

L^AT_EX Kurs SS 2015

Mathe Teil 11

<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

ohne Extra Paket

```

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

```

```

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

```

```

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

```

```

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

```

```

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

```

```

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

```

Schrift ändern

mit amsmath Paket

```

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

```

```

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

```

Achtung

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

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

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

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

mehr Schriften

ohne Paket:

Kalligraphisch: \mathcal{ABC}

Achtung: Wenn *mathptmx* verwendet wird *eucal* einbinden

mit amssymb Paket:

Blackboard (Tafel): \mathbb{ABC}

und Fraktur: \mathfrak{ABC}

mit mathrsfs Paket:

Kalligraphisch: \mathscr{ABC}

mögliche Stille (amsmath)

displaystyle, textstyle, scriptstyle, scriptscriptstyle

Umsetzung

{ \Ein-style Formel } Bsp.:

$$\sum_{i=0}^n a_i$$

oder $\begin{Ein-style} \text{Formel} \end{Ein-style}$

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

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

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

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

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

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

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

fehlende Kurzformen

fehlende Kurzformen

für script- und scriptscriptstyle

Brüche

```
\newcommand{\sfrac}{\genfrac{}{}{2}}
\newcommand{\ssfrac}{\genfrac{}{}{3}}
\sfrac{a}{b}
\ssfrac{a}{b}
```

Binom

```
\newcommand{\sbinom}{\genfrac(){}{2}}
\newcommand{\ssbinom}{\genfrac(){}{3}}
\sbinom{n}{k}
\ssbinom{n}{k}
```

Auslassungen

ohne Paket:

```

$, \ldots, $ ,...,
$, \dots, $ ,...,
$x \cdots y $ x\cdots y
$x \vdots y $ x\vdots y
$x \ddots y $ x\ddots y

```

bekannte Punkte mit amsmath Paket:

```

$, \dots, $ ,...,
$+ \dots + $ +\dots+

```

Die Höhe des nächsten Zeichens ist entscheidend.

neue Auslassungen

neue Punkte mit amsmath Paket:

```

$, \dotsc , $,..., "Kommapunkte"
$+ \dotsc + $+\dots+ "Operatorenpunkte"
$\cdot \dotsc \cdot $ \cdots "Multiplikationspunkte"
$\int \dotsc \int \int "Integralpunkte"
$\dotso $... "Punkte"
$\ddotdot \sum \sum "Punkte über"
$\ddddot \sum \sum "mehr Punkte über"

```

Drüber und drunter

Pfeile

```

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

```

Drüber und drunter

```

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

```

Stapeln

```

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

```

Pfeile

```

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

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

$\overleftrightharpoonup{\text{Pfeil oben Links und Rechts}}$
Pfeil oben Links und Rechts

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

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

$\underleftrightharpoonup{\text{Pfeil unten Links und Rechts}}$
Pfeil unten Links und Rechts

```

mehrfache Indizes

zentriert

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

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

```

linksbündig

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

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

```

Fallunterscheidung

Cases

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

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

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

```


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


```

{ -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 $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ 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 $\| \begin{smallmatrix} a & b \\ c & d \end{smallmatrix} \|$ 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 & 0 \\ 0 & \lambda_j \end{matrix}} & & \\
& & & & \\
& & & \boxed{\begin{matrix} \lambda_j & 1 & 0 \\ 0 & \lambda_j \end{matrix}} & \\
& & & & \\
& & & & \boxed{\begin{matrix} \lambda_j & 1 & 0 \\ 0 & \lambda_j \end{matrix}} \\
& & & & \\
& & & & \ddots \\
& & & & 
\end{pmatrix}

```

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

```

\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]

```

$$\left(\begin{array}{ccc} \boxed{\begin{matrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{matrix}} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \boxed{\begin{matrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{matrix}} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \boxed{\begin{matrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{matrix}} \end{array} \right)$$

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

$$\begin{pmatrix} \boxed{a_{11} \quad a_{12}} & & \mathbf{0} & & \mathbf{0} \\ \boxed{a_{21} \quad a_{22}} & & & & \\ & \mathbf{0} & \boxed{b_{11} \quad b_{12}} & & \mathbf{0} \\ & & \boxed{b_{21} \quad b_{22}} & & \\ & \mathbf{0} & & \mathbf{0} & \boxed{c_{11} \quad c_{12}} \\ & & & & \boxed{c_{21} \quad c_{22}} \end{pmatrix}$$

Gleichungen Beispiele und weitere Befehle

Gleichungen

Varianten

`equation`, `align`, `gather`, `flalign`, `multline`, `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}
```

$$a_{11} = b_{11} \qquad a_{12} = b_{21} \qquad a_{13} = b_{31}$$

$$a_{21} = b_{12} \qquad a_{22} = -b_{22} \qquad a_{23} = b_{32}$$

```
\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}
```

$$a_{11} = b_{11} \qquad a_{12} = b_{21} \qquad a_{13} = b_{31} \tag{3}$$

$$a_{21} = b_{12} \qquad a_{22} = -b_{22} \qquad a_{23} = b_{32} \tag{4}$$

```
\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}
```

multline

$$a + b + c$$

$$+ d + e + f$$

$$+ g + h + i \tag{1}$$

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

Split

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

```
\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
\Bigl[ (n-l)^2 - \sum_{j=1}^p (n_j - l_j)^2 \Bigr].
\end{split}\end{equation}
```

Tut nicht
in multiline Umgebung

Box um Gleichungen und Ungleichungen

```
Box
\boxed{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}
```

Ungleichung

```
\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 \tag{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 ...

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)dv\\
```

Beweise und Theoreme

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. \square

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{def}[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

```
 $F^{\prime}$        $F'$ 
```

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

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

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