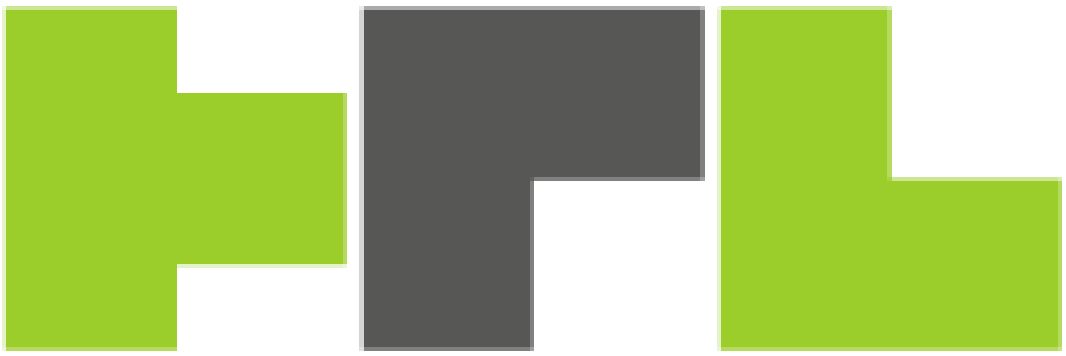
14.51.11-1



HTL ST. PÖLTEN

TEX-Formelsatz

Einführung
1.0.1

Prof. Dipl.Ing. Erich Schubert
HTBLuVA St.Pölten
A-3101 St.Pölten, Waldstraße 3
eMail: erich.schubert@htlstp.ac.at
Web: http://www.htlstp.ac.at

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung 1-1

2. Gleichungen im Textfluss 2-1

3. Mathematikumgebungen 3-1
3.1. align-Umgebung . . . 3-1
3.2. AMS-Umgebung . . . 3-2
3.3. Nummerierungen von Gleichungen . . . 3-3

4. Gleichungen für Chemiker 4-1

5. Beispielcode 5-1
5.1. Gleichungsreferenzen . . . 5-1
5.2. Gleichungsarray . . . 5-1
5.3. horizontale Klammern . . . 5-2
5.4. Brüche . . . 5-3
5.5. Wurzeln . . . 5-4
5.6. Exponenten und Indizes . . . 5-4
5.7. vektoren . . . 5-4
5.8. Binomialkoeffizienten . . . 5-5
5.9. Grenzwerte, Summen und Sonderzeichen . . . 5-5
5.10. Reihen . . . 5-6
5.11. Ableitungen, Integrale . . . 5-7
5.12. Matrizen . . . 5-8

6. Aufgaben 1

A. Gegenüberstellung eqnarray - amsmath A-1

B. Häufig benötigte Befehle B-1

Literaturverzeichnis B-9

Stichwortverzeichnis B-10

1. Einführung

ID: history.tex

Hier sind nur Versionen angegeben, welche offiziell eingesetzt wurden. Zwischenversionen sind nicht angeführt, können aber jederzeit über die Versionsverwaltung rekonstruiert werden.

tab:history

Version	Datum	Autor	Anmerkung
1.0.0	2014-09-21	SCUB	Neuausgabe für Kurs
1.0.1	2019-01-09	SCUB	Fehlerkorrekturen

Tabelle 1.1.: Versionsgeschichte

Dieses Skriptum ist ergänzend zum Schulungsvortrag gedacht. Nicht alle Inhalte dieses Skriptums sind auch Themen im Zuge der Schulung, und andererseits sind Schulungsinhalte nicht vollständig im Text enthalten.

ID: einfuehrung.tex

Zielgruppe für diese Kursunterlagen sind LaTeX-Anfänger, die auf ihrem Rechner Dokumente erstellen wollen, die mathematische Formeln enthalten. Im Kurs werden verschiedene Möglichkeiten zur Formelgestaltung und die wichtigsten Formelelemente vorgestellt.

Die weitergehenden Möglichkeiten zum Formelsatz in $\mathcal{A}_{\mathcal{M}}\mathcal{S}$-LaTeX werden vorgestellt.

Für den Satz von math.Formeln gelten die folgenden Regeln:

- Leerzeilen in der Eingabe für eine Formel sind generell nicht zulässig.
- Leerzeichen und Zeilenwechsel haben bei der Eingabe keine Bedeutung; alle Abstände in der Formel werden automatisch nach der Logik mathematischer Ausdrücke bestimmt bzw. müssen durch spezielle Befehle wie `\,` oder `\quad` festgelegt werden.
- Jeder einzelne Buchstabe in der Eingabe wird als Name einer Variablen betrachtet und entsprechend gesetzt: kursiv mit zusätzlichem Abstand; so beispielsweise $mathematischerText$ statt $mathematischer\ Text$. Will man innerhalb eines mathematischen Kontextes normalen Text (d. h. aufrecht mit korrekten Abständen)

setzen, muss man diesen in `\textrm{...}` einbinden.
Ergebnis: mathematischer Text

Eine Umfangreiche Darstellung kann Lit: [3] und Lit: [2] entnommen werden.

Diese Kursunterlagen wurden von mir zwar mit großer Sorgfalt erstellt, können aber trotzdem Fehler enthalten. Für Anregungen, Verbesserungsvorschläge oder Fehlerkorrekturen bin ich Ihnen dankbar.

2. Gleichungen im Textfluss

ID: textfluss.tex

Darunter versteht man das Einfügen von mathematischen Elementen in die laufende Zeile. Formeln im Fließtext werden mit `$...$` geklammert. Einfache $ bewirken keinen Zeilenumbruch. Z.B.: Die Formel `$a^2+b^2=c^2$` wird in der laufenden Zeile als $a^2 + b^2 = c^2$ gedruckt.

Soll eine Formel in einer eigenen Zeile ausgegeben werden, dann muss mit `$$...$$` geklammert werden, z.B.`$$a^2+b^2=c^2$$`

$$a^2 + b^2 = c^2$$

wird in einer eigenen Zeile gedruckt, auch wenn die Formel im Fließtext geschrieben wird.

Bei der Ausgabe von Brüchen sollt auf die Schriftverkleinerung Rücksicht genommen werden. Sollen alle Gleichungszeichen in der gleichen Größe ausgegeben werden muss mit `\dfrac` gearbeitet werden.
Vergleiche: `$bruch= \frac{zaehler}{nenner}$` $bruch = \frac{zaehler}{nenner}$
mit
`$bruch= \dfrac{zaehler}{nenner}$` $bruch = \dfrac{zaehler}{nenner}$.

Anmerkung:
`$$...$$` ist ein reiner plain-TeX-Befehl. Bei der Verwendung in LaTeX kann es passieren, dass Abstände vor und nach der abgesetzten Formel nicht richtig gesetzt werden. Daher ist in LaTeX die Variante `\[...\]` für abgesetzte Formeln vorzuziehen.

Im Gegensatz zu dem abgesetzten Mathematikmodus ist die Empfehlung für den Fließtext weiterhin die $-Zeichen zu benutzen.

3. Mathematikumgebungen

ID: umgebungen.tex

Für den mathematischen Textsatz gibt es einige Umgebungen, welche nützliche Voreinstellungen und Funktionen bieten. Hier wird nicht auf alle diese Umgebungen eingegangen. Details sind in Lit: [3] nachzulesen.

Einige, oft verwendete, davon sind:

- array
- eqnarray (beachte: A)
- align (siehe Punkt 3.1)
- AMS (siehe Punkt 3.2)

Generell sollte man für komplizierteren Mathematiksatz $\mathcal{A}_{\mathcal{M}}\mathcal{S}$, gegebenenfalls ergänzt durch mathtools, benutzen. Es bietet neue Umgebungen, die vor allem eqnarray ersetzen sollen. Die Vorteile des Paketes:

- Abstände innerhalb und außerhalb von Umgebungen sind konsistenter.
- Gleichungsnummern werden so positioniert, dass sie nicht mehr überdruckt werden.
- Die neuen Umgebungen (zum Beispiel split) ermöglichen es, lange Gleichungen einfacher zu umbrechen.
- Einfache Möglichkeit, neue Operatoren (ähnlich wie `\sin` usw.) mit sauberen Zeichenabständen zu definieren.

3.1. align-Umgebung

ID: align.tex

Eine einfache Umgebung für nummerierte Gleichungsketten bietet die Umgebung

```
\begin{align} ... \end{align}
```

Sie ersetzt `\[ ... \]`. (Die eqnarray-Umgebung sollte nicht verwendet werden).

`\\` erzeugt einen Zeilenumbruch in der Gleichung (mit entsprechender Nummerierung). Der Befehl `\nonumber` in eine Zeile eingefügt, setzt für diese eine Zeile den Zähler aus. `align*` anstelle von `align` stellt die Nummerierung für die gesamte Gleichungskette aus.

3.2. AMS-Umgebung

ID: ams.tex

AMS-LaTeX (Eigenschreibweise: $\mathcal{A}_{\mathcal{M}}\mathcal{S}$-LaTeX) ist eine Sammlung von Makropaketen für LaTeX.

Die Amerikanische Mathematische Gesellschaft hatte AMS-LaTeX ursprünglich für Autoren der von ihr herausgegebenen Journals entwickelt. Der Einsatz dieser Makros hat sich im Laufe der Jahre darüber hinaus weit verbreitet. Sie werden auch von vielen anderen Disziplinen verwendet, die die Mathematik als Hilfswissenschaft brauchen – insbesondere der Physik. Die einzelnen Pakete sind Erweiterungen vor allem für den Formelsatz. AMS-LaTeX ist die Fortführung von AMS-TeX, das den Formelsatz in plain TeX unterstützt.

Es werden einige Pakete zur Verfügung gestellt, die

- einen besseren Mathematiksatz, besonders verbesserte Abstände und Zeichengrößen
- weitere mathematische Symbole
- mehr Befehle, spezielle Umgebungen z.B. für Sätze, Lemmata, Beweise, ...
- und bessere Unterstützung für mehrzeilige Gleichungsketten mitbringen

Zu den Paketen gehören u.a. amsmath, amssymb, amsfonts, amsthm, amsbsy und einige mehr.

Nähere Informationen und Dokumentation auf

www.ams.org/tex/amslatex

Eine nützliche Erweiterung der AMS-Pakete liefert das mathtools-Paket.

Für eine Vertauschung der Bedeutung des Punktes und des Kommas in Zahlen bietet sich das Paket **ziffer** an. Sein Einbinden ermöglicht die korrekte Darstellung von Dezimalzahlen mit Komma und Tausender-Trennpunkt nach der im deutschen Sprachraum üblichen Schreibweise.

3.3. Nummerierungen von Gleichungen

ID: nummerierung.tex

Das Verhalten der Nummerierung hängt von der Dokumentenklasse und der verwendeten Mathematikumgebung ab.

bei Ams-Math:
Gleichungszähler am Beginn jedes Abschnitts zurücksetzen:

```
\numberwithin{equation}{section}
```

Man kann den Formel-Zähler auch manuell auf 0 zurücksetzen:

```
\setcounter{equation}{0}
```

Für Fortgeschrittene:

```
\makeatletter
\@addtoreset{equation}{subsection}
\makeatother
```

Dann wird der Zähler 'equation' mit jeder neuen 'subsection' auf Null zurückgesetzt. Das ist speziell nützlich, wenn man selbst nummerierte Umgebungen o.ä. definiert.

4. Gleichungen für Chemiker

ID: chemie.tex

Aufbau einer Reaktionsgleichung:
Auf der linken Seite einer Reaktionsgleichung stehen die chemischen Formeln der Ausgangsstoffe (Reaktanten) – auf der rechten die der Produkte. Dazwischen wird ein Reaktionspfeil geschrieben (z. B. $\longrightarrow$), der in Richtung auf die Produkte hin zeigt. `$\longrightarrow$`

Beispielsweise wird die Verbrennung von Methan (CH_4) mit Sauerstoff (O_2) zu Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) durch die Gleichung

$$\mathrm{CH_4 + 2\ O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\ H_2O}$$

```
$$\mathrm{CH_4 + 2 \ O_2 \longrightarrow CO_2 + 2 \ H_2O}$$
```

beschrieben.

Pfeile:
In Reaktionsgleichungen werden verschiedene Pfeile mit folgenden Bedeutungen verwendet:

- Reaktionspfeil ($\longrightarrow$)`$\longrightarrow$`
- mehrere Reaktionspfeile ($\rightarrow\!\!\rightarrow$ `$\rightarrow \rightarrow$`) beschreiben eine Reaktionssequenz, also eine Abfolge mehrerer Einzelreaktionen zwischen Edukt und Produkt
- Hin- und Rückreaktion ($\rightleftarrows$, `$\rightleftarrows$`), die Reaktion kann durch veränderte Reaktionsbedingungen in die eine oder andere Richtung ablaufen.
- Gleichgewichtspfeil ($\rightleftharpoons$, `$\rightleftharpoons$`), wird verwendet, wenn sich bei den vorgegebenen Bedingungen ein Reaktionsgleichgewicht einstellt.
- Retrosynthesepfeil ($\Rightarrow$, `$\Rightarrow$`)
- zur Kennzeichnung von Ein- oder Zweielektronenverschiebungen (Beschreibung von Reaktionsmechanismen, oft gebraucht in der Organik):

Geschwungener Pfeil mit ganzer Spitze (↷, `$\curvearrowright$`) symbolisiert die Verschiebung eines Elektronenpaars (= zwei Elektronen).

Geschwungener Pfeil mit halber Spitze symbolisiert die Verschiebung eines einzelnen Elektrons.

Anmerkungen ([1]):
Der Mesomeriepfeil (↔, `$\leftrightarrow$`) beschreibt keine chemische Reaktion und wird insofern nicht in Reaktionsgleichungen verwendet. Von diesen Pfeilen sind nur der Reaktionspfeil und die Gleichgewichtspfeile (zwei parallele, entgegengesetzt gerichtete Pfeile mit Halbspitzen) normgerecht nach DIN 32642; soll zum Ausdruck kommen, dass die Gleichgewichtskonstante einer Reaktion sehr groß oder sehr klein ist, kann dies durch unterschiedliche Pfeillängen der Gleichgewichtspfeile ausgedrückt werden.

Für thermodynamische Berechnungen wird häufig die molare Reaktionsenthalpie (ΔH_R) mit angegeben, beispielsweise bei der Reaktionsgleichung der Knallgasreaktion

$$2\ \mathrm{H_{2(g)}} + \mathrm{O_{2(g)}} \longrightarrow 2\ \mathrm{H_2O_{(l)}}\ ,\ \Delta H_\mathrm{R} = -572\ \frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{mol}}$$

```
$\mathrm{2 \ H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2 \ H_2O_{(l)} \ ,}
 \ \Delta H_{\mathrm{R}} = -572 \ \mathrm{\frac{kJ}{mol}}$
```

Für den korrekten Textsatz der Einheiten bietet sich das Paket SI an!

Bei dem Umsatz von zwei Mol gasförmigen H_2 und einem Mol gasförmigen O_2 zu zwei Mol flüssigem H_2O werden 572 kJ Energie frei. Hier ist es wesentlich, dass die Phase der an der Reaktion beteiligten Stoffe mit angegeben wird, da bei den Phasenübergängen ebenfalls Energie umgesetzt wird. Die Reaktionsenthalpie wird üblicherweise bei 25 °C angegeben. Ein positiver Wert von ΔH_R bezeichnet endotherme Reaktionen, ein negativer Wert exotherme Reaktionen.

Weite Beispiele:

$$\mathrm{AB + C} \xrightarrow[\mathrm{Kat}]{\Delta \mathrm{T}} \mathrm{A + BC}$$

```
$\mathrm{AB + C \ \xrightarrow[Kat]{\Delta T} \ A + BC} $
```

$$\mathrm{HPO_{4(aq)}^{2-} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O_{(aq)}^{+} + PO_{4(aq)}^{3-},\ K_{s3} = 4{,}7 \cdot 10^{-13}}$$

```
$\mathrm{HPO_{4(aq)}^{\,2-}+ H_2O_{(l)} \rightleftharpoons}
\mathrm{H_3O^+_{(aq)} + PO_{4(aq)}^{\,3-},\ K_{s3} =
4{,}7 \cdot 10^{-13}}$
```

$$\mathrm{HPO_4^{\,2-} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + PO_4^{\,3-}}$$

```
$\mathrm{HPO_4^{\,2-}+ H_2O \rightleftharpoons} \mathrm{H_3O^+ +
PO_4^{\,3-}} $
```

5. Beispielcode

5.1. Gleichungsreferenzen

ID: gleichungsreferenz.tex

Auf eine nummerierte Gleichung kann referenziert werden:

Soucetext:

```
Seien $a$ und $b$ die Katheten und $c$ die Hypotenuse, dann gilt
\begin{equation}
\label{Pythagoras}
c^2=a^2+b^2
\end{equation}
(Lehrsatz des Pythagoras).\par

Aus Gl:(\ref{Pythagoras}) folgt \dots
```

gibt:

Seien a und b die Katheten und c die Hypotenuse, dann gilt

$$c^2 = a^2 + b^2 \tag{5.1}$$

(Lehrsatz des Pythagoras).

Aus Gl:(5.1) folgt ...

5.2. Gleichungsarray

ID: eqnarray.tex

Gleichungen können in eine (vereinfachte)Tabelle gesetzt, und somit ausgerichtet werden. (Hinweis: Die eqnarray-Umgebung sollte nicht mehr verwendet werden. Besser wird amsmath verwendet)

Sourcetext:

```
\begin{eqnarray}
f(x) & = & \cos x \\
f'(x) & = & - \sin x \\
\int_0^xf(y)\mathrm{d}y&=&\sin x
\end{eqnarray}
```

gibt:

$$f(x) = \cos x \tag{5.2}$$
$$f'(x) = -\sin x \tag{5.3}$$
$$\int_0^x f(y)\mathrm{d}y = \sin x \tag{5.4}$$

beachte auch Anhang: A!

5.3. horizontale Klammern

ID: klammern2.tex

Zwei Beispiele: **Sourcetext:**

```
 \[ \underbrace{
\overbrace{a + b + \cdots +z}^{26} +
\overbrace{A + B + \cdots+Z}^{26}
}_{52} \]

\[ \overline{m+n}\qquad \underline{m+n} \]
```

gibt:

$$\underbrace{\overbrace{a+b+\cdots+z}^{26}+\overbrace{A+B+\cdots+Z}^{26}}_{52}$$

$$\overline{m+n}\qquad \underline{m+n}$$

$$\overline{m+n} \qquad \underline{m+n}$$

Umfangreiche Ausführungen zur Höhenausrichtung von horizontalen Klammern ist in Lit: ([3]) zu finden.

5.4. Brüche

ID: brueche.tex

Sourcetext:

```
\[ a_0+\frac{1}{\displaystyle a_1 +
\frac{\strut 1}{\displaystyle a_2 +
\frac{\strut 1}{\displaystyle a_3 +
\frac{\strut 1}{a_4}}}} \]
```

gibt:

$$a_0+\frac{1}{\displaystyle a_1 +
\frac{\strut 1}{\displaystyle a_2 +
\frac{\strut 1}{\displaystyle a_3 +
\frac{\strut 1}{a_4}}}}$$

Sourcetext:

```
\[ \displaystyle \frac{a}{b}
\above 1pt\displaystyle\frac{c}{d} \]
```

gibt:

$$\frac{a}{b}
\above 1pt\displaystyle\frac{c}{d}$$

5.5. Wurzeln

ID: wurzeln.tex

sourcetext:

```
\[\sqrt[n]{x^n + y^n}\]
```

gibt:

$$\sqrt[n]{x^n + y^n}$$

5.6. Exponenten und Indizes

ID: exponenten.tex

Sourcetext:

```
\[ x^2_3 \qquad x_3^2 \qquad
x^{31415}_{92}\qquad
x_{y^a_b}^{z_c^d} \]
\[ P_2^3 \qquad P{}_2^3 \]
```

gibt:

$$x_3^2 \qquad x_3^2 \qquad x_{92}^{31415} \qquad x_{y_b^a}^{z_c^d}$$

$$P_2^3 \qquad P_2^3$$

5.7. vektoren

ID: vektoren.tex

Sourcetext:

```
 \[ \alpha \cdot(\vec x + \vec y) =
\alpha \cdot \vec x +
\alpha \cdot \vec y \]
```

gibt:

$$\alpha \cdot (\vec{x} + \vec{y}) = \alpha \cdot \vec{x} + \alpha \cdot \vec{y}$$

5.8. Binomialkoeffizienten

ID: Binomialkoeff.tex

Sourcetext:

```
 \[ {n \choose \frac{k}{2}} \qquad
{n \choose k/2} \qquad
{n \choose \frac{1}{2} k}\]
```

gibt:

$$\binom{n}{\frac{k}{2}} \qquad \binom{n}{k/2} \qquad \binom{n}{\frac{1}{2}k}$$

5.9. Grenzwerte, Summen und Sonderzeichen

ID: summen.tex

Sourcetext:

```
\[ f\prime(x) = \lim_{\Delta x \to 0}
\frac{f(x+\Delta x)-f(x)}{\Delta x} \]
```

gibt:

$$f\prime(x) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{f(x+\Delta x)-f(x)}{\Delta x}$$

Sourcetext:

```
\[ \sum_{{\scriptstyle 1 \le i \le p
\atop
\scriptstyle 1 \le j \le q}
\atop
\scriptstyle 1 \le k \le r}
a_{ij} b_{jk} c_{ki} \]
```

gibt:

$$\sum_{\substack{1\le i\le p\\ 1\le j\le q\\ 1\le k\le r}} a_{ij}b_{jk}c_{ki}$$

Sourcetext:

```
\[ {n \choose k} =
\frac{\displaystyle\prod_{i=1}^n i}
{\displaystyle\prod_{i=1}^k i\cdot
\prod_{i=1}^{n-k} i} \]
```

gibt:

$$\binom{n}{k} = \frac{\displaystyle\prod_{i=1}^{n} i}{\displaystyle\prod_{i=1}^{k} i \cdot \prod_{i=1}^{n-k} i}$$

5.10. Reihen

ID: reihen.tex

Sourcetext:

```
\begin{eqnarray*}
\sum_{i=1}^{\infty}(-1)^{i+1}
```

```
\frac{1}{i^2} & = & 1-\frac{1}{2^2} +
\frac{1}{3^2} - \cdots\\
& = & \frac{\pi^2}{12}
\end{eqnarray*}
```

gibt:

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^{\infty}(-1)^{i+1}\frac{1}{i^2} &= 1-\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}-\cdots\\ &= \frac{\pi^2}{12}\end{aligned}$$

Sourcetext:

```
\begin{eqnarray*}
\forall x \in \mathbf{R}:e^{-x} & = &
1 - x + \frac{x^2}{2!} -
\frac{x^3}{3!} + \cdots\\
& = & \sum_{i=0}^{\infty}
(-1)^i\frac{x^i}{i!}
\end{eqnarray*}
```

gibt:

$$\begin{aligned}\forall x \in \mathbf{R} : e^{-x} &= 1-x+\frac{x^2}{2!}-\frac{x^3}{3!}+\cdots\\ &= \sum_{i=0}^{\infty}(-1)^i\frac{x^i}{i!}\end{aligned}$$

5.11. Ableitungen, Integrale

ID: infinitesimal.tex

Sourcetext:

```
\begin{eqnarray*}
z (x, y) & = & \frac{xy}{x^2+y^2}
  \quad(\forall x,y:x^2+y^2\not=0)\\
\frac{\partial z}{\partial x} & = &
  \frac{y(y^2-x^2)}{(x^2+y^2)^2}
  \qquad \textrm{und}\\
\frac{\partial z}{\partial y} & = &
  \frac{x(x^2-y^2)}{(x^2+y^2)^2}
\end{eqnarray*}
```

gibt:

$$\begin{aligned} z(x,y) &= \frac{xy}{x^2+y^2} \quad (\forall x,y : x^2+y^2 \neq 0) \\ \frac{\partial z}{\partial x} &= \frac{y(y^2-x^2)}{(x^2+y^2)^2} \qquad \text{und} \\ \frac{\partial z}{\partial y} &= \frac{x(x^2-y^2)}{(x^2+y^2)^2} \end{aligned}$$

Sourcetext:

```
\[ \frac{1}{2} \int_0^{2\pi}\limits
[a\cos t \cdot b \cos t - (-a\sin t)
\cdot b \sin t]\,\mathrm{d}t \]
```

Beachte das $\mathrm{d}t$!

gibt:

$$\frac{1}{2}\int_0^{2\pi}[a\cos t\cdot b\cos t-(-a\sin t)\cdot b\sin t]\,\mathrm{d}t$$

5.12. Matrizen

ID: matrizen.tex

Sourcetext:

```
\[ \begin{array}{|cccc|}
a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\
a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{21} \\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn}
\end{array} \]
```

gibt:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{21} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{vmatrix}$$

Sourcetext:

```
\begin{displaymath}
\left\{\begin{array}{cccc}
\Gamma_{11} & \Gamma_{12} & \cdots &
  \Gamma_{1n}\\
\Gamma_{21} & \Gamma_{22} & \cdots &
  \Gamma_{2n}\\
\vdots      & \vdots      & \ddots &
  \vdots\\
\Gamma_{m1} & \Gamma_{m2} & \cdots &
  \Gamma_{mn}
\end{array}\right\}
\end{displaymath}
```

gibt:

$$\left\{ \begin{array}{cccc} \Gamma_{11} & \Gamma_{12} & \cdots & \Gamma_{1n} \\ \Gamma_{21} & \Gamma_{22} & \cdots & \Gamma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Gamma_{m1} & \Gamma_{m2} & \cdots & \Gamma_{mn} \end{array} \right\}$$

Sourcetext:

```
\[\left(
\begin{array}{c@{}c@{}c}
\begin{array}{|cc|}
\hline
a_{11} & a_{12} \\
a_{21} & a_{22} \\
\hline
\end{array} & 0 & 0 \\
0 & \begin{array}{|ccc|}
    \hline
    b_{11} & b_{12} & b_{13}\\
    b_{21} & b_{22} & b_{23}\\
    b_{31} & b_{32} & b_{33}\\
    \hline
    \end{array} & 0 \\
0 & 0 & \begin{array}{|cc|}
        \hline
        c_{11} & c_{12} \\
        c_{21} & c_{22} \\
        \hline
        \end{array} \\
\end{array}
\right)\]
```

gibt:

$$\left(\begin{array}{c@{}c@{}c}
\begin{array}{|cc|}\hline a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ \hline\end{array} & 0 & 0 \\
0 & \begin{array}{|ccc|}\hline b_{11} & b_{12} & b_{13}\\ b_{21} & b_{22} & b_{23}\\ b_{31} & b_{32} & b_{33}\\ \hline\end{array} & 0 \\
0 & 0 & \begin{array}{|cc|}\hline c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \\ \hline\end{array} \\
\end{array}\right)$$

6. Aufgaben

ID: aufgaben.tex

Setze die hier angegebenen math. Texte in einem eigenen Dokument:

Bsp.1:

$$u(t) = \frac{1}{T_N} \int_0^t e(\tau) \mathrm{d}\tau$$

Bsp. 2:

$$\frac{U}{E}(s) = \frac{T_\mathrm{V} \cdot s}{T_P \cdot s + 1} \quad \text{mit} \quad T_\mathrm{V} \gg T_P$$

Bsp. 3:

$$u(t) = K_P \left[e(t) + \frac{1}{T_N} \int_0^t e(\tau) \mathrm{d}\tau \right]$$

Bsp. 4:

$$u(t) = K_P \left[e(t) + \frac{1}{T_N} \int_0^t e(\tau) \mathrm{d}\tau + \ T_V \frac{d}{dt} e(t) \right]$$

Bsp. 5:

$$\underline{x}'(t) = (\underline{A} - \underline{B} \cdot \underline{K}) \cdot \underline{x}(t) + \underline{B} \cdot V \cdot w(t)$$

Bsp. 6:

$$0 = -Q_i + \sum_{k=1}^{N} |V_i||V_k|(G_{ik}\mathrm{sin}\theta_{ik} - B_{ik}\mathrm{cos}\theta_{ik})$$

Bsp. 7:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\delta \Delta P}{\delta \theta} & \frac{\delta \Delta P}{\delta |V|} \\ \frac{\delta \Delta Q}{\delta \theta} & \frac{\delta \Delta Q}{\delta |V|} \end{bmatrix}.$$

A. Gegenüberstellung eqnarray - amsmath

ID: compare-eqn.tex

ersetze:

```
\begin{eqnarray}
a &=& b\\
b &=& c\\
a &=& c
\end{eqnarray}
```

durch:

```
\begin{align}
a &= b\\
b &= c\\
a &= c
\end{align}
```

ergibt:

$$a = b \tag{A.1}$$
$$b = c \tag{A.2}$$
$$a = c \tag{A.3}$$

anstelle von

$$a \;=\; b \tag{A.4}$$
$$b \;=\; c \tag{A.5}$$
$$a \;=\; c \tag{A.6}$$

B. Häufig benötigte Befehle

ID: kommandos.tex

Und diese mathematischen LaTeX-Befehle werden oft benötigt

$$...$$
Umgebung für den Display-Mathematik-Modus in TeX/LaTeX

$...$
Umgebung für den Inline-Mathematik-Modus in TeX/LaTeX

&
trennt in der `array`-, `eqnarray`- und `eqnarray*`-Umgebung die einzelnen Bestandteile einer Zeile

^{exponent}
stellt im Mathematik-Modus exponent hoch; auch noch bei `\int`, `\sum`, `\prod` und `\overbrace`

_{index}
stellt im Mathematik-Modus index tief; auch noch bei `\int`, `\sum`, `\prod`, `\underbrace` und `\lim`

~
„geschütztes“ Leerzeichen

(
linkes Klammersymbol: (; analog gibt es `)`

[
linkes Klammersymbol: [; analog gibt es `]`

\!
negativer schmaler Zwischenraum

\(...\)
Umgebung für den Inline-Mathematik-Modus in LaTeX

\,
schmaler Zwischenraum: ||

\[...\]
Umgebung für den Display-Mathematik-Modus in LaTeX

\\[abstand]
Zeilenwechsel in der `array`-, `eqnarray`- und `eqnarray*`-Umgebung

\{
linkes Klammersymbol: {; analog gibt es `\}`

\Abbildung
eigenes Kommando: `$f\Abbildung g$`: $f \to g$

\above
Bruch mit definierbarer Bruchstrichdicke:
`${\frac{1}{2}%`
`\above 1pt \frac{3}{4}}$`:

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{4}}$$

\acute
mathematischer Akzent: `$\acute a$`: $\acute{a}$

\aequivalent
eigenes Kommando: `$\mathcal{A}% \aequivalent\mathcal{B}$`: $\mathcal{A} \Longleftrightarrow \mathcal{B}$ (Aussagenlogik)

\aleph
mathematisches Symbol: $\aleph$

\alpha
griechischer Kleinbuchstabe: α

\arccos
mathematische Funktion: `$\arccos x$`: $\arccos x$

\arcsin
mathematische Funktion: `$\arcsin x$`: $\arcsin x$

\atop
übereinander: `${n\atop m}$`: ${n \atop m}$

\bar
mathematischer Akzent: `$\bar a$`: $\bar{a}$

\begin{array}{muster} ...\end{array}
Umgebung zum Erzeugen rechteckiger Anordnungen (Matrizen, Determinanten) im Mathematik-Modus in LaTeX

\begin{displaymath} ...\end{displaymath}
Umgebung für den Display-Mathematik-Modus in LaTeX

\begin{enumerate} ...\end{enumerate}
Umgebung für Aufzählungslisten

\begin{eqnarray*} ...\end{eqnarray*}
wie die Umgebung `eqnarray`, jedoch ohne Nummerierung der Formeln

\begin{eqnarray} ...\end{eqnarray}
Umgebung für die Darstellung mehrzeiliger nummerierter Herleitungsketten

\begin{equation} ...\end{equation}
Umgebung zum Generieren einer nummerierten Display-Formel

\begin{math} ...\end{math}
Umgebung für den Inline-Mathematik-Modus in LaTeX

\beta
griechischer Kleinbuchstabe: β

\Bigl
eine explizite Größenangabe (hier leicht vergrößert) für eine linke Klammer: `$$\Bigl( (a + b)(c + d) \Bigr)$$`:

$$\Bigl((a + b)(c + d) \Bigr)$$

\Bigr
eine explizite Größenangabe (hier leicht vergrößert) für eine rechte Klammer; siehe auch `\Bigl`

\binom{oben}{unten}
eigenes Kommando: `$\binom{n}{k}$`: $\binom{n}{k}$ (Binominalkoeffizient)

\breve
mathematischer Akzent: `$\breve a$`: $\breve{a}$

\bullet
binärer mathematischer Operator: `$a \bullet b$`: $a \bullet b$

\cap
binärer mathematischer Operator: `$A \cap B$`: $A \cap B$

\cdot
binärer mathematischer Operator: `$a \cdot b$`: $a \cdot b$

\cdots
zentrierte Auslassungspunkte: $\cdots$

\check
mathematischer Akzent: `$\check a$`: $\check{a}$

\chi
griechischer Kleinbuchstabe: χ

\choose
Binominalkoeffizient: `${n \choose m}$`: $\binom{n}{m}$

\circ
binärer mathematischer Operator: `$a \circ b$`: $a \circ b$

\cos
mathematische Funktion: `$\cos x$`: $\cos x$

\cup
binärer mathematischer Operator: `$A \cup B$`: $A \cup B$

\darausfolgt
eigenes Kommando: `$\mathcal{A}% \darausfolgt \mathcal{B}$`: $\mathcal{A} \Longrightarrow \mathcal{B}$ (Aussagenlogik)

\ddot
mathematischer Akzent: `$\ddot a$`: $\ddot{a}$

\ddots
diagonale Auslassungspunkte: $\ddots$

\Delta
griechischer Großbuchstabe: Δ

\delta
griechischer Kleinbuchstabe: δ

\dfrac{oben}{unten}{dicke}
eigenes Kommando zum Darstellen von Doppelbrüchen mit einem Hauptbruchstrich der Dicke dicke:

```
$\dfrac{\frac{1}{2}}%
{\frac{3}{4}}{1pt}$:
```

$$\dfrac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{4}}{1pt}$$

\displaystyle
erzwingt im Mathematik-Modus die Mathematik-Standardschriftgröße

\dot
mathematischer Akzent: `$\dot a$`: $\dot{a}$

\dots
Auslassungspunkte: $\dots$

\downarrow
mathematischer Pfeil nach unten: $\downarrow$

\Durchschnitt
eigenes Kommando: $\cap$ (Mengenlehre)

\emph{text}
(leichte) Hervorhebung im Normaltext

\entwederoder (EXOR)
eigenes Kommando: `$\mathcal{A}% \entwederoder \mathcal{B}$`: $\mathcal{A} \oplus \mathcal{B}$ (Aussagenlogik)

\epsilon
griechischer Kleinbuchstabe: ϵ

\equiv
mathematische Relation: `$a\equiv b$`: $a \equiv b$

\eta
griechischer Kleinbuchstabe: η

\exists
mathematisches Symbol: $\exists$ („es gibt“)

\forall
mathematisches Symbol: $\forall$ („für alle“)

\frac{zaehler}{nenner}
Bruch: `$\frac{19}{20}$`: $\frac{19}{20}$

\Gamma
griechischer Großbuchstabe: Γ

\gamma
griechischer Kleinbuchstabe: γ

\ge
mathematische Relation: `$a \ge b$`: $a \ge b$

\grave
mathematischer Akzent: `$\grave a$`: $\grave{a}$

\hat
mathematischer Akzent: `$\hat a$`: $\hat{a}$

\heartsuit
Symbol: $\heartsuit$

\hline
waagerechte Linie in einer `array`-Umgebung

\Im
mathematisches Symbol: $\Im$ (Imaginärteil einer komplexen Zahl)

\imath
kleines mathematisches „i“ ohne Punkt: `$\vec\imath$`: $\vec{\imath}$

\in
mathematisches Symbol: $\in$ („ist Element aus“)

\infty
mathematisches Symbol: ∞ (unendlich)

\int_{ugrenze}^{ogrenze}
großer Operator (Integralzeichen) mit unterer Grenze ugrenze und oberer Grenze ogrenze

\iota
griechischer Kleinbuchstabe: ι

\item
ein einzelner Eintrag in einer nummerierten Liste

\jmath
kleines mathematisches „j“ ohne Punkt: `$\vec\jmath$`: $\vec{\jmath}$

\kappa
griechischer Kleinbuchstabe: κ

\Komplement{menge}
eigenes Kommando zum Darstellen des Komplements: `$\Komplement{M}$`: $\overline{M}$ (Aussagenlogik, Mengenlehre)

\label{ziel}
Kennzeichnung des aktuellen Objekts als Verweisziel

\Lambda
griechischer Großbuchstabe: Λ

\lambda
griechischer Kleinbuchstabe: λ

\langle
linkes Klammersymbol: $\langle$

\lbrace
linkes Klammersymbol: $\{$

\lbrack
linkes Klammersymbol: $[$

\lceil
linkes Klammersymbol: $\lceil$

\le
mathematische Relation: `$\le b$`: $a \le b$

\leadsto
spezieller mathematischer Pfeil nach rechts: $\leadsto$ (aus dem Package `latexsym`)

\left
automatische Größenanpassung eines linken Klammersymbols:
`\[ \left( (x^2 + 1)% (x^2 - 1) \right)^2 \]`:

$$\left((x^2 + 1)(x^2 - 1)\right)^2$$

\leftarrow
mathematischer Pfeil nach links: $\leftarrow$

\Leftarrow
mathematischer Doppelpfeil nach links: $\Leftarrow$

\leftharpoonup
mathematischer Pfeil (Harpune) nach links: $\leftharpoonup$

\leftrightarrow
mathematischer Pfeil nach links und rechts: $\leftrightarrow$

\Leftrightarrow
mathematischer Doppelpfeil nach links und rechts: $\Leftrightarrow$

\lfloor
linkes Klammersymbol: $\lfloor$

\lim_{unten}
mathematischer Grenzwert (Limes)

\limits
bewirkt bei $\sum$ bzw. $\int$ bzw. $\prod$, dass die Grenzen explizit *nicht neben* das Symbol gesetzt werden

\ln
mathematische Funktion: `$\ln x$`: $\ln x$

\lnot
Negation: $\neg$ (logisches „nicht“)

\longleftarrow
langer mathematischer Pfeil nach links: $\longleftarrow$

\Longleftrightarrow
langer mathematischer Doppelpfeil nach links und rechts: $\Longleftrightarrow$

\Longrightarrow
langer mathematischer Doppelpfeil nach rechts: $\Longrightarrow$

\mapsto
spezieller mathematischer Pfeil nach rechts: $\mapsto$

\mathbf{ausdruck}
Fettschrift im Mathematik-Modus

\mathcal{ausdruck}
kalligrafische Schrift im Mathematik-Modus

\mathrm{ausdruck}
Normalschrift im Mathematik-Modus

\mathstrut
erzwingt im Mathematik-Modus einen Mindestzeilenabstand

\mp
binärer mathematischer Operator:
`$a\mp b$`: $a \mp b$

\mu
griechischer Kleinbuchstabe: μ

\ne
mathematische Relation: `$a\ne b$`: $a \ne b$

\nearrow
mathematischer Pfeil nach rechts oben: $\nearrow$

\neg
mathematisches Symbol: $\neg$ (Negation)

\newcommand{kmd}[anzahl]{definitionstext}
LaTeX-Kommando zum Vereinbaren des eigenen Kommandos kmd mit anzahl

Parametern und der Definition definitionstext

\newtheorem{name}{titel}
Vereinbarung einer eigenen Theorem-artigen Umgebung name mit der Titelzeile titel

\nolimits
bewirkt bei $\sum$ bzw. $\int$ bzw. $\prod$, dass die Grenzen explizit *neben* das Symbol gesetzt werden

\not
Negation der nachfolgenden Relation: `$\not=$`: $\not=$

\nu
griechischer Kleinbuchstabe: ν

\oder
eigenes Kommando: $\vee$ (Aussagenlogik)

\Omega
griechischer Großbuchstabe: Ω

\omega
griechischer Kleinbuchstabe: ω

\oplus
binärer mathematischer Operator: `$a \oplus b$`: $a \oplus b$

\over
Bruch (TEX): `${a \over b}$`: $\frac{a}{b}$

\overbrace{ausdruck}_{index}
waagerechte geschweifte Klammer über ausdruck

\overline{ausdruck}
überstreicht ausdruck

\par
Absatzende/Absatzwechsel

\partial
mathematisches Symbol: ∂ (partielle Ableitung)

\Phi
griechischer Großbuchstabe: Φ

\phi
griechischer Kleinbuchstabe: ϕ

\Pi
griechischer Großbuchstabe: Π

\pi
griechischer Kleinbuchstabe: π

\pm
binärer mathematischer Operator: `$a \pm b$`: $a \pm b$

\prime
erzeugt ein Ableitungszeichen: `f\prime(x)`: $f\prime(x)$

\prod_{ugrenze}^{ogrenze}
erzeugt den großen Produktoperator (Produktzeichen) mit unterer Grenze ugrenze und oberer Grenze ogrenze

\Psi
griechischer Großbuchstabe: Ψ

\psi
griechischer Kleinbuchstabe: ψ

\quad
horizontaler Leerplatz : | |

\qquad
horizontaler Leerplatz : | |

\R{dimension}
eigenes Kommando: `$\R{2}$`: $\mathbf{R}^2$ (Körper der reellen Zahlen)

\rangle
rechtes Klammersymbol: $\rangle$

\rbrace
rechtes Klammersymbol: }

\rbrack
rechtes Klammersymbol: }

\rceil
rechtes Klammersymbol: ⌉

\Re
mathematisches Symbol: $\Re$ (Realteil einer komplexen Zahl)

\ref{ziel}
Verweis auf ein vorher vereinbartes Verweisziel

\rfloor
rechtes Klammersymbol: ⌋

\rho
griechischer Kleinbuchstabe: ρ

\right
automatische Größenanpassung eines rechten Klammersymbols; siehe `\left`

\Rightarrow
mathematischer Doppelpfeil nach rechts: $\Rightarrow$

\rightarrow
mathematischer Pfeil nach rechts: $\rightarrow$

\scriptstyle
erzwingt im Mathematik-Modus die für Exponenten und Indizes der ersten Stufe übliche Schriftgröße

\setminus
Mengendifferenz: `$A\setminus B$`: $A \setminus B$

\Sigma
griechischer Großbuchstabe: Σ

\sigma
griechischer Kleinbuchstabe: σ

\sim
mathematische Relation: `$a \sim b$`: $a \sim b$

\simeq
mathematische Relation: `$a \simeq b$`: $a \simeq b$

\sin
mathematische Funktion: `$\sin x$`: $\sin x$

\sqcap
binärer mathematischer Operator: `$A \sqcap B$`: $A \sqcap B$

\sqcup
binärer mathematischer Operator: `$A \sqcup B$`: $A \sqcup B$

\sqrt[potenz]{radikant}
mathematische Wurzel: `$\sqrt[3]{a+x}$`: $\sqrt[3]{a+x}$

\stackrel{oben}{unten}
setzt oben über die Relation unten: `$x\stackrel{\textrm{def}}{=} y$`: $x \stackrel{\text{def}}{=} y$

\strut
erzwingt einen Mindestzeilenabstand

\subset
mathematische Relation: `$A \subset B$`: $A \subset B$

\subseteq
mathematische Relation: `$A \subseteq B$`: $A \subseteq B$

\sum_{ugrenze}^{ogrenze}
großer Operator (Summenzeichen) mit unterer Grenze ugrenze und oberer Grenze ogrenze

\tan
mathematische Funktion: `$\tan x$`: $\tan x$

\tau
griechischer Kleinbuchstabe: τ

\textrm{text}
aufrechter Normaltext

\Theta
griechischer Großbuchstabe: Θ

\theta
griechischer Kleinbuchstabe: θ

\tilde
mathematischer Akzent: `$\tilde a$`: $\tilde{a}$

\times
binärer mathematischer Operator: `$a \times b$`: $a \times b$

\to
kleiner mathematischer Pfeil nach rechts: $\to$

\ueber{oben}{unten}
eigenes Kommando: `$\ueber{m}{n}$`: $\overset{m}{n}$

\und
eigenes Kommando: $\wedge$ (Aussagenlogik)

\underbrace{ausdruck}_{index}
waagerechte geschweifte Klammer unter ausdruck

\underline{ausdruck}
unterstreicht ausdruck

\uparrow
mathematischer Pfeil: $\uparrow$

\upsilon
griechischer Kleinbuchstabe: υ

\varepsilon
griechischer Kleinbuchstabe: ε (Variante zu ϵ)

\varphi
griechischer Kleinbuchstabe: φ (Variante zu ϕ)

\varrho
griechischer Kleinbuchstabe: ϱ (Variante zu ρ)

\varsigma
griechischer Kleinbuchstabe: ς (Variante zu σ)

\vartheta
griechischer Kleinbuchstabe: ϑ (Variante zu θ)

\vdots
vertikale Auslassungspunkte: $\vdots$

\vec
mathematischer Akzent: `$\vec a$`: $\vec{a}$

\vee
binärer mathematischer Operator: `$\mathcal{A} \vee \mathcal{B}`: $\mathcal{A} \vee \mathcal{B}$

\vereinigt
eigenes Kommando: $\cup$ (Mengenlehre)

\wedge
binärer mathematischer Operator: `$\mathcal{A} \wedge \mathcal{B}`: $\mathcal{A} \wedge \mathcal{B}$

\widehat
anpassbarer mathematischer Akzent: `$\widehat{x}, \widehat{xyz}$`: $\widehat{x}, \widehat{xyz}$

\widetilde
anpassbarer mathematischer Akzent: `$\widetilde{x}, \widetilde{xyz}$`: $\widetilde{x}, \widetilde{xyz}$

\Xi
griechischer Großbuchstabe: Ξ

\xi
griechischer Kleinbuchstabe: ξ

\zeta
griechischer Kleinbuchstabe: ζ

Literaturverzeichnis

[1] div. Wikipedia: Reaktionsgleichung, 2014. [Online: 21.September 2014].

[2] Mathematischer Satz mit LaTeX. [Online: 2014-09-21].

[3] Herbert Voß. *Mathematiksatz mit LaTeX*. Lehmanns Media, Berlin, 2., überarb. und erw. Aufl. edition, 2012.

Stichwortverzeichnis

A
align-Umgebung 3-1
AMS-LaTeX 3-2
amsmath 5-1

B
Bruch
    dfrac 2-1

C
Chemische Gleichungen 4-1

D
dfrac 2-1

E
eqnarray-Umgebung 5-1

F
Fließtext 2-1
Formel mit Zeilenumbruch 2-1

G
Gleichgewichtspfeile 4-2
Gleichungen
    Chemie 4-1
Gleichungsnummerierung 3-3
    zurücksetzen 3-3
Gleichungsreferenz 5-1

K
Klammern
    horizontal 5-2

M
mathtools-Paket 3-2
Mesomeriepfeil 4-2

P
Pfeile mit Halbspitzen 4-2

S
si-Paket 4-2

U
Umgebungen 3-1
    align 3-1

V
Versionsgeschichte 1-1

Z
Zähler
    zurücksetzen 3-3