



**Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit einer
Sehschädigung an Regelschulen**

Didaktikpool

LATEX als Mathematikschrift für Blinde

von Elke Niedermair

Universität Dortmund
Fakultät Rehabilitationswissenschaften
Rehabilitation und Pädagogik bei Blindheit und Sehbehinderung
Projekt ISaR
44221 Dortmund

Tel.: 0231 / 755 5874
Fax: 0231 / 755 4558

E-mail: isar@uni-dortmund.de
Internet: <http://www.isar-projekt.de>

tu technische universität
dortmund



LATEX als Mathematikschrift für Blinde

von Elke Niedermair

Sehbehinderten- und Blindenzentrum Südbayern

Pater-Setzer-Platz 1

85716 Unterschleißheim

Tel.: 089 – 3100010

E-Mail: msd@sbz.de

Internet: <http://www.sbz.de>

$\text{\LaTeX}$ als Mathematikschrift für Blinde

Schulinterne Lehrerfortbildung
Edith-Stein-Zentrum für Blinde und Sehbehinderte, Unterschleißheim
23. September 2008

Referentin:Elke Niedermair

1 Was ist $\LaTeX$?

$\LaTeX$ ist ein äußerst flexibles, rechner- und betriebssystemunabhängiges Satzsystem. Es dient dazu, viele Arten von Schriftstücken (Artikel, Briefe, wissenschaftliche Publikationen, Zeitungsartikel, komplette Bücher, Folien und vieles mehr) zu setzen. Es besteht aus einem Kernsystem, mit dem sich schon die meisten Dokumente, die in gedruckter Form verbreitet werden sollen, erzeugen lassen. Für spezielle Zwecke wie mathematische Formeln, Grafiken, Tabellen usw. bestehen Zusatzpakete, die in die Dokumente eingebunden werden, wenn sie benötigt werden. Auch diese Eigenschaft unterscheidet $\LaTeX$ von handelsüblichen Textverarbeitungsprogrammen, die nur auf den ersten Blick derartige Funktionalitäten eingebaut haben. Befasst man sich jedoch intensiver mit ihnen, gerät man schnell an die Grenzen, wenn etwa Positionsrahmen mit integrierten Bildern ein Eigenleben entwickeln und sich nicht an der Stelle positionieren lassen, an der sie benötigt werden. Mit diesem Problem hatten sicher schon viele von Ihnen zu kämpfen.

2 Wieso $\LaTeX$ als Mathematikschrift für Blinde?

Die Überlegung, eine andere als die Marburger Mathematikschrift einzusetzen, entwickelte sich aus der Schwierigkeit heraus, dass Schülerinnen und Schüler, die in Sek I überwiegend den PC benutzten, viele mathematische Zeichen nicht schreiben konnten. Deshalb fiel die Wahl der Mittel auf $\LaTeX$.

Hier machte sich auch der Einfluss der „Marburger Initiative“ bemerkbar, die im Zuge einer Vereinheitlichung der Schriftsysteme für LaTeX als Mathematikschrift für Blinde geworben hat. Zum anderen kannten einige Lehrkräfte $\LaTeX$ als Mathematikschrift aus dem Studium und arbeiteten ohnehin damit. $\LaTeX$ versprach, als international anerkannte Mathematikschrift den sehenden Lehrkräften ohne zeitintensive Einarbeitung zur Verfügung zu stehen.

3 Anwendung

Es zeigte sich jedoch, dass Formatierungsbefehle für Schriftarten und Hervorhebungen, Kasten oder mathematische Umgebungen das Lesen erheblich erschwerten und die Einführung des kompletten $\LaTeX$ für die Realschule zu komplex war. In Absprache mit der Fachschaft Mathematik wurde daher vereinbart, LaTeX-Befehle innerhalb von Word zu verwenden. Darüber hinaus sollten einfache Brüche mit dem Bruchstrich dargestellt werden, z.B. $\frac{1}{5}$ statt `\frac{1}{5}` und das Malzeichen mit `*` statt mit `\cdot`. Auch einige Abkürzungen sollten die Anwendung vereinfachen, etwa `\ol` statt `\overline`.

Um die Schüler an die zunächst ungewohnte Schreibweise heranzuführen, werden die Befehle nicht am Stück eingeführt, sondern häppchenweise, wenn man sie benötigt. Ich persönlich habe mir angewöhnt, die Schüler ein Dokument anlegen zu

lassen, das sie von der 5. bis zur 10. Klasse begleitet, und in dem sie selbst neue Befehle ergänzen, wenn sie eingeführt werden.

4 Mathematische $\text{\LaTeX}$ -Befehle

Direkt über die Tastatur können folgende mathematischen Symbole eingegeben werden:

+ − = / : ! ' | [] ().

4.1 Hoch- und Tiefstellen von Zeichen

Exponenten und Indizes sind sehr einfach in eine Formel zu integrieren. Es ist auch möglich, Exponenten und Indizes miteinander zu kombinieren; dabei ist es gleichgültig, ob zuerst der Exponent oder der Index angegeben wird. Ein Exponent wird durch das Zeichen $\wedge$ erzeugt, ein Index durch $_$.

Beispiel: $x^5 - x^2$

4.2 Wurzeln

Eine Wurzel wird durch den Befehl `\sqrt` erstellt.

Der allgemeine Aufruf dabei lautet:

`\sqrt[<n>]{<arg>}`

Dabei gibt n den Grad der Wurzel an, arg die Argumente unter der Wurzel. Für eine einfache Quadratwurzel muss der Parameter n nicht angegeben werden. Die Höhe und die Länge des Wurzelzeichens werden von $\text{\LaTeX}$ automatisch an die Argumente angepasst.

4.3 Brüche

Für Brüche existiert ebenfalls ein spezieller Befehl:

`\frac{<zähler>}{<nenner>}`

4.4 Summen und Integrale

Summen- und Integralzeichen werden durch die Befehle `\sum` und `\int` erzeugt. Die Grenzen werden wie bei Exponenten und Indizes mit $\wedge$ bzw. $_$ angegeben.

5 Mathematische Symbole

Formeln können neben den bereits verwendeten Konstanten, Variablen und Zeichen noch sehr viele andere Symbole enthalten. Die am häufigsten verwendeten sind sicherlich die griechischen Buchstaben z.B. für die Angabe von Winkeln.

Griechische Buchstaben

Die meisten griechischen Buchstaben werden dadurch erzeugt, dass ihrem Namen ein Backslash vorangestellt wird. Wird der Name klein geschrieben, entsteht ein kleiner griechischer Buchstabe, bei Großschreibung ein griechischer Großbuchstabe. Einige Großbuchstaben unterscheiden sich jedoch nicht von der lateinischen Schrift, sodass diese direkt über die Tastatur eingegeben werden können. Tabelle 1 fasst das griechische Alphabet zusammen.

Relationen und deren Negierung

Für die Darstellung der mathematischen Vergleichsoperatoren, wie sie in Ungleichungen oder Relationen vorkommen, stellt $\text{\LaTeX}$ im Mathematikmodus einige Befehle zur Verfügung, wobei es bei einigen eine Kurzfassung des Befehls gibt. Tabelle 2 fasst die Befehle für die Vergleichsoperatoren zusammen.

Es existieren auch einige negierte Vergleichsoperatoren, die sich von den bereits beschriebenen dadurch unterscheiden, dass sie mit einem diagonalen Strich versehen sind, um die Negation zu symbolisieren. Die Befehle für diese Symbole beginnen alle mit `\not`. Negationen gibt es jedoch nicht für alle der in Tabelle 2 aufgeführten Operatoren. Tabelle 3 führt alle negierten Vergleichsoperatoren auf.

Binäre Operatoren

Um zwei mathematische Größen zu verknüpfen, gibt es zahlreiche binäre Operatoren. Tabelle 4 fasst die $\text{\LaTeX}$ -Befehle zur Erzeugung dieser Operatoren zusammen.

Mathematische Akzente

Es gibt viele Beispiele, wo mathematische Zeichen einen Akzent erhalten, also einen Zusatz oberhalb des Zeichens. Das bekannteste ist wohl das Vektorsymbol mit dem Pfeil ($\vec{a}$). Tabelle 5 fasst alle Akzente zusammen.

Manchmal ist es nötig, ein oder mehrere Zeichen zu über- bzw. zu unterstreichen. Dazu dienen die Befehle `\overline` und `\underline`. Beispiel hierfür ist die Länge einer Strecke:

Beispiel:

Gegeben ist die Länge der Strecke $\overline{AB} = 5 \text{ cm}$.

wird in Latex geschrieben: `\overline{AB} = 5 \text{ cm}`

Buchstabe	Eingabe	Buchstabe	Eingabe
α	<code>\alpha</code>	A	A
β	<code>\beta</code>	B	B
γ	<code>\gamma</code>	Γ	<code>\Gamma</code>
δ	<code>\delta</code>	Δ	<code>\Delta</code>
ϵ	<code>\epsilon</code>	E	E
ε	<code>\varepsilon</code>	E	E
ζ	<code>\zeta</code>	Z	Z
η	<code>\eta</code>	H	H
θ	<code>\theta</code>	Θ	<code>\Theta</code>
ϑ	<code>\vartheta</code>	Θ	<code>\Theta</code>
ι	<code>\iota</code>	I	I
κ	<code>\kappa</code>	K	K
λ	<code>\lambda</code>	Λ	<code>\Lambda</code>
μ	<code>\mu</code>	M	M
ν	<code>\nu</code>	N	N
ξ	<code>\xi</code>	Ξ	<code>\Xi</code>
$\omicron$	<code>o</code>	O	O
π	<code>\pi</code>	Π	<code>\Pi</code>
ϖ	<code>\varpi</code>	Π	<code>\Pi</code>
ρ	<code>\rho</code>	P	P
ϱ	<code>\varrho</code>	P	P
σ	<code>\sigma</code>	Σ	<code>\Sigma</code>
ς	<code>\varsigma</code>	Σ	<code>\Sigma</code>
τ	<code>\tau</code>	T	T
υ	<code>\upsilon</code>	Υ	<code>\Upsilon</code>
ϕ	<code>\phi</code>	Φ	<code>\Phi</code>
φ	<code>\varphi</code>	Φ	<code>\Phi</code>
χ	<code>\chi</code>	X	X
ψ	<code>\psi</code>	Ψ	<code>\Psi</code>
ω	<code>\omega</code>	Ω	<code>\Omega</code>

Tabelle 1: Das griechische Alphabet

Operator	Eingabe	Operator	Eingabe
$<$	<code><</code>	$>$	<code>></code>
$\leq$	<code>\le, \leq</code>	$\geq$	<code>\ge, \geq</code>
$=$	<code>=</code>	$\neq$	<code>\ne, \neq</code>
$\ll$	<code>\ll</code>	$\gg$	<code>\gg</code>
$\subset$	<code>\subset</code>	$\supset$	<code>\supset</code>
$\subseteq$	<code>\subseteq</code>	$\supseteq$	<code>\supseteq</code>
$\sqsubset$	<code>\sqsubset</code>	$\sqsupset$	<code>\sqsupset</code>
$\sqsubseteq$	<code>\sqsubseteq</code>	$\sqsupseteq$	<code>\sqsupseteq</code>
$\in$	<code>\in</code>	$\ni$	<code>\ni</code>
$\vdash$	<code>\vdash</code>	$\dashv$	<code>\dashv</code>
$\models$	<code>\models</code>	$\perp$	<code>\perp</code>
$\sim$	<code>\sim</code>	$\simeq$	<code>\simeq</code>
$\doteq$	<code>\doteq</code>	$\approx$	<code>\approx</code>
$\asymp$	<code>\asymp</code>	$\cong$	<code>\cong</code>
$\smile$	<code>\smile</code>	$\frown$	<code>\frown</code>
$\equiv$	<code>\equiv</code>	$\propto$	<code>\propto</code>
$\prec$	<code>\prec</code>	$\succ$	<code>\succ</code>
$\preceq$	<code>\preceq</code>	$\succeq$	<code>\succeq</code>
$\parallel$	<code>\parallel, \parallel</code>	$\mid$	<code>\mid, </code>
$\bowtie$	<code>\bowtie</code>	$\Join$	<code>\Join</code>

Tabelle 2: Vergleichsoperatoren

Operator	Eingabe	Operator	Eingabe
$\not<$	<code>\not<</code>	$\not>$	<code>\not></code>
$\not\leq$	<code>\not\le</code>	$\not\geq$	<code>\not\ge</code>
$\not=$	<code>\not=</code>	$\not\approx$	<code>\not\approx</code>
$\not\subset$	<code>\not\subset</code>	$\not\supset$	<code>\not\supset</code>
$\not\subseteq$	<code>\not\subseteq</code>	$\not\supseteq$	<code>\not\supseteq</code>
$\not\sqsubset$	<code>\not\sqsubset</code>	$\not\sqsupset$	<code>\not\sqsupset</code>
$\not\sqsubseteq$	<code>\not\sqsubseteq</code>	$\not\sqsupseteq$	<code>\not\sqsupseteq</code>
$\notin$	<code>\notin</code>	$\notin$	<code>\notin</code>
$\not\sim$	<code>\not\sim</code>	$\not\simeq$	<code>\not\simeq</code>
$\not\asymp$	<code>\not\asymp</code>	$\not\cong$	<code>\not\cong</code>
$\not\equiv$	<code>\not\equiv</code>	$\not\prec$	<code>\not\prec</code>
$\not\succ$	<code>\not\succ</code>	$\not\preceq$	<code>\not\preceq</code>
$\not\succeq$	<code>\not\succeq</code>		

Tabelle 3: Negierte Vergleichsoperatoren

Operator	Eingabe	Operator	Eingabe
$+$	<code>+</code>	$-$	<code>-</code>
$\pm$	<code>\pm</code>	$\mp$	<code>\mp</code>
$\div$	<code>\div</code>	$\setminus$	<code>\setminus</code>
$\cdot$	<code>\cdot</code>	$\times$	<code>\times</code>
$*$	<code>\ast</code>	$\star$	<code>\star</code>
$\diamond$	<code>\diamond</code>	$\circ$	<code>\circ</code>
$\bullet$	<code>\bullet</code>	$\bigcirc$	<code>\bigcirc</code>
$\cap$	<code>\cap</code>	$\cup$	<code>\cup</code>
$\uplus$	<code>\uplus</code>	$\wr$	<code>\wr</code>
$\sqcap$	<code>\sqcap</code>	$\sqcup$	<code>\sqcup</code>
$\triangleleft$	<code>\triangleleft</code>	$\triangleright$	<code>\triangleright</code>
$\lhd$	<code>\lhd</code>	$\rhd$	<code>\rhd</code>
$\unlhd$	<code>\unlhd</code>	$\unrhd$	<code>\unrhd</code>
$\bigtriangleup$	<code>\bigtriangleup</code>	$\bigtriangledown$	<code>\bigtriangledown</code>
$\vee$	<code>\vee</code>	$\wedge$	<code>\wedge</code>
$\oplus$	<code>\oplus</code>	$\ominus$	<code>\ominus</code>
$\otimes$	<code>\otimes</code>	$\oslash$	<code>\oslash</code>
$\odot$	<code>\odot</code>	$\amalg$	<code>\amalg</code>
$\dagger$	<code>\dagger</code>	$\ddagger$	<code>\ddagger</code>

Tabelle 4: Binäre Operatoren

Operator	Eingabe	Operator	Eingabe
$\hat{a}$	<code>\hat a</code>	$\tilde{a}$	<code>\tilde a</code>
$\vec{a}$	<code>\vec a</code>	$\bar{a}$	<code>\bar a</code>
$\dot{a}$	<code>\dot a</code>	$\ddot{a}$	<code>\ddot a</code>
$\acute{a}$	<code>\acute a</code>	$\grave{a}$	<code>\grave a</code>
$\check{a}$	<code>\check a</code>	$\breve{a}$	<code>\breve a</code>

Tabelle 5: Mathematische Akzente

Symbol	Eingabe	Symbol	Eingabe
$\aleph$	<code>\aleph</code>	$\hbar$	<code>\hbar</code>
$\imath$	<code>\imath</code>	$\jmath$	<code>\jmath</code>
ℓ	<code>\ell</code>	$\wp$	<code>\wp</code>
$\Re$	<code>\Re</code>	$\Im$	<code>\Im</code>
∂	<code>\partial</code>	∞	<code>\infty</code>
$\mho$	<code>\mho</code>	$\prime$	<code>\prime</code>
$\emptyset$	<code>\emptyset</code>	∇	<code>\nabla</code>
$\sqrt{}$	<code>\surd</code>	$\top$	<code>\top</code>
$\bot$	<code>\bot</code>	$\diamond$	<code>\Diamond</code>
$\Box$	<code>\Box</code>	$\triangle$	<code>\triangle</code>
$\angle$	<code>\angle</code>	$\forall$	<code>\forall</code>
$\exists$	<code>\exists</code>	$\neg$	<code>\neg</code>
$\flat$	<code>\flat</code>	$\natural$	<code>\natural</code>
$\sharp$	<code>\sharp</code>	$\clubsuit$	<code>\clubsuit</code>
$\blacklozenge$	<code>\diamondsuit</code>	$\heartsuit$	<code>\heartsuit</code>
$\spadesuit$	<code>\spadesuit</code>		

Tabelle 6: Verschiedene sonstige Symbole

Verschiedene sonstige Symbole

In der Mathematik werden auch einige sehr spezielle Zeichen verwendet, etwa das Symbol für die Zahl Unendlich (∞). Tabelle 6 fasst diese Symbole zusammen.

Pfeil- und Zeigersymbole

Immer wieder tauchen in mathematischen Texten und Formeln Pfeilsymbole, so genannte Zeiger, auf. $\text{\LaTeX}$ bietet eine große Auswahl dieser Symbole, wobei einige Symbole durch zwei verschiedene Befehle aufgerufen werden können. Diese Befehle stehen in Tabelle 7 gleichberechtigt nebeneinander.

6 Komplexe mathematische Strukturen

Neben den Symbolen und Operatoren benötigt man für kompliziertere mathematische Sachverhalte weitere Elemente.

6.1 Funktionsnamen

Damit $\text{\LaTeX}$ Funktionsnamen als solche erkennt und richtig setzen kann, dürfen diese nicht direkt eingegeben werden, sondern müssen durch $\text{\LaTeX}$ -Befehle erzeugt werden. Nur so ist gewährleistet, dass die Funktionsnamen in Normalschrift und

Symbol	Eingabe	Symbol	Eingabe
$\leftarrow$	<code>\leftarrow, \gets</code>	$\Leftarrow$	<code>\Leftarrow</code>
$\rightarrow$	<code>\rightarrow, \to</code>	$\Rightarrow$	<code>\Rightarrow</code>
$\leftrightarrow$	<code>\leftrightarrow</code>	$\Leftrightarrow$	<code>\Leftrightarrow</code>
$\mapsto$	<code>\mapsto</code>	$\hookrightarrow$	<code>\hookrightarrow</code>
$\leftharpoonup$	<code>\leftharpoonup</code>	$\leftharpoondown$	<code>\leftharpoondown</code>
$\rightharpoonup$	<code>\rightharpoonup</code>	$\leadsto$	<code>\leadsto</code>
$\longleftarrow$	<code>\longleftarrow</code>	$\Longleftarrow$	<code>\Longleftarrow</code>
$\longrightarrow$	<code>\longrightarrow</code>	$\Longrightarrow$	<code>\Longrightarrow</code>
$\longleftrightarrow$	<code>\longleftrightarrow</code>	$\Longleftrightarrow$	<code>\Longleftrightarrow, \iff</code>
$\longmapsto$	<code>\longmapsto</code>	$\hookrightarrow$	<code>\hookrightarrow</code>
$\rightharpoonup$	<code>\rightharpoonup</code>	$\rightharpoondown$	<code>\rightharpoondown</code>
$\uparrow$	<code>\uparrow</code>	$\Uparrow$	<code>\Uparrow</code>
$\downarrow$	<code>\downarrow</code>	$\Downarrow$	<code>\Downarrow</code>
$\updownarrow$	<code>\updownarrow</code>	$\Updownarrow$	<code>\Updownarrow</code>
$\nearrow$	<code>\nearrow</code>	$\searrow$	<code>\searrow</code>
$\swarrow$	<code>\swarrow</code>	$\nwarrow$	<code>\nwarrow</code>

Tabelle 7: Pfeil-Symbole

nicht wie Variablen kursiv gesetzt werden. $\text{\LaTeX}$ kennt folgende Funktionsnamen, die in Tabelle 8 zusammengefasst sind.

Einige der Funktionen wie beispielsweise die Grenzwertfunktion `\lim` benötigen noch zusätzliche Angaben über ihre Grenzen. Diese werden einfach wie die Indizes tiefergestellt.

6.2 Pfeile über und unter mathematischen Ausdrücken

Mit den Befehlen `\overrightarrow`, `\overleftarrow`, `\underrightarrow` und `\underleftarrow` können Sie beliebig lange Pfeile über oder unter mathematische Ausdrücke setzen. Tabelle 9 fasst die Möglichkeiten zusammen.

Diese Tabellen beinhalten sehr viel mehr Befehle, als wir im Schulalltag wirklich brauchen. sie sind hier nur der Vollständigkeit halber mit aufgeführt.

Funktion	Eingabe	Funktion	Eingabe
arccos	<code>\arccos</code>	arcsin	<code>\arcsin</code>
arctan	<code>\arctan</code>	arg	<code>\arg</code>
cos	<code>\cos</code>	cosh	<code>\cosh</code>
cot	<code>\cot</code>	coth	<code>\coth</code>
csc	<code>\csc</code>	deg	<code>\deg</code>
det	<code>\det</code>	dim	<code>\dim</code>
exp	<code>\exp</code>	gcd	<code>\gcd</code>
hom	<code>\hom</code>	inf	<code>\inf</code>
ker	<code>\ker</code>	lg	<code>\lg</code>
lim	<code>\lim</code>	lim inf	<code>\liminf</code>
lim sup	<code>\limsup</code>	ln	<code>\ln</code>
log	<code>\log</code>	max	<code>\max</code>
min	<code>\min</code>	Pr	<code>\Pr</code>
sec	<code>\sec</code>	sin	<code>\sin</code>
sinh	<code>\sinh</code>	sup	<code>\sup</code>
tan	<code>\tan</code>	tanh	<code>\tanh</code>

Tabelle 8: Mathematische Funktionen

Befehl	Ausgabe	Befehl	Ausgabe
<code>\overleftarrow</code>	$\overleftarrow{ab}$	<code>\underleftarrow</code>	$\underleftarrow{ab}$
<code>\overrightarrow</code>	$\overrightarrow{ab}$	<code>\underrightarrow</code>	$\underrightarrow{ab}$
<code>\overleftrightarrow</code>	$\overleftrightarrow{ab}$	<code>\underleftrightarrow</code>	$\underleftrightarrow{ab}$

Tabelle 9: Befehle für Pfeile über und unter anderen Symbolen

7 Weitere Infos

Wer sich intensiver mit $\text{\LaTeX}$ beschäftigen möchte, findet neben der einschlägigen Fachliteratur auch viele Informationen im Internet. Hier deshalb nur ein kleiner Ausschnitt.

$\text{\LaTeX}$ Das Praxisbuch

Niedermair, Elke und Michael, Franzis Verlag, 1100 Seiten, Soft-Cover inkl. DVD-Rom ISBN: 978-3-7723-6930-8 6930

$\text{\LaTeX}$ Referenz

Herbert Voß, DANTE e.V., Lob.media, 2007 160 Seiten (davon 32 farbig)

ISBN 9783865412126

Kochbuch für $\text{\LaTeX}$

Eine einführende Anleitung für LaTeX.

www.uni-giessen.de/hrz/tex/cookbook/cookbook.html

DANTE e.V.

Deutschsprachige Anwendervereinigung TeX e.V., wurde am 14. April 1989 in Heidelberg gegründet. Der Zweck des Vereins ist die Betreuung und Beratung von TeX-Benutzern im gesamten deutschsprachigen Raum.

www.dante.de

SelfLinux - $\text{\LaTeX}$

Eine Schnelleinführung zu LaTeX, die Geschichte des Programms wird kurz erzählt. Der Editor Kile wird beschrieben und erklärt.

www.selflinux.org/selflinux/html/index_anwendungs-software_latex.html

$\text{\LaTeX}$ -Befehlsreferenz: Übersicht

Deutschsprachige LaTeX-Befehlsreferenz

www.weinelt.de/latex/

$\text{\LaTeX}$ als Mathematikschrift für Blinde und Sehbehinderte

Hier finden Sie Beiträge zur Diskussion sowie andere Informationen über $\text{\LaTeX}$ als Mathematikschrift für Blinde und Sehbehinderte zusammengestellt von Vivian Aldridge. www.braille.ch/mathe/lamas.htm