

# LaTeX - Mathematiksatz

## Grundlagen. Einzeilige Formeln.

# Mathematische Ausdrücke

- Darstellung von mathematischen Gleichungen.
- Nutzung eines mathematischen Formelsatzes.
- Buchstaben werden als Funktionen oder Variablen interpretiert.

# Bücher

- Herbert Voß: Mathematiksatz mit LaTeX
- Burckhard Kümmerer: Wie man mathematisch schreibt

## Informationen im Web

- [https://de.wikibooks.org/wiki/LaTeX-Kompendium:\\_F%C3%Bcr\\_Mathematiker](https://de.wikibooks.org/wiki/LaTeX-Kompendium:_F%C3%Bcr_Mathematiker)
- <https://www.staff.uni-giessen.de/partosch/unterlagen/Mathe-Beispiele.pdf>
- <https://nats-www.informatik.uni-hamburg.de/pub/User/LaTeXNovember/Formel.pdf>
- [https://fachschaft.physik.uni-konstanz.de/files/Latex/LaTeX-Kurs\\_Praesentation.pdf](https://fachschaft.physik.uni-konstanz.de/files/Latex/LaTeX-Kurs_Praesentation.pdf)
- [https://www-astro.physik.tu-berlin.de/files/Uebung/Dokumentationen/mathe\\_in\\_latex2e.pdf](https://www-astro.physik.tu-berlin.de/files/Uebung/Dokumentationen/mathe_in_latex2e.pdf)

# Normen für Formeln

- DIN 1338 in Bezug auf den Formelsatz
- DIN 1302. Mathematische Symbole und Begriffe.
- DIN 1304. Formelzeichen.
- ISO/IEC 80000. Maßeinheiten und -größen

# Hinweise zu ISO- und DIN-konformen Formelsatz

- <http://www.moritz-nadler.de/formelsatz.pdf>

# Aufbau eines Dokuments

<code>\documentclass{article}</code>	Präambel
<code>\begin{document}</code> Guten Tag <code>\end{document}</code>	Textteil, bestehend aus den Befehlen und den Inhalt des Dokuments

# Pakete für den mathematischen Formelsatz

- Pakete der American Mathematical Society (<http://www.ams.org/publications/authors/tex/amslatex>). Das Paket `amsmath` stellt verschiedene Umgebungen zur Verfügung. Das Paket `amssymb` bietet eine Fülle von mathematischen Symbolen.
- `mathtools` (<https://ctan.org/pkg/mathtools>). Das Paket erweitert die Funktionalitäten des Paketes `amsmath`. Das Paket `amsmath` wird automatisch durch das Paket `mathtools` geladen.
- `mathdots` (<https://ctan.org/pkg/mathdots?lang=de>), um Punkte in Formeln zu setzen.



# Pakete global einbinden

```
\usepackage{mathtools}  
\usepackage{amssymb}
```

- Installierte Pakete werden immer mit dem Befehl `\usepackage` global für das gesamte Dokument in der Präambel eingebunden.
- Der Name des Paketes wird in den geschweiften Klammern angegeben. Die Angabe des Namens ist zwingend für den Befehl `\usepackage`.

# Textmodus

```
\documentclass[a4paper, fontsize=12pt]{scrartcl}

\begin{document}

addition = 4 + 5

subtraktion = 4 - 5

multiplikation = 4 * 5

multiplikation = ab

division = 4 / 5

\end{document}
```

## Hinweise

- Minuszeichen etc. haben im Textmodus andere Zeichengrößen als in dem Mathematikmodus.
- Standardmäßig werden die Abstände zwischen den Zeichen entsprechend eines Fließtextes gewählt.
- Mathematische Symbole sind häufig nicht Teil eines normalen Zeichensatzes.

# Mathematik-Modus

```
\documentclass[a4paper, fontsize=12pt]{scrartcl}

\begin{document}
Multiplikation mit Hilfe des Sternchens:
$multiplikation = 4 * 5$

Multiplikation mit Hilfe eines Symbol:
$multiplikation = 4 \cdot 5$

Multiplikation ohne Angabe des Operators:
$multiplikation = ab$

\end{document}
```

## ... in einer Zeile

```
$multiplikation = 4 * 5$
```

- Ein- und Ausschalten des Mathematik-Modus durch die Dollarzeichen.
- Einfügung von häufig einzeiligen, kurzen Formeln in eine Textzeile.
- Mathematische Formeln in Überschriften müssen in dieser Form angegeben werden.
- Die Dollar-Sequenz kann nicht in der Umgebung `alltt` genutzt werden.

## Hinweise

- Text wird als mathematische Variable interpretiert.
- Leerzeilen sind im Mathematik-Modus generell nicht erlaubt.
- Abstände werden entsprechend der Logik der mathematischen Formel automatisiert gesetzt.

# Mathematische Variablen

$$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$$

- Buchstaben aus den lateinischen oder griechischen Alphabet.
- Darstellung in kursiver Schrift.

# Buchstaben aus dem griechischen Alphabets

```
\cos(\varphi) + i\sin(\varphi)
```

- Kleinbuchstaben aus dem griechischen Alphabets sind häufig nicht in der Schriftform „kursiv“ und der Schriftstärke „fett“ in einer Schriftfamilie vorhanden.
- Großbuchstaben werden im Mathematik-Modus aufrecht dargestellt.



## ... in den verschiedenen Paketen

```
\cos(\varphi) + i\sin(\varphi)
```

- Jedes Paket stellt die griechischen Buchstaben etwas anders dar.
- In den Paketen werden für die Großbuchstaben die entsprechenden Namen aus dem lateinischen Alphabet genutzt. Siehe [http://www.htwk-leipzig.de/~myagovki/latex/griechische\\_buchstaben/](http://www.htwk-leipzig.de/~myagovki/latex/griechische_buchstaben/).
- Einige Pakete bieten verschiedene Alternativen an. Die Alternativen beginnen mit `\var`.

# Funktionen

```
\cos(\varphi) + i\sin(\varphi)
```

- Funktionen, deren Name frei gewählt ist, werden kursiv gesetzt.
- Funktionen wie zum Beispiel Winkelfunktionen etc. sind als Befehle in den verschiedenen Paketen definiert. Funktionsnamen wie zum Beispiel `\sin` haben eine feste Bedeutung und werden in einer aufrechten Schrift dargestellt.

# Maßeinheiten

```
$3,1415 cm$  
\newline  
$3{,}1415\, \mathrm{cm}$  
\newline  
$3\mathord{,}1415\,: \mathrm{cm}$
```

- Im Mathematik-Modus werden generell Leerzeichen ignoriert.
- Buchstaben werden kursiv geschrieben. Aber Einheiten müssen aufrecht geschrieben werden.

## Schriftform „aufrecht“

```

$3{,}1415\, \mathrm{cm}$
\newline
$3\mathord{,}1415\text{trm}{ cm}$
\newline
$3{,}1415 \text{text}{cm}$
\newline
  
```

- Der Befehl `\mathrm` stellt Buchstaben im Mathematik-Modus aufrecht. Leerraum wird ignoriert.
- Der Befehl `\texttrm` wechselt zum Normalfont.
- Der Befehl `\text` ist im Paket `amsmath` definiert.

## `\mathrm`

- Nutzung im Mathematik-Modus.
- Wählt eine Schrift, die die Schriftform „aufrecht“ enthält.
- Standardschrift Times.

## `\textrm`

- Besser `\textnormal`.
- Wechselt in, in `\normalfont` gespeicherte Schrift.
- Meist eine aufrechte Schriftform.
- Leerzeichen werden nicht ignoriert.

## `\text`

- Benötigt das Paket `amsmath`.
- Nutzung von normalen Text im Mathematik-Modus.
- Leerzeichen werden nicht ignoriert.

## Leerzeichen in Formeln

```

$3{,}1415\, \mathrm{cm}$
\newline
$3\mathord{,}1415\text{trm}{ cm}$
\newline
$3{,}1415 \text{cm}$
\newline

```

- Der Befehl `{,}` fügt einen kleinen Leerraum (3mu) ein.
- `{:}` fügt einen mittleren Leerraum (4mu plus 2mu minus 4mu) ein.
- `{!}` fügt einen großen Leerraum (5mu plus 5mu) ein.
- `{!}` staucht den Leerraum (-3mu).



## Weitere Möglichkeiten

- Der Befehl `\quad` erzeugt ein Leerzeichen von 1em und `\qquad` nutzt den doppelten Abstand.
- Das Paket `amsmath` bietet die Befehle `\mspace` und `\mskip`.
- Das Paket `siunitx` bietet viele Einstellungen, um ein Leerraum zwischen eine Wert und der Maßeinheit zu erzeugen.
- Siehe [https://www.latex-kurs.de/kurse/Extra/Abstaende\\_in\\_Latex.pdf](https://www.latex-kurs.de/kurse/Extra/Abstaende_in_Latex.pdf)

## Dezimaltrennzeichen

```
\pi = 3,1415
```

```
\pi = 3{,}1415
```

```
\pi = 3\mathord{,}1415
```

- Standardmäßig folgt dem Komma immer ein Leerraum.
- Das Komma muss in Formel durch die geschweifte Klammern begrenzt werden.
- Durch den Befehl `\mathord` wird das Komma zu einem „einfachen“ Zeichen erklärt.

# Tausender-Zeichen

```
$100.345{,}99\;\mbox{\euro}.$  
\newline  
$100\mathpunct{.}345{,}99\;\mbox{\euro}.$
```

- Standardmäßig folgt dem Punkt in dem mathematischen Modus kein Abstand.
- Durch den Befehl `\mathpunct` wird der Punkt mit einem bestimmten horizontalen Abstand ausgegeben.

# Nutzung der mathematischen Umgebung

```
\usepackage{amsmath}
\usepackage{amssymb}

\begin{document}
1. Binomische Formel:
\begin{math}
(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2
\end{math}

\end{document}
```

## ... in LaTeX

```
\begin{math}
(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2
\end{math}
```

- Klammerung von einzeiligen Formeln in einem Textbereich.
- Zeilenumbrüche und Leerzeichen werden ignoriert.
- Die Umgebung beginnt mit dem Befehl `\begin` und endet mit dem Befehl `\end`.

## Name der mathematischen Umgebung

```
\begin{math}  
(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2  
\end{math}
```

- Die Befehle `\begin` und `\end` muss zwingend der Name der Umgebung übergeben werden.
- Das Wort `math` schaltet den Mathematik-Modus für den Fließtext innerhalb der Umgebung ein.
- Diese Umgebung kann nicht in Abschnittsüberschriften etc. genutzt werden.

# Mathematische Operatoren

`$addition = 4 + 5$`

`$subtraktion = 4 - 5$`

`$multiplikation = 4 * 5$`

`$multiplikation = 4 \cdot 5$`

`$multiplikation = ab$`

`$division = 4 / 5$`

## Hinweise

- Operatoren wie das Pluszeichen können mit Hilfe der Tastatur gesetzt werden.
- Symbole wie `\cdot` aus dem Standard oder einem Paket können genutzt werden.
- Operatoren werden genauso wie Zahlen immer aufrecht gesetzt.



# Darstellung von Exponenten

```
$result = x^2$
```

```
$result = x^{22}$
```

- Mit Hilfe des Symbols  $\wedge$  wird eine mathematische Variable oder Zahl hochgestellt.
- Exponenten, die aus mehr als ein Zeichen bestehen, werden mit Hilfe der geschweiften Klammern zusammengefasst.

# Darstellung von Indizes

$\$a_b\$$

$\$x_{\{1,2\}}\$$

$\$\sum_{i=1}^n i\$$

- Mit Hilfe des Unterstrichs wird eine mathematische Variable oder Zahl tiefer gestellt.
- Indizes, die aus mehr als ein Zeichen bestehen, müssen mit Hilfe der geschweiften Klammern zusammengefasst werden.
- Aufgrund der besseren Lesbarkeit sollten Indizes, Exponenten etc. geklammert werden.

# Summenzeichen

```
 $\sum\limits_{i=1}^n i$
```

- `\sum` setzt ein Summenzeichen im Mathematik-Modus.
- Standardmäßig werden die Grenzen rechts vom Summenzeichen gesetzt.
- Mit Hilfe des Befehls `\limits` werden die Grenzen unterhalb und oberhalb des Summenzeichens gesetzt. Der Befehl `\limits` muss direkt dem Summenzeichen folgen.

## Darstellung von Brüchen

```
\sum_{i=1}^n i = \frac{1}{2} \cdot n \cdot (n+1)
```

```
\sum_{i=1}^n i = {\displaystyle \frac{1}{2}} \cdot n \cdot (n+1)
```

- `\frac{zähler}{nenner}` erzeugt einen Bruch im Mathematik-Modus.
- Der Befehl `\displaystyle` passt den Schriftstil des Bruches entsprechend der Formel an.

# Integral-Zeichen

```

\begin{math}
\int_0^1 (\frac{x^2}{2}-x)e^x \, dx
= [(\frac{x^2}{2}-x)e^x]_0^1
- \int_0^1 (x-1)e^x \, dx
\end{math}
  
```

- `\int` setzt das Integralzeichen im Mathematik-Modus.
- Mit Hilfe des Befehls `\limits` werden die Integrationsgrenzen ober- und unterhalb des Zeichens gesetzt.

## Weitere mathematische Symbole

```
 $[a,b] \coloneqq \{ x \in \mathbb{R} \mid a \leq x \leq b \}$ 
```

- Einige mathematische Symbole sind im Standard von LaTeX enthalten.
- Andere Symbole werden mit Hilfe von Paketen zur Verfügung gestellt.
- `\coloneqq` ist in dem Paket `mathtools` definiert.
- `\mathbb{R}` ist in dem Paket `amssymb` definiert.

## Klammern in Formeln

```

\begin{math}
\int_0^1 (\frac{x^2}{2}-x)e^x \, dx
= [(\frac{x^2}{2}-x)e^x]_0^1
-\int_0^1 (x-1)e^x \, dx
\end{math}
  
```

- Klammern stehen immer paarweise. Eine offene Klammerung muss immer geschlossen werden.
- Klammern sollten immer so groß sein wie der Ausdruck.
- Unnötige Klammern sollten vermieden werden.

# Runde Klammern

Runde Klammern:

$$f(x) = y = mx + b$$

- Eingabe mit Hilfe der Tastatur.
- Runde Klammern müssen nicht maskiert werden.



# Eckige Klammern

Runde Klammern:

```
 $[a,b] \coloneqq \{ x \in \mathbb{R} \mid a \leq x \leq b \}$ 
```

- Eingabe mit Hilfe der Tastatur.
- Eckige Klammern müssen nicht maskiert werden.

# Geschweifte Klammern

```
$(a,b] \coloneqq \{ x \in \mathbb{R} \mid a \le x \le b \}$
```

- Geschweifte Klammern fassen Teile von Formeln zusammen.
- Geschweifte Klammern im Ausdruck müssen mit Hilfe des Backslash maskiert werden.

# Rahmung einer Formel

```
\begin{document}
1. Binomische Formel:
\newline
\begin{center}
\fbboxrule0.2mm
\fbboxsep1mm

\fbbox{
$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
}
\end{center}

\end{document}
```

## Setzen des Rahmens

```
\fbox{  
    $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$  
}
```

- Zusammenfassung einer Formel in einer Box.
- Die Breite der Box richtet sich nach der Größe der Box.
- Die Box besitzt einen Rahmen.
- Mit Hilfe der Umgebung `\begin{center}` und `\end{center}` wird die Box auf der Seite zentriert.

# Linienstärke

```
\fboxrule0.2mm  
\setlength{\fboxrule}{0.2mm}
```

- In der Präambel für alle fbox-Befehle im Dokument.
- Im Dokumentteil für alle nachfolgenden fbox-Befehle.

# Innerer Abstand

```
\fboxsep1mm  
\setlength{\fboxsep}{1mm}
```

- Abstand zwischen dem Rahmen und dem Inhalt der Box.
- In der Präambel für alle `fbox`-Befehle im Dokument.
- Im Dokumentteil für alle nachfolgenden `fbox`-Befehle.

# Matrizen

- Rechteckige Anordnung von Elementen.
- Anordnung von Zahlen in Form einer Tabelle.
- Beginn und Ende mit einer großen Klammer.

## Beispiel

```

\usepackage{mathdots}
\begin{document}
\begin{center}
\begin{math}
\mathbf{A} =
\left(
\begin{array}{c}
1111 \\
a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\
a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn}
\end{array}
\right)
\end{math}
\end{center}

```



## Definition der Matrix

```

\begin{array}[c]{1111}
a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} \\
a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
a_{n1} & a_{n2} & \ldots & a_{nn}
\end{array}
  
```

- Die Umgebung `array` wird zur Darstellung von Matrizen genutzt.
- Der Umgebung kann optional die vertikale Positionierung gegenüber der restlichen Formel übergeben werden.
- Der Umgebung muss zwingend die Anzahl der Spalten übergeben werden.

## Positionierung der restlichen Formel

```
\begin{array}[c]{1111}  
  
\end{array}
```

- In eckigen Klammern folgt dem Namen der Umgebung ein Buchstabe zur Festlegung der vertikalen Position.
- c zentriert die restliche Formel zur Matrix.
- t. Die restliche Formel wird entsprechend der ersten Zeile der Matrix ausgerichtet.
- b. Die restliche Formel wird entsprechend der letzten Zeile der Matrix ausgerichtet.

# Anzahl der Spalten und deren Ausrichtung

```
\begin{array}[c]{1111}  
  
\end{array}
```

- In diesem Beispiel werden 4 Spalten erzeugt. Deren Inhalt ist linksbündig ausgerichtet.
- Die Buchstaben l (linksbündig), r (rechtsbündig) und c (zentriert) können beliebig kombiniert werden.
- Die Anzahl der Spalten werden durch die Anzahl der Buchstaben festgelegt.

## Zeilen und Spalten der Matrix

```

\begin{array}[c]{l}
a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\
a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn}
\end{array}
    
```

- Das kaufmännische Und (&) wird als Spaltentrenner genutzt.
- Als Zeilentrenner wird der maskierte Backslash (\\) genutzt.

## Klammern um die Matrix

```

\left(

\begin{array}[c]{1111}
\end{array}

\right)
  
```

- Die eckigen oder runden Klammern werden vor dem Beginn und nach dem Ende der Umgebung array gesetzt.
- Mit Hilfe der Befehle `\left` und `\right` wird die öffnende und schließende Klammer an die Größe der Matrix angepasst.

## Punkte in Formeln

```
\usepackage{mathdots}

a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} \\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots
```

- Das Paket `mathdots` definiert Befehle zur Darstellung von Punkten in Folien.
- `\ldots` setzt drei Punkte in horizontaler Richtung.
- `\vdots` setzt drei Punkte in vertikaler Richtung.
- `\ddots` setzt drei Punkte schräg in eine Linie von oben links nach unten rechts.

# Bezeichnung der Matrix

```
\mathbf{A} =  
\left(  
  
\begin{array}[c]{1111}  
\end{array}  
  
\right)
```

- Mit Hilfe von `\mathbf` wird der Buchstabe in Fettschrift gesetzt.

## Selbstlernphase

- Die Formeln für die Berechnung der Fläche ( $A = \pi * r * r$ ) und des Umfanges ( $U = 2 * \pi * r$ ) eines Kreises werden in einem Dokument benötigt.
- Der Sinus-Satz  
 $(a / \sin \alpha) = (b / \sin \beta) = (c / \sin \gamma) = (a * b * c / 2 * a) = (2 * r)$   
wird in einem Dokument benötigt. Der Schrägstrich wird durch einen Bruch  $\frac{\text{zaehler}}{\text{nenner}}$  ersetzt.