

L^AT_EX Kurs

Amsmath und mehr

<http://www.latex-kurs.de/kurse/kurse.html>

Übersicht

Einleitung

Besonderheiten

Matrix

Gleichungen

Textumgebungen

Pakete

zusätzliche Pakete:

- amsmath Umgebungen
- amssymb Symbole
- amsthm

Dokument mit Mathe

```
\documentclass[12pt,twoside]{article}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{amssymb}
\usepackage{amsthm}
\begin{document}
Ein bisschen Text . . .
\end{document}
```

Beispiel aus dem Leben

```
\documentclass[a4paper,12pt]{scrreprt}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage{amsmath, amssymb, amsthm}
\usepackage{ngerman}
\usepackage{lmodern}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{tabularx}
\usepackage{soul}
\usepackage{url}
\usepackage[doublespacing]{setspace}
\usepackage[arrow, matrix, curve]{xy}
\usepackage[left=2cm, top=2cm, a4paper]{geometry}
\begin{document}
```

Amsmath Optionen

Limits

sumlimits bzw. nosumlimits
intlimits bzw. nointlimits
namelimits bzw. nonamelimits

Ausrichtung von Gleichungen

leqno
reqno
fleqn

Textdarstellung und Schrift ändern

Auslassungen

Pfeile & andere Befehle

Abstände

Probleme

Beispiel

Seien $a, b \in \mathbb{R}$,
dann gilt $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

Ausgabe

Seien $a, b \in \mathbb{R}$, dann gilt $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

Probleme

bessere Lösung

Beispiel

Seien $a, b \in \mathbb{R}$,
 $\text{\text{dann gilt}}, (a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

Ausgabe

Seien $a, b \in \mathbb{R}$, dann gilt $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

Schrift ändern

mit amsmath Paket

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

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

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

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

Achtung

Seien $\mathbf{a}, \mathbf{b} \in \mathbb{R}$, dann ist $(\mathbf{a} + \mathbf{b})^2 = \mathbf{a}^2 + 2\mathbf{ab} + \mathbf{b}^2$
Seien $\mathbf{a}, \mathbf{b} \in \mathbb{R}$, dann ist $(\mathbf{a} + \mathbf{b})^2 = \mathbf{a}^2 + 2\mathbf{ab} + \mathbf{b}^2$

```
\boldsymbol{a,b \in \mathbb{R}}, \text{dann ist } \backslash, (a+b)^{2} = a^{2} + 2ab + b^{2}}\backslash\backslash
```

```
\pmb{a,b \in \mathbb{R}}, \text{dann ist } \backslash, (a+b)^{2} = a^{2} + 2ab + b^{2}}\backslash\backslash
```

mögliche Stille (amsmath)

displaystyle, textstyle, scriptstyle, scriptscriptstyle

Umsetzung

```
{ \Ein-style Formel } Bsp.:
```

```
\{\displaystyle \sum_{i=0}^n a_{i} }\$
```

```
oder \begin{Ein-style} Formel \end{Ein-style}
```

mehr Schriften

ohne Paket:

Kalligraphisch: \mathcal{ABC}
Achtung: Wenn *mathptmx* verwendet wird *euca* einbinden

mit amssymb Paket:

Blackboard (Tafel): \mathbb{ABC}
und Fraktur: \mathfrak{ABC}

mit mathrsfs Paket:

Kalligraphisch: \mathscr{ABC}

Ergebnis

Element	displaystyle	textstyle	scriptstyle	scriptscriptstyle
Summe	$\sum_{i=0}^n a_i$	$\sum_{i=0}^n a_i$	$\sum_{i=0}^n a_i$	$\sum_{i=0}^n a_i$
Produkt	$\prod_{i=0}^n a_i$	$\prod_{i=0}^n a_i$	$\prod_{i=0}^n a_i$	$\prod_{i=0}^n a_i$
Integral	$\int_{-\infty}^{\infty} x dx$	$\int_{-\infty}^{\infty} x dx$	$\int_{-\infty}^{\infty} x dx$	$\int_{-\infty}^{\infty} x dx$
Bruch	$\frac{a}{b}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{a}{b}$
Binom	$\binom{n}{k}$	$\binom{n}{k}$	$\binom{n}{k}$	$\binom{n}{k}$
Wurzel	$\sqrt[3]{8}$	$\sqrt[3]{8}$	$\sqrt[3]{8}$	$\sqrt[3]{8}$

Kurzformen und mehr

Brüche

$$\frac{1}{\frac{a}{b}} \quad \frac{1}{\frac{a}{b}}$$

$$\frac{1}{\frac{a}{b}} \quad \frac{1}{\frac{a}{b}}$$

$$\frac{1}{\frac{a}{b}} \quad \frac{1}{\frac{a}{b}}$$

Kurzformen

Binom

$$\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k-1} + \binom{n-1}{k}$$

$$\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k-1} + \binom{n-1}{k}$$

$$\dbinom{n}{k} = \dbinom{n-1}{k-1} + \dbinom{n-1}{k}$$

$$\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k-1} + \binom{n-1}{k}$$

$$\tbinom{n}{k} = \tbinom{n-1}{k-1} + \tbinom{n-1}{k}$$

$$\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k-1} + \binom{n-1}{k}$$

neue Auslassungen

neue Punkte mit amsmath Paket:

\dots , \dots , „Kommapunkte“

$+\dots+$ „Operatorenpunkte“

\cdots „Multiplikationspunkte“

$\int \dots \int$ „Integralpunkte“

$\dot{\dots}$ „Punkte“

$\overset{\dots}{\sum}$ „Punkte über“

$\overset{\dots}{\sum}$ „mehr Punkte über“

Drüber und drunter

Pfeile

$$\xleftarrow[unten]{oben} B \quad A \xleftarrow[unten]{oben} B$$

$$\xrightarrow[unten]{oben} B \quad A \xrightarrow[unten]{oben} B$$

Drüber und drunter

$$\xleftarrow{\text{links}} B \quad \xrightarrow{\text{oder rechts}} C$$

$$A \xleftarrow{\text{links}} B \xrightarrow{\text{oder rechts}} C$$

Stapeln

$$\overset{!}{=} B \quad A \overset{!}{=} B$$

$$\underset{!}{=} B \quad A \underset{!}{=} B$$

Pfeile

```
\overrightarrow{\text{Pfeil oben Rechts}}$  
Pfeil oben Rechts
```

```
\overleftarrow{\text{Pfeil oben Links}}$  
Pfeil oben Links
```

```
\overleftrightharrow{\text{Pfeil oben Links und Rechts}}$  
Pfeil oben Links und Rechts
```

```
\underrightarrow{\text{Pfeil unten Rechts}}$  
Pfeil unten Rechts
```

```
\underleftarrow{\text{Pfeil unten Links}}$  
Pfeil unten Links
```

```
\underleftrightharrow{\text{Pfeil unten Links und Rechts}}$  
Pfeil unten Links und Rechts
```

mehrfache Indizes

zentriert

```
\sum_{\substack{0 \leq i < m \\ 0 < j < n}} a(i,j) $  
∑0 ≤ i < m  
0 < j < n a(i,j)
```

linksbündig

```
\sum_{\begin{subarray}{l} 0 \leq i < m \\ 0 < j < n \end{subarray}} a(i,j) $  
∑0 ≤ i < m  
0 < j < n a(i,j)
```

Fallunterscheidung

Cases

```
$f(x) = \begin{cases} 5 & x \geq 0 \\ 23 & \text{sonst} \end{cases}$  
f(x) = \begin{cases} 5 & x \geq 0 \\ 23 & \text{sonst} \end{cases}$
```

$$f(x) = \begin{cases} 5 & x \geq 0 \\ 23 & \text{sonst} \end{cases}$$

positive Abstände

positive Abstände		
Abk.	Befehl	Beispiel
	<code>\$A B\$</code>	<i>AB</i>
<code>\,</code>	<code>\$A\thinspace B\$</code>	<i>A B</i>
<code>\:</code>	<code>\$A\medspace B\$</code>	<i>A B</i>
<code>\;</code>	<code>\$A\thickspace B\$</code>	<i>A B</i>
	<code>\$A\quad B\$</code>	<i>A B</i>
	<code>\$A\qquad B\$</code>	<i>A B</i>

negative Abstände

negative Abstände

Abk.	Befehl	Beispiel
	<code>\$A B\$</code>	<i>AB</i>
<code>\!</code>	<code>\$A\negthinspace B\$</code>	<i>AB</i>
	<code>\$A\negmedspace B\$</code>	<i>AB</i>
	<code>\$A\negthickspace B\$</code>	<i>AB</i>

eigener Abstand

```
\mspace \mspace{-18.0mu} = -\quad
```

Matrizen und Beispiele

ohne

```


$$\begin{matrix}
a_1 & a_2 & a_3 \\
b_1 & b_2 & b_3 \\
c_1 & c_2 & c_3
\end{matrix}$$


```

normale

```


$$\begin{pmatrix}
a_1 & a_2 & a_3 \\
b_1 & b_2 & b_3 \\
c_1 & c_2 & c_3
\end{pmatrix}$$


```

[–Klammern

```
$$\begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix} \\ \end{bmatrix} $
```

$$\begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix}$$

{–Klammern

```
$$\begin{Bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{Bmatrix} \\ \end{Bmatrix} $
```

$$\begin{Bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{Bmatrix}$$

|–Klammern

```
$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix} \\ \end{vmatrix} $
```

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}$$

||–Klammern

```
$$\begin{Vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{Vmatrix} \\ \end{Vmatrix} $
```

$$\begin{Vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{Vmatrix}$$

Matrix im Text

kleine Matrix smallmatrix

Beispiel

```
This text  $\begin{smallmatrix} a&b \\ c&d \end{smallmatrix}$  $ is only for showing.
```

Beispiel

```
Der Text ist  $\bigl( \begin{smallmatrix} a&b \\ c&d \end{smallmatrix} \bigr)$  nur Fassade.
```

```
Der Text ist  $\left( \begin{smallmatrix} a & b \\ c & d \end{smallmatrix} \right)$  nur Fassade.
```

Matrix im Text Teil 2

```
This text  $\bigl[ \begin{smallmatrix} a&b \\ c&d \end{smallmatrix} \bigr]$  is only for showing.
```

```
This text  $\left[ \begin{smallmatrix} a & b \\ c & d \end{smallmatrix} \right]$  is only for showing.
```

```
This text  $\bigl\{ \begin{smallmatrix} a&b \\ c&d \end{smallmatrix} \bigr\}$  is only for showing.
```

```
This text  $\left\{ \begin{smallmatrix} a & b \\ c & d \end{smallmatrix} \right\}$  is only for showing.
```

```
This text  $\mid \begin{smallmatrix} a&b \\ c&d \end{smallmatrix} \mid$  is only for showing.
```

```
This text  $\mid \begin{smallmatrix} a & b \\ c & d \end{smallmatrix} \mid$  is only for showing.
```

```
This text  $\bigl| \begin{smallmatrix} a&b \\ c&d \end{smallmatrix} \bigr|$  is only for showing.
```

```
This text  $\| \begin{smallmatrix} a & b \\ c & d \end{smallmatrix} \|$  is only for showing.
```

Matrix mit Punkten

Punkte in der Matrix

```
 $\hdotsfor{spaltenzahl Punkte}$ 
```

Beispiel

```
 $\begin{matrix} a&b&c&d&e \\ e&\hdotsfor{3}&1 \end{matrix}$ 
```

```

a b c d e
e ..... 1
```

mehr als 10 Spalten

Problem

Die Matrix Umgebung hat von Haus aus nur 10 Spalten

Fehlermeldung

```
! Extra alignment tab has been changed to \cr.
\endtemplate
```

Alternative

Die Verwendung der array-Umgebung — eher ungeeignet

Begrenzung ändern

```
 $\setcounter{MaxMatrixCols}{neuer Wert}$ 
```


Jordanische Normalform

```
$J = \begin{pmatrix}
\boxed{J_1} & & 0 \\
& \ddots & \\
0 & & \boxed{J_n}
\end{pmatrix}$
```

Ausgabe

$$J = \begin{pmatrix} \boxed{J_1} & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \boxed{J_n} \end{pmatrix}$$

```
$J = \begin{pmatrix}
\ddots & & & & \\
& \boxed{\begin{matrix}
\lambda_{j_1} & 1 & 0 \\
& \lambda_{j_1} & 1 \\
& & \lambda_{j_1}
\end{matrix}} & & & \\
& & \boxed{\begin{matrix}
\lambda_{j_2} & 1 & 0 \\
& \lambda_{j_2} & 1 \\
& & \lambda_{j_2}
\end{matrix}} & & & \\
& & & \ddots & & \\
& & & & \boxed{\begin{matrix}
\lambda_{j_n} & 1 & 0 \\
& \lambda_{j_n} & 1 \\
& & \lambda_{j_n}
\end{matrix}} & & 
\end{pmatrix}$
```

$$J = \begin{pmatrix} \ddots & & & & \\ & \boxed{\begin{matrix} \lambda_j & 1 & 0 \\ & \lambda_j & 1 \\ 0 & & \lambda_j \end{matrix}} & & & \\ & & \boxed{\begin{matrix} \lambda_j & 1 & 0 \\ & \lambda_j & 1 \\ 0 & & \lambda_j \end{matrix}} & & & \\ & & & \boxed{\begin{matrix} \lambda_j & 1 & 0 \\ & \lambda_j & 1 \\ 0 & & \lambda_j \end{matrix}} & & \\ & & & & \ddots & \end{pmatrix}$$

```
\[ \left( \begin{array}{ccc}
\begin{array}{|cc|}
\hline
a_{11} & a_{12} \\
a_{21} & a_{22} \\
\hline
\end{array} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\
\mathbf{0} & \begin{array}{|cc|}
\hline
b_{11} & b_{12} \\
b_{21} & b_{22} \\
\hline
\end{array} & \mathbf{0} \\
\mathbf{0} & \mathbf{0} & \begin{array}{|cc|}
\hline
c_{11} & c_{12} \\
c_{21} & c_{22} \\
\hline
\end{array}
\end{array} \right) \]
```

$$\left(\begin{array}{cc|cc|cc} a_{11} & a_{12} & & & & \\ a_{21} & a_{22} & & & & \\ \hline & & 0 & & & \\ & & & & & \\ \hline & & b_{11} & b_{12} & & \\ & & b_{21} & b_{22} & & \\ \hline & & & & & \\ & & & & & \\ \hline & & & & c_{11} & c_{12} \\ & & & & c_{21} & c_{22} \end{array} \right)$$

Mit `\begin{array}{c@{}c@{}c}` anstelle von
`\begin{array}{ccc}`

$$\left(\begin{array}{cc|cc|cc} a_{11} & a_{12} & & & & \\ a_{21} & a_{22} & & & & \\ \hline & & 0 & & & \\ & & & & & \\ \hline & & b_{11} & b_{12} & & \\ & & b_{21} & b_{22} & & \\ \hline & & & & & \\ & & & & & \\ \hline & & & & c_{11} & c_{12} \\ & & & & c_{21} & c_{22} \end{array} \right)$$

Gleichungen

Beispiele und weitere Befehle

Gleichungen

Varianten

equation, align, gather, flalign, multiline, alignat

Aufbau

```
\begin{Name}
a_{2} \ldots x^{5}
\end{Name}
```

ohne Nummerierung

```
\begin{Name*}
a_{2} \ldots x^{5}
\end{Name*}
```

equation

$$a = b \tag{1}$$

```
\begin{equation}
a = b
\end{equation}
```

$$a = bc = d \tag{2}$$

```
\begin{equation}
a = b \\
c = d \\
\end{equation}
```

gather

$$a = b + c \tag{1}$$

$$c = e \tag{2}$$

```
\begin{gather}
a = b + c \\
c = e
\end{gather}
```

align

$$a = b + c \tag{1}$$

$$c = e \tag{2}$$

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

$a_{11} = b_{11}$	$a_{12} = b_{21}$	$a_{13} = b_{31}$
$a_{21} = b_{12}$	$a_{22} = -b_{22}$	$a_{23} = b_{32}$

```
\begin{align*}
a_{11} &= b_{11} & a_{12} &= b_{21} & a_{13} &= b_{31} \\
a_{21} &= b_{12} & a_{22} &= -b_{22} & a_{23} &= b_{32}
\end{align*}
```

flalign

$$a = b + c \tag{1}$$

$$c = e \tag{2}$$

```
\begin{flalign}
a &= b + c \\
c &= e
\end{flalign}
```

$a_{11} = b_{11}$	$a_{12} = b_{21}$	$a_{13} = b_{31}$	(3)
$a_{21} = b_{12}$	$a_{22} = -b_{22}$	$a_{23} = b_{32}$	(4)

```
\begin{flalign}
a_{11} &= b_{11} & a_{12} &= b_{21} & a_{13} &= b_{31} \\
a_{21} &= b_{12} & a_{22} &= -b_{22} & a_{23} &= b_{32}
\end{flalign}
```

multiline

$$\begin{aligned}
 a + b + c \\
 + d + e + f \\
 + g + h + i \quad (1)
 \end{aligned}$$

```

\begin{multiline}
  a + b + c \\
  + d + e + f \\
  + g + h + i
\end{multiline}

```

Split

$$H_c = \frac{1}{2n} \sum_{l=0}^n (-1)^l (n-l)^{p-2} \sum_{l_1+\dots+l_p=l} \prod_{i=1}^p \binom{n_i}{l_i} \cdot [(n-l) - (n_i - l_i)]^{n_i-l_i} \cdot \left[(n-l)^2 - \sum_{j=1}^p (n_i - l_i)^2 \right]. \quad (1)$$

```

\begin{equation}\begin{split}
H_c&=\frac{1}{2n} \sum_{l=0}^n (-1)^l (n-l)^{p-2} \\
&\sum_{l_1+\dots+l_p=l} \prod_{i=1}^p \binom{n_i}{l_i} \\
&\quad \cdot [(n-l) - (n_i - l_i)]^{n_i-l_i} \cdot \\
&\quad \Bigl[ (n-l)^2 - \sum_{j=1}^p (n_i - l_i)^2 \Bigr].
\end{split}\end{equation}

```

Tut nicht
in multiline Umgebung

Box um Gleichungen und Untergleichungen

Box

$$x - y \leq 0 \rightarrow \forall x \in \mathbb{R} y \geq x$$

```
\boxed{x-y \leq 0 \to \forall x \in \mathbb{R} y \geq x}
```

Untergleichung

```

\begin{subequations}
...
\end{subequations}

```

Verweise

Verweise

```

toller Text \dots
\begin{equation}
a^2 + b^2 = c^2 \label{GL}
\end{equation}
\dots noch mehr toller Text.
Und Gleichung \ref{GL} besagt \dots

```

toller Text ...

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (1)$$

... noch mehr toller Text. Und Gleichung 1 besagt ...

Text in Gleichungen / Formeln

```
\begin{align*}
a - b & \geq 0 \text{ wenn } b \leq a \\
& \intertext{ andernfalls gilt }
a - b & < 0
\end{align*}
```

$$a - b \geq 0 \text{ wenn } b \leq a$$

andernfalls gilt

$$a - b < 0$$

intertext

erfordert den Zeilenumbruch (\\)

sorgt u.U. für einen Seitenumbruch ...

Beweise und Theoreme

Seitenumbruch in Gleichung

Befehl

`\displaybreak[Option]`

0 bis 4 Defaultwert ist 4

Wirkung bezieht sich auf den nächsten Zeilenumbruch (\\)

& . . .

`{\sigma^2}_{1} \sigma^2_{2}`

`\sigma^2}\right)\right)dv\\ \displaybreak`

`&=\frac{1}{2} \pi \sigma_1 \sigma_2}`

`\int^{\infty}_{-\infty} \exp \left(-\frac{1}{2}\left(\right.\right)`

. . .

`\right)\right)dv\\`

Beweise

Beweis Umgebung

`\usepackage{amsthm}` (und `\usepackage[ngerman]{babel}`)

Umgebung

`\begin{proof}`

. . .

`\end{proof}`

Beispiel

`\begin{proof}`

Klar. Folgt aus der Definition.

`\end{proof}`

Ausgabe

Beweis.

Klar. Folgt aus der Definition.



Theoreme und mehr

Befehl

```
\newtheorem{Name}{Ausgabe} bsp.:  
\newtheorem{theo}{Theorem}
```

Beispiel

```
\begin{theo} Was auch immer \end{theo}
```

Ausgabe

Theorem

Was auch immer

Theoreme und mehr

Nummeriert nach ...

```
\newtheorem{Name}{Ausgabe}[Zaehler]
```

Zähler

chapter, section, subsection, ...

```
\newtheorem{theo}{Theorem}[section]
```

Zähler setzen

```
\newtheorem{Name}[Zaehler]{Ausgabe}
```

Zähler

bereits bestehende Theorem Umgebungen

```
\newtheorem{deff}[theo]{Definition}
```

was man sonst noch wissen sollte ...

Nummerierung über Kapitelgrenzen beibehalten

Problem

Zähler der Gleichungen wird am Kapitelende auf null gesetzt

Paket

```
\usepackage{chngcntr}
```

Befehl

```
\counterwithout{Zaehler}{Ruecksetzpunkt}
```

Beispiel

```
\counterwithout{equation}{chapter}  
vor \begin{document}
```

Ableitungen

Paket

```
\usepackage{mathabx}
```

Hinweis

Als erstes Paket einbinden

Beispiele

```
 $F^{\prime}$       $F'$ 
```

```
 $F^{\prime\prime}$      $F''$ 
```

```
 $F^{\prime\prime\prime}$     $F'''$ 
```

```
 $F^{\prime\prime\prime\prime}$     $F''''$ 
```