13

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.2 Fullabschnitt 2

9.2.1 Füllunterabschnitt 21

Nach diesem vierten Absatz beginnen wir eine neue Zählung. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.2.2 Füllunterabschnitt 22

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.2.3 Füllunterabschnitt 3

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.3 Fullabschnitt 3

9.3.1 Füllunterabschnitt 31

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.3.2 Füllunterabschnitt 32

Nach diesem vierten Absatz beginnen wir eine neue Zählung. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.3.3 Füllunterabschnitt 33

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.4 Fullabschnitt 4

9.4.1 Füllunterabschnitt 41

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.4.2 Füllunterabschnitt 42

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.4.3 Füllunterabschnitt 43

Nach diesem vierten Absatz beginnen wir eine neue Zählung. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.5 Fullabschnitt 5

9.5.1 Füllunterabschnitt 51

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.5.2 Füllunterabschnitt 52

Das hier ist der zweite Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

9.5.3 Füllunterabschnitt 53

Und nun folgt – ob man es glaubt oder nicht – der dritte Absatz. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.