

## Microsoft Word 2010

# Mathematische Formeln





## Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	3
Einfache Formeln erstellen .....	3
Spezielle Techniken.....	13
Formeln als Vorlage speichern .....	16
Grundeinstellungen.....	17
Schriftart ändern.....	19
Mathematische Symbole per Tastatureingabe .....	19
Zusatzprogramme.....	20

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: <i>Hinweistext für die Formeleingabe</i> .....	3
Abb. 2: <i>Formel in der professionellen (rot) und in der linearen (blau) Darstellung</i> .....	4
Abb. 3: <i>Symbolgruppe <b>Grundlegende Mathematik</b></i> .....	4
Abb. 4: <i>Symbolgruppe <b>Griechische Buchstaben</b></i> .....	4
Abb. 5: <i>Symbolgruppe <b>Buchstabenähnliche Symbole</b></i> .....	4
Abb. 6: <i>Symbolgruppe <b>Operatoren</b></i> .....	4
Abb. 7: <i>Symbolgruppe <b>Pfeile</b></i> .....	5
Abb. 8: <i>Symbolgruppe <b>Negierte Beziehungen</b></i> .....	5
Abb. 9: <i>Symbolgruppe <b>Skripts</b></i> .....	5
Abb. 10: <i>Symbolgruppe <b>Geometrie</b></i> .....	5
Abb. 11: <i>Aktuelle Symbolgruppe öffnen</i> .....	5
Abb. 12: <i>Symbolgruppe wechseln</i> .....	5
Abb. 13: <i>Struktur <b>Bruch</b></i> .....	6
Abb. 14: <i>Struktur <b>Skript</b></i> .....	6
Abb. 15: <i>Struktur <b>Wurzel</b></i> .....	6
Abb. 16: <i>Struktur <b>Integral</b></i> .....	6
Abb. 17: <i>Struktur <b>Großer Operator</b></i> .....	6
Abb. 18: <i>Struktur <b>Eckige Klammer</b></i> .....	7
Abb. 19: <i>Struktur <b>Funktion</b></i> .....	7
Abb. 20: <i>Struktur <b>Akzent</b></i> .....	7
Abb. 21: <i>Struktur <b>Grenzwert und Protokoll</b></i> .....	8
Abb. 22: <i>Struktur <b>Operator</b></i> .....	8

Abb. 23: Struktur <b>Matrix</b> .....	8
Abb. 24: Dialogfeld <b>Matrixausrichtung und -abstand</b> .....	14
Abb. 25: Komplette Formel markieren .....	16
Abb. 26: Dialogfeld <b>Neuen Baustein erstellen</b> .....	17
Abb. 27: Dialogfeld zur Speicherung der Datei <b>Building Blocks.dotx</b> .....	17
Abb. 28: Dialogfeld <b>Formeloptionen</b> .....	18
Abb. 29: Dialogfeld <b>AutoKorrektur</b> , Register <b>AutoKorrektur von Mathematik</b> .....	18
Abb. 30: Dialogfeld <b>Erkannte mathematische Funktionen</b> .....	18
Abb. 31: Dialogfeld <b>Microsoft Mathematics-Add-In-Graph (2D-Plot)</b> .....	22
Abb. 32: Anzeige der Koordinatenwerte in einer Sprechblase .....	23
Abb. 33: Dialogfeld <b>Microsoft Mathematics-Add-In-Graph (3D-Plot)</b> .....	24





## Einleitung

Die Erstellung mathematischer Formeln ist in Word schon seit längerem möglich. Bis zur Version 2003 gab es den Microsoft Formel-Editor 3.0, wo in einem eigenen Windows-Fenster die mathematischen Formeln erstellt wurden. Ab Word 2007 ist nun der neue Formel-Editor direkter Bestandteil des Textverarbeitungsprogramms und die Formel wird direkt im Dokument erstellt. Die neue Form der Formelerstellung bietet eine Reihe von Vorteilen (z.B. leichtere Eingabe einer Formel per Tastatur, Anpassung von Schriftgrößen zusammen mit dem Text, bessere Qualität beim Ausdruck), aber auch Nachteile (Dokumente mit mathematischen Formeln können nicht als Dokumente älterer Word-Versionen gespeichert werden; kein Formel-Editor in Excel oder PowerPoint). Bei Bedarf kann allerdings weiterhin der "alte" Formel-Editor 3.0 verwendet werden<sup>1</sup>. Der Formel-Editor von Word arbeitet auch mit  $\text{\LaTeX}$ -Symbolen, so dass auch Benutzerinnen und Benutzer des Textsatzprogramms recht schnell Formeln in Word erstellen können.

Sie können mathematische Formeln in leeren Absätzen erstellen, wobei die Formel dann zunächst horizontal zentriert wird. Oder Sie erstellen die Formel als Bestandteil eines Satzes, dann passt sich die Formel auch den Zeichenformatierungen des Satzes an (wenn dieser komplett markiert und die Formatierung geändert wird).

Der neue Formel-Editor erlaubt es, recht komplexe Formeln zu erstellen, die allerdings ein recht hohes Maß an Übung erfordert, bis das gewünschte Ergebnis erzielt worden ist. In diesem Skript werden neben einfachen mathematischen Formeln auch einige Beispiele für komplexere Formeln gezeigt. Allerdings kann in diesem Skript nicht auf absolut jede komplexe Formel eingegangen werden.

## Einfache Formeln erstellen

Zunächst müssen Sie die Schreibmarke an die Textstelle im Dokument setzen, wo die Formel erscheinen soll. Soll die Formel Bestandteil eines Satzes sein, empfiehlt es sich, zunächst den kompletten Satz einzugeben, dann die Schreibmarke an die Textstelle im Satz zu bewegen wo die Formel erscheinen soll, um die Formel einzufügen. Ist die Formel nicht Bestandteil eines Satzes, sondern wird in einem leeren Absatz eingefügt, dann setzen Sie die Schreibmarke zunächst in den leeren Absatz und geben dann die Formel ein. In beiden Fällen wählen Sie im Register **Einfügen** in der Gruppe **Symbole** das  **$\pi$ -Symbol** (nicht auf das Wort **Formel** unterhalb des  $\pi$ -Symbols klicken). Es erscheint ein dünner, blauer Rahmen, in dem der Hinweis **Geben Sie hier eine Formel ein.** zu sehen ist (siehe Abbildung 1). Geben Sie nun die Formel ein (der Hinweistext verschwindet automatisch). Nach der Fertigstellung klicken Sie in den „normalen“ Text (oder bewegen die Schreibmarke mit den Richtungstasten , ,  oder  aus der Formel heraus). Der blaue Rahmen verschwindet. Möchten Sie die Formel bearbeiten, klicken Sie auf die Formel.

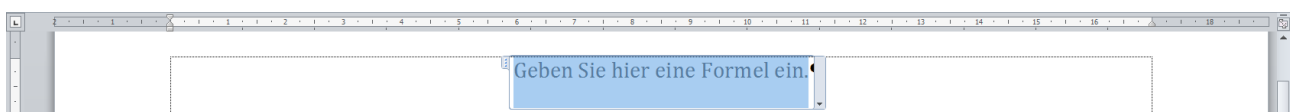
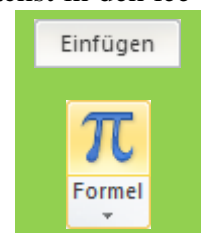


Abb. 1: Hinweistext für die Formeleingabe

Für die Formeleingabe selbst können Sie einerseits die Tastatur verwenden (z.B. bei der Eingabe von Buchstaben oder Zahlen) und andererseits das Register **Entwurf** (Registergruppe **Formeltools**) verwenden (z.B. für spezielle mathematischen Formelzeichen, die sich so direkt nicht auf der Tastatur befinden, wie z.B. das Wurzelzeichen  $\sqrt{\phantom{x}}$  oder das Integralzeichen  $\int$ ). Dabei stehen Ihnen die drei Gruppen **Tools**, **Symbole** und **Strukturen** für die Erstellung der Formel zur Verfügung. In der Gruppe **Tools** können Sie beispielsweise wählen, ob Sie die Formel lieber in der professionellen Darstellung haben wollen, oder doch lieber in der linearen Darstellung (siehe Abbildung 2). In der Gruppe **Symbole** können Sie aus einer Fülle von mathematischen Symbolen und Zeichen wählen, während die Gruppe **Strukturen** vorgegebene mathematische Strukturen enthält (z.B. Bruch, Wurzel, Integral, Matrix).

Entwurf

$$f_x = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 dx \quad f_x = \int_{(-\infty)^{\infty}} [x^2 dx]$$

Abb. 2: Formel in der professionellen (rot) und in der linearen (blau) Darstellung

Die Gruppe **Symbole** enthält, wie bereits angedeutet, eine ganze Reihe an mathematischen Symbolen, die Sie in Ihren Formeln einsetzen können. Folgende Symbolgruppen stehen zur Verfügung: *Grundlegende Mathematik* (Abbildung 3), *Griechische Buchstaben* (Abbildung 4), *Buchstabenähnliche Symbole* (Abbildung 5), *Operatoren* (Abbildung 6), *Pfeile* (Abbildung 7), *Negierte Beziehungen* (Abbildung 8), *Skripts* (Abbildung 9) und *Geometrie* (Abbildung 10).

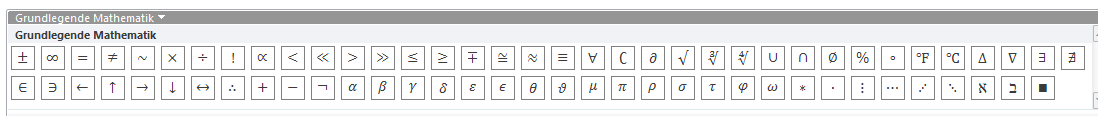


Abb. 3: Symbolgruppe **Grundlegende Mathematik**

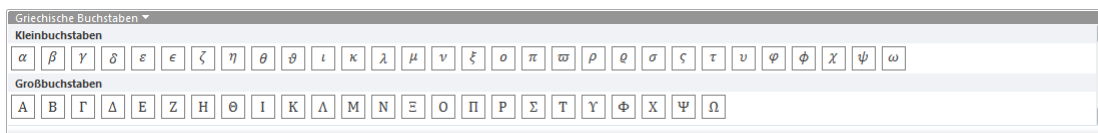


Abb. 4: Symbolgruppe **Griechische Buchstaben**

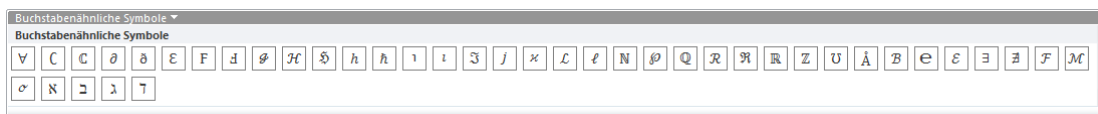
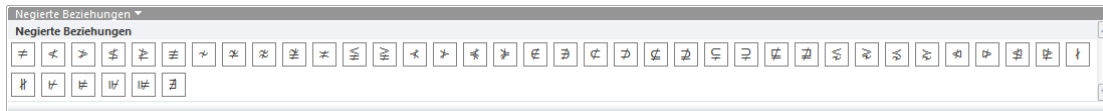
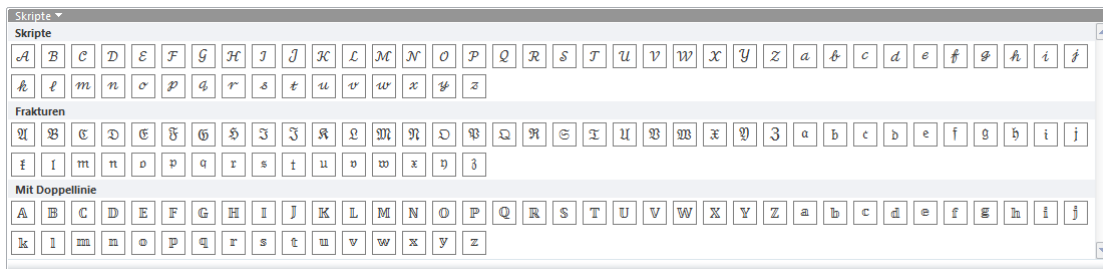


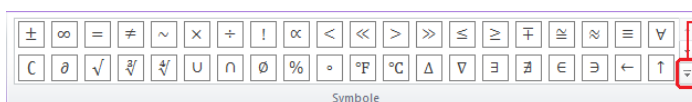
Abb. 5: Symbolgruppe **Buchstabenähnliche Symbole**



Abb. 6: Symbolgruppe **Operatoren**

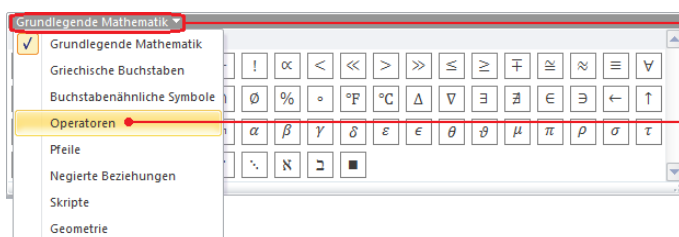
Abb. 7: Symbolgruppe **Pfeile**Abb. 8: Symbolgruppe **Negierte Beziehungen**Abb. 9: Symbolgruppe **Skripts**Abb. 10: Symbolgruppe **Geometrie**

Wenn Sie eine Symbolgruppe wechseln wollen, öffnen Sie zunächst die aktuelle Symbolgruppe (siehe Abbildung 11), klicken dann oberhalb des Symbolgruppennamens auf den Symbolgruppennamen mit dem kleinen Pfeil (▼) und wählen dann die gewünschte Symbolgruppe aus (siehe Abbildung 12).



• Klicken Sie auf das Dropdownsymbol, um die komplette Symbolgruppe zu öffnen.

Abb. 11: Aktuelle Symbolgruppe öffnen

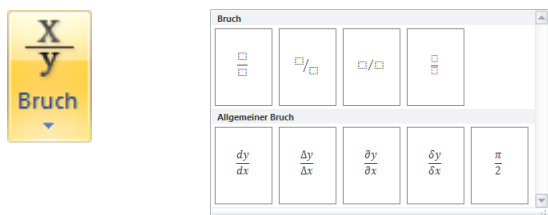
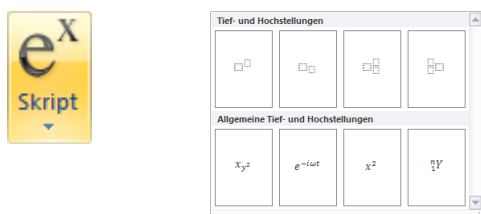
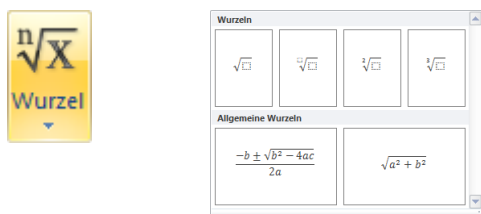
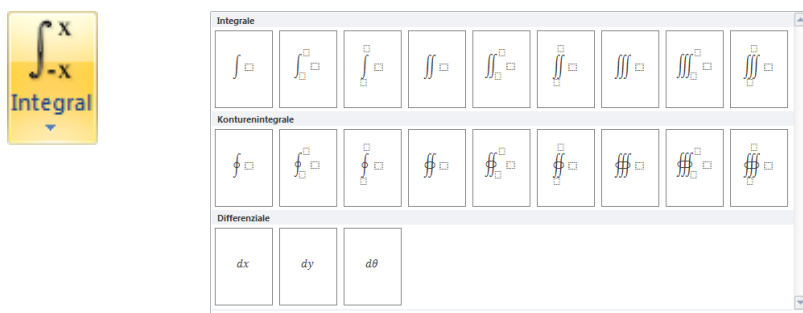
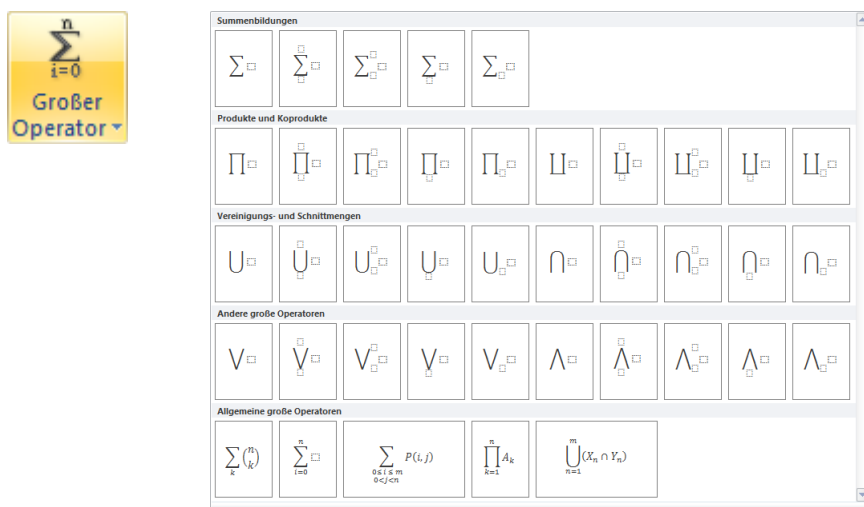


• Klicken Sie auf diesen Symbolgruppennamen ...

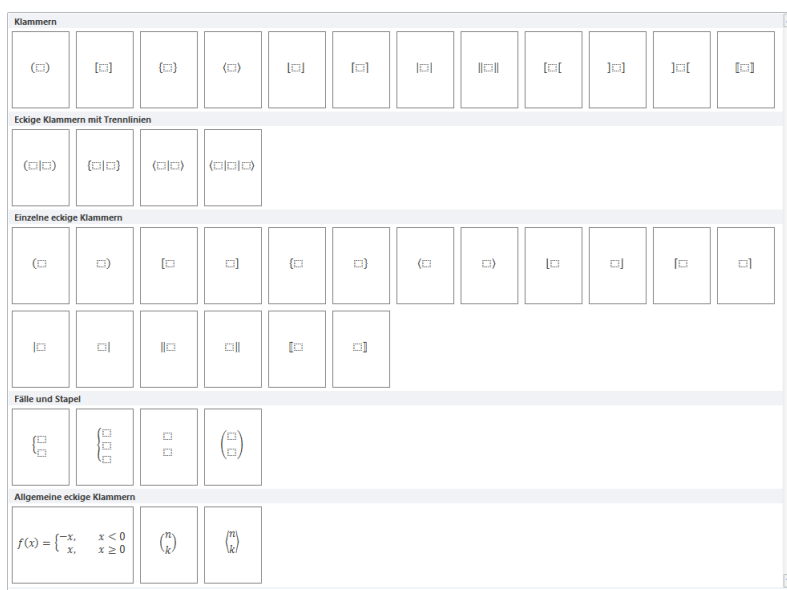
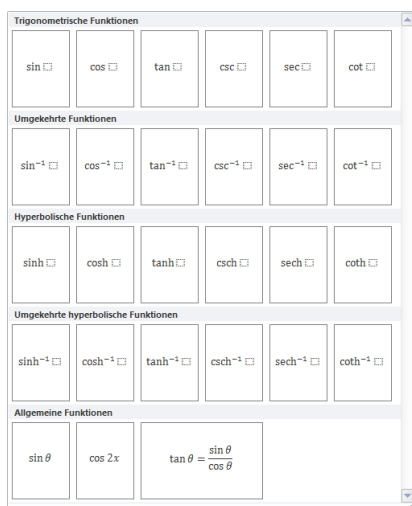
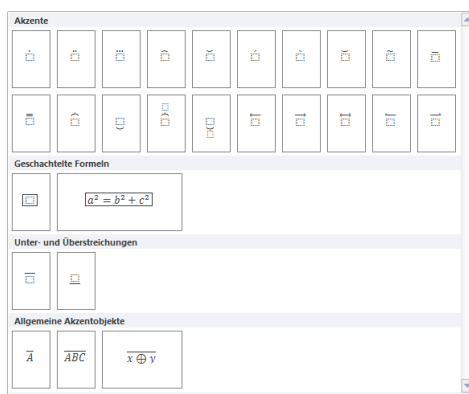
• ... und wählen dann die Symbolgruppe aus, die Sie verwenden wollen.

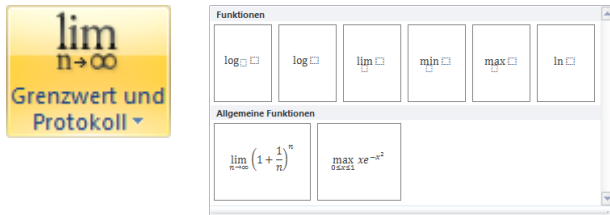
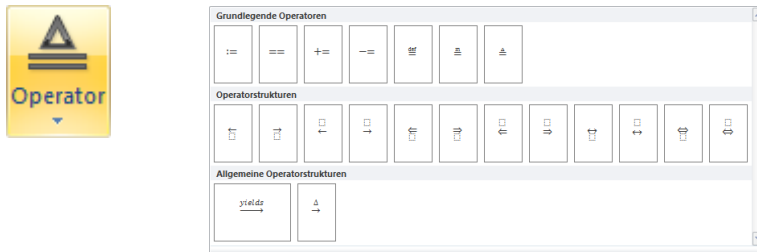
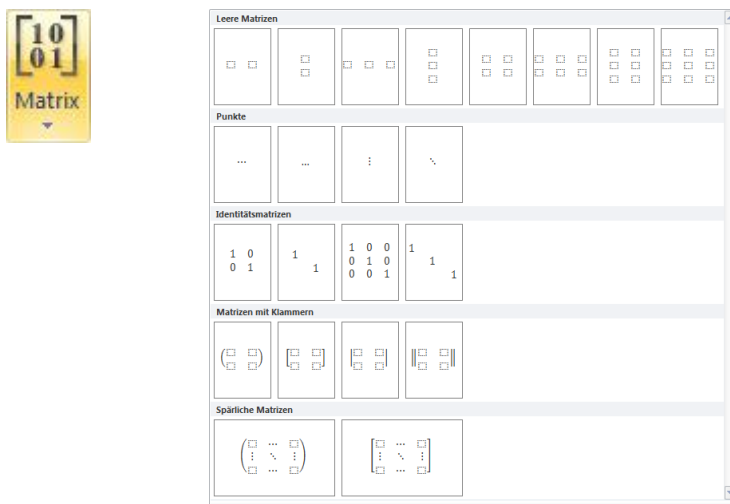
Abb. 12: Symbolgruppe wechseln

Die Gruppe **Strukturen** enthält mathematische Sondersymbole, z.B. Brüche, Integrale oder auch verschiedene Klammerarten. Durch Anklicken des entsprechenden Symbols wird nicht nur eine Liste mit den verschiedenen Auswahlmöglichkeiten angezeigt, sondern auch fertige Beispiele, die Sie ebenfalls bei Bedarf auswählen können. Hier nun die Strukturen im Einzelnen:

Abb. 13: Struktur **Bruch**Abb. 14: Struktur **Skript**Abb. 15: Struktur **Wurzel**Abb. 16: Struktur **Integral**Abb. 17: Struktur **Großer Operator**





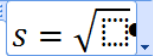
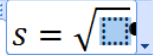

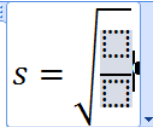
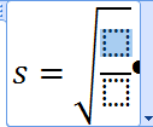
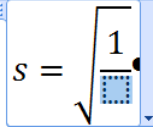

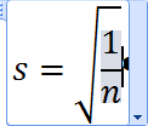

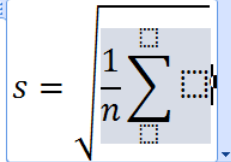
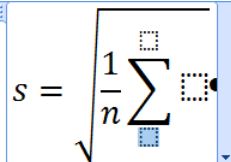
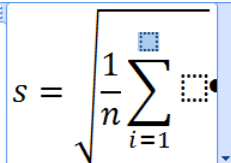
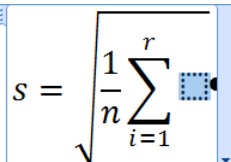

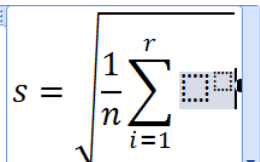
Abb. 18: Struktur **Eckige Klammer**Abb. 19: Struktur **Funktion**Abb. 20: Struktur **Akzent**

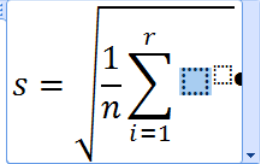

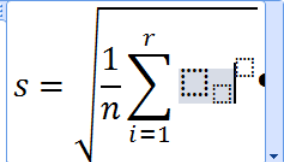
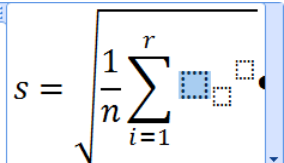
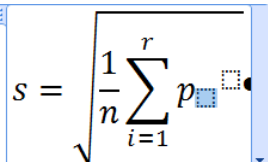

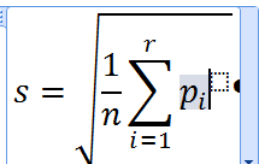
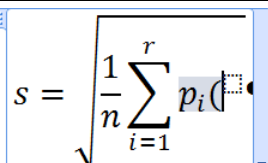

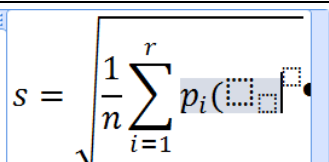
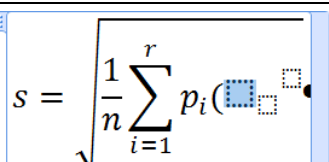
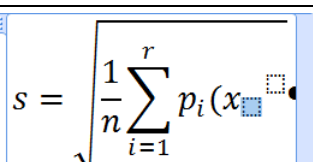

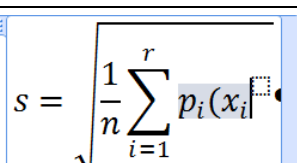
Abb. 21: Struktur **Grenzwert und Protokoll**Abb. 22: Struktur **Operator**Abb. 23: Struktur **Matrix**

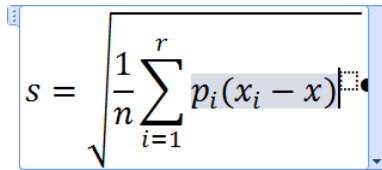
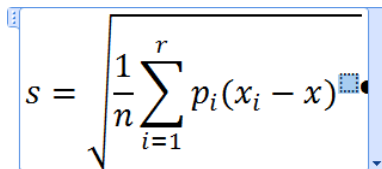

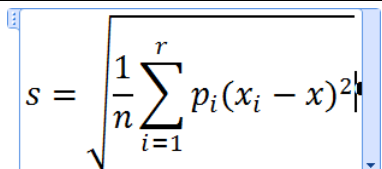
Nun soll anhand eines Beispiels die Vorgehensweise für die Eingabe einer mathematischen Formel gezeigt werden. Es handelt sich dabei um folgende Formel (die Formel wird in einem leeren Absatz eingegeben):

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^r p_i (x_i - x)^2}$$

Nachdem Sie in der Multifunktionsleiste **Einfügen** in der Gruppe **Symbole** den oberen Teil des Symbols **Formel** angeklickt haben und der blaue Rahmen erschienen ist, gehen Sie nun wie folgt vor:

Eingabe	Anzeige
<b>=</b> eingeben	
 Struktur: <b>Wurzel</b> Symbol: Quadratwurzel	
Das gepunktete Viereck (□) unter dem Wurzelzeichen anklicken	
 Struktur: <b>Bruch</b> Symbol: Bruch mit waagrechtem Bruchstrich	
Das gepunktete Viereck (□) im Zähler anklicken	
<b>1</b> eingeben, dann das gepunktete Viereck (□) im Nenner anklicken	
<b>n</b> eingeben, dann <u>einmal</u> die Richtungstaste  drücken	
 Struktur: <b>Großer Operator</b> Symbol: Summenbildung	
Das gepunktete Viereck (□) unter dem Summenzeichen anklicken	
<b>i=1</b> eingeben, dann das gepunktete Viereck (□) über dem Summenzeichen anklicken	
<b>r</b> eingeben, dann das gepunktete Viereck (□) rechts neben dem Summenzeichen anklicken	
 Struktur: <b>Skript</b> Symbol: Hochgestellt	

Eingabe	Anzeige
Das große gepunktete Viereck (□) anklicken	
 Struktur: <b>Skript</b> Symbol: Tiefgestellt	
Das große gepunktete Viereck (□) anklicken	
p eingeben, dann das tiefere gepunktete Viereck (□) anklicken	
i eingeben, dann <u>einmal</u> die Richtungstaste  drücken	
( eingeben	
 Struktur: <b>Skript</b> Symbol: Tiefgestellt	
Das große gepunktete Viereck (□) anklicken	
x eingeben, dann das tiefere gepunktete Viereck (□) anklicken	
i eingeben, dann <u>einmal</u> die Richtungstaste  drücken	

Eingabe	Anzeige
<b>-x)</b> eingeben	
Das letzte gepunktete Viereck (□) anklicken	
<b>2</b> eingeben, dann <u>dreimal</u> die Richtungstaste  drücken <sup>2</sup>	

Alternativ kann die Formel auch vollständig über die Tastatur eingegeben werden<sup>3</sup>. Dabei kommt die Syntax von  $\text{\LaTeX}$  zum Einsatz (stimmt zwar nicht zu 100%, aber in etwas abgewandelter Form ist sie aus  $\text{\LaTeX}$  entnommen).  $\text{\LaTeX}$  ist ein Textsatzprogramm, mit dem wissenschaftliche (und auch sonstige) Texte in Buchdruckqualität erzeugt und auch ausgedruckt werden können. Im Gegensatz zu Word (oder auch anderen Textverarbeitungsprogrammen, wie z.B. Writer von Open-Office) werden allerdings für die Erstellung eines Textes in  $\text{\LaTeX}$  gewisse Programmierkenntnisse erwartet, oder anders ausgedrückt, bei der Erstellung eines Textes mit  $\text{\LaTeX}$  haben Sie nicht sofort das fertige Ergebnis vor Augen, sondern zunächst einen Text, der eher einer Programmiersprache gleicht. Erst mit speziellen, für  $\text{\LaTeX}$  entwickelten Viewern kann das eigentliche Druckergebnis auf dem Bildschirm angezeigt werden. Hierzu ein Beispiel:

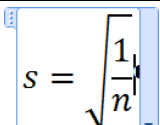
```
\left(
  \begin{array}{ccc}
    a_{11} & \cdots & a_{1n} \\
    \vdots & \ddots & \vdots \\
    a_{m1} & \cdots & a_{mn}
  \end{array}
\right)
```

Schreibweise in LaTeX

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$


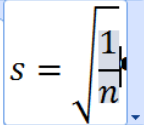
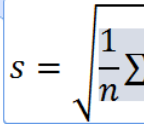
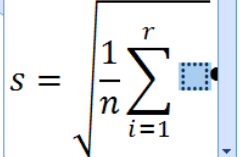
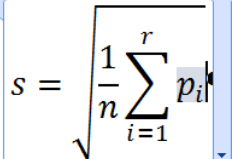
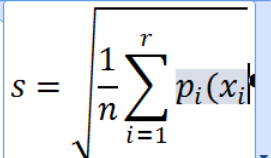
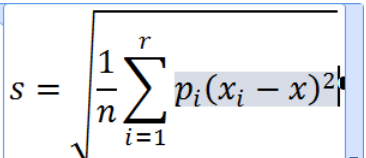

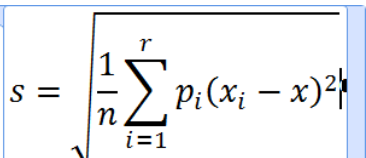
Druckausgabe

Nun zurück zu dem Beispiel mit der Wurzel. Soll diese Formel über die Tastatur eingegeben werden, dann sieht das Ganze so aus:

Eingabe (das Zeichen <code>_</code> steht für die Leertaste)	Anzeige
<code>s=\sqrt{1/n}_</code>	

<sup>2</sup> Mit dem dreimaligen Drücken der Richtungstaste  $\rightarrow$  wird lediglich die Schreibmarke an das Ende der Formel verschoben. Damit ist es nun möglich, mit der Eingabetaste die Formeleingabe abzuschließen.

<sup>3</sup> Stimmt nicht immer. In diesem Beispiel kann die Eingabe vollständig über die Tastatur erfolgen. In anderen Fällen ist aber u.U. die Verwendung der mathematischen Zeichen in den Gruppen *Symbole* und *Strukturen* notwendig.

Eingabe (das Zeichen <u>  </u> steht für die Leertaste)	Anzeige
Richtungstaste  <u>einmal</u> drücken	
\sum <u>  </u>	
<u>  </u> (i=1)^r <u>  </u>	
p <u>  </u> i <u>  </u>	
(x <u>  </u> i <u>  </u>	
-x)^2 <u>  </u>	
Richtungstaste  <u>zweimal</u> drücken	

Wie Sie sehen können, ist die zweite Methode schneller, aber sie setzt voraus, dass Sie die Schreibweise der verschiedenen mathematischen Zeichen (z.B. **\sqrt** für  $\sqrt{\quad}$  oder **x\_i** für  $x_i$ ) kennen. Im Kapitel **Mathematische Symbole per Tastatureingabe** ab Seite 19 finden Sie einen Überblick (nicht unbedingt vollständig) über einige mathematische Zeichen, wenn diese mit der Tastatur eingegeben werden.

Hier noch ein paar mathematische Beispiele zum Üben:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{1+x} - 1}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(\sqrt{1+x} - 1)(\sqrt{1+x} + 1)}{x(\sqrt{1+x} + 1)} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{\sqrt{1+x} + 1} = \frac{1}{2}$$

$$S(z) = -\cos\left(\frac{\pi}{2}z^2\right) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \pi^{2n+1}}{1 \cdot 3 \cdots (4n+3)} z^{4n+3} + \sin\left(\frac{\pi}{2}z^2\right) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \pi^{2n}}{1 \cdot 3 \cdots (4n+1)} z^{4n+1}$$

$$P(X \leq x) = \Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \int_{-\infty}^x \varphi(t) dt$$






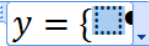


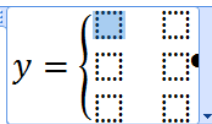

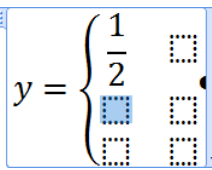
$$\begin{aligned} I &= \int_0^{2\pi} \int_0^\alpha \int_0^{h/\cos\vartheta} \frac{\cos\vartheta}{r^2} r^2 \sin\vartheta dr d\vartheta d\varphi \\ &= \int_0^{2\pi} \left\{ \int_0^\alpha \cos\vartheta \sin\vartheta \left[ \int_0^{h/\cos\vartheta} dr \right] d\vartheta \right\} d\varphi \\ &= 2\pi h(1 - \cos\alpha) \end{aligned}$$

## Spezielle Techniken

Auch wenn Sie mit den vorhandenen Möglichkeiten bereits eine ganze Menge an mathematischen Formeln erstellen können, gibt es dennoch einige zusätzliche Einstellungsmöglichkeiten, die so ohne weiteres nicht sofort erkennbar sind. Einige dieser zusätzlichen Einstellungsmöglichkeiten sollen an dieser Stelle gezeigt werden. Im ersten Beispiel soll folgende Struktur erzeugt werden:

$$y = \begin{cases} \frac{1}{2} & \text{wenn } x < -10 \\ 7 & \text{wenn } -10 \leq x \leq 10 \\ 15 & \text{wenn } x > 10 \end{cases}$$

Hier zunächst die einzelnen Schritte bei der Erstellung der Struktur:

Eingabe (das Zeichen  steht für die Leertaste)		Anzeige
 eingeben		
 Struktur: <b>Eckige Klammer</b> Symbol: einzelne eckige Klammer <sup>4</sup> dann das gepunktete Viereck (  ) anklicken		
 Struktur: <b>Matrix</b> Symbol: 3x2 Leere Matrix dann das erste gepunktete Viereck (  ) anklicken		
<b>1/2</b> eingeben, dann das darunterliegende gepunktete Viereck (  ) anklicken		

<sup>4</sup> Lassen Sie sich bitte nicht an der Formulierung des Symbolnamens irritieren. Gemeint ist natürlich eine einzelne geschweifte Klammer. Trotzdem werden hier alle Klammern (ob rund, eckig, geschweift oder sonst wie geformt) als eckige Klammern bezeichnet.

Eingabe (das Zeichen $\square$ steht für die Leertaste)	Anzeige
7 eingeben, dann das darunterliegende gepunktete Viereck ( $\square$ ) anklicken und 15 eingeben, danach das erste gepunktete Viereck ( $\square$ ) in der zweiten Spalte anklicken	$y = \begin{cases} \frac{1}{2} & \square \\ 7 & \square \\ 15 & \square \end{cases}$
wenn $\square x < -10$ eingeben, dann das darunterliegende gepunktete Viereck ( $\square$ ) anklicken	$y = \begin{cases} \frac{1}{2} & \text{wenn } x < -10 \\ 7 & \square \\ 15 & \square \end{cases}$
wenn $\square -10 \leq x \leq 10$ eingeben, dann das darunterliegende gepunktete Viereck ( $\square$ ) anklicken	$y = \begin{cases} \frac{1}{2} & \text{wenn } x < -10 \\ 7 & \text{wenn } -10 \leq x \leq 10 \\ 15 & \square \end{cases}$
wenn $\square x > 10$ eingeben	$y = \begin{cases} \frac{1}{2} & \text{wenn } x < -10 \\ 7 & \text{wenn } -10 \leq x \leq 10 \\ 15 & \text{wenn } x > 10 \end{cases}$

Damit wäre die mathematische Struktur eigentlich fertig, aber beim genauen Hinsehen werden Sie feststellen, dass der Zeilenabstand und die Ausrichtung der zweiten Spalte noch nicht stimmen. Für den Zeilenabstand klicken Sie einfach mit der rechten Maustaste auf ein Matricelement (z.B. in der zweiten Spalte) und wählen im Kontextmenü den Befehl **Matrixabstand**. Im Dialogfeld **Matrixausrichtung und -abstand** (siehe Abbildung 24) wählen Sie in der Gruppe **Zeilenabstand** in der Liste **Mindestabstand zwischen Basislinien** den Eintrag **Doppelt** und bestätigen den Befehl. Für die Ausrichtung der zweiten Spalten klicken Sie wiederum mit der rechten Maustaste auf ein Element der zweiten Spalte und wählen im Kontextmenü den Befehl **Spaltenausrichtung** und dann den Unterbefehl **Links**. Jetzt ist die mathematische Struktur fertig.

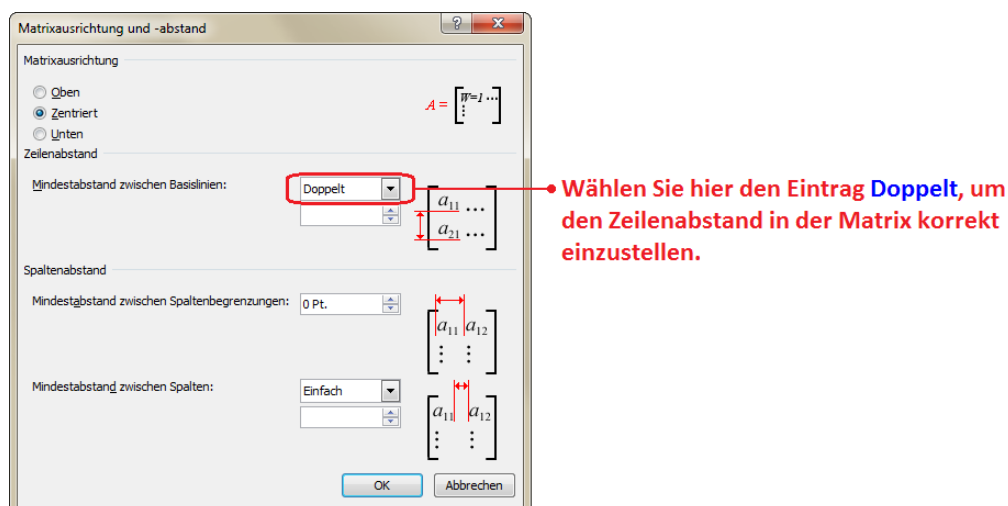




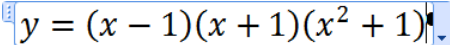

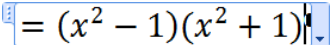
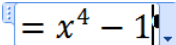
Abb. 24: Dialogfeld **Matrixausrichtung und -abstand**

Im nächsten Beispiel geht es um die Ausrichtung mehrerer Zeilen (z.B. bei Gleichungen), wobei die Ausrichtung selbst an dem Gleichheitszeichen vorgenommen werden soll. Hier zunächst die fertige Gleichung:



$$\begin{aligned}
 y &= (x - 1)(x + 1)(x^2 + 1) \\
 &= (x^2 - 1)(x^2 + 1) \\
 &= x^4 - 1
 \end{aligned}$$

Zuerst die einzelnen Schritte bei der Erstellung der Gleichung:



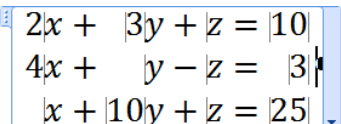
Eingabe (das Zeichen  steht für die Leertaste)	Anzeige
<b>y=(x-1)(x+1)(x^2+1)</b> eingeben, dann die Tastenkombination  drücken	
<b>=(x^2-1)(x^2+1)</b> eingeben, dann die Tastenkombination  drücken	
<b>=x^4-1</b> eingeben	

Soweit ist die Gleichung schon fertig, aber die Ausrichtung bzgl. des Gleichheitszeichens fehlt noch. Markieren Sie die komplette Gleichung (also alle drei Zeilen), bewegen dann das Maussymbol auf die Markierung und klicken die rechte Maustaste. Im Kontextmenü wählen Sie den Befehl **Ausrichten an =**. Damit ist die Gleichung komplett.

Im dritten Beispiel geht es um ein Gleichungssystem mit mehreren Variablen, wobei die Spalten mit den Variablen vertikal ausgerichtet werden sollen. Das Gleichungssystem hat folgendes Aussehen:

$$\begin{aligned}
 2x + 3y + z &= 10 \\
 4x + y - z &= 3 \\
 x + 10y + z &= 25
 \end{aligned}$$

Nun wäre die einfachste Lösung die, eine Matrix mit entsprechender Spalten- und Zeilenanzahl zu erstellen. In diesem Fall müsste es eine Matrix mit 7 Spalten und 3 Zeilen sein. Dann müsste noch der Spaltenabstand im Dialogfeld **Matrixausrichtung und -abstand** (siehe Abbildung 24 auf Seite 14) eingestellt werden und für die 1., 3., 5. und 7. Spalte die Spaltenausrichtung **Rechts** (Kontextmenü Befehl **Spaltenausrichtung**, Unterbefehl **Rechts**). Es ist etwas Arbeit nötig, aber es funktioniert. Es gibt aber noch eine alternative Methode, wo bereits nach der Eingabe des Gleichungssystems die Ausrichtungen und Spaltenabstände korrekt eingestellt sind. Dazu muss die Formel nur auf eine etwas andere Art und Weise eingegeben werden: über die Tastatur.

Eingabe (das Zeichen  steht für die Leertaste)	Anzeige
<b>\eqarray</b> eingeben	
<b>2&amp;x+&amp;3&amp;y+&amp;z=&amp;10&amp;@4&amp;x+&amp;y-&amp;z=&amp;3&amp;@&amp;x+&amp;10&amp;y+&amp;z=&amp;25&amp;)</b> eingeben <sup>5</sup>	

<sup>5</sup> Bitte alles komplett hintereinander eingeben und nicht zwischendurch die Eingabetaste drücken. Lediglich aus Platzgründen sind hier die einzugebenden Daten in zwei Zeilen umgebrochen.

Lassen Sie sich bitte nicht an den dünnen Linien vor den Zahlenwerten bzw. Variablen irritieren. Diese sind nur auf dem Bildschirm sichtbar und werden nicht mit ausgedruckt.

Nun noch ein allgemeiner Hinweis zum Thema Matrizen: hierbei geht es um die Anzahl der Spalten bzw. Zeilen. Wäre das Gleichungssystem aus dem dritten Beispiel mittels einer Matrix entstanden, gäbe es zunächst das Problem, dass bei der Erstellung einer Matrix mit der Struktur **Matrix** (siehe Abbildung 23 auf Seite 8) zunächst nur maximal 3 Spalten und 3 Zeilen möglich sind. Für das dritte Beispiel wären aber 7 Spalten notwendig. Wie können weitere Spalten bzw. Zeilen hinzugefügt werden? Nach Erstellung einer 3x3-Matrix bewegen Sie das Maussymbol auf ein Matrix-Element und klicken die rechte Maustaste. Im Kontextmenü gibt es nun den Befehl **Einfügen** und die Unterbefehle **Zeile vorher einfügen**, **Zeile danach einfügen**, **Spalte vorher einfügen** und **Spalte nachher einfügen**. Damit lässt sich die Matrix um eine fast beliebige Anzahl von Zeilen (max. 85) oder Spalten (max. 64) erweitern. Im Kontextmenü gibt es auch den Befehl **Löschen** (mit den Unterbefehlen **Zeile löschen** und **Spalte löschen**), womit Sie die aktuelle Zeile bzw. Spalte aus der Matrix entfernen können.

## Formeln als Vorlage speichern

Benötigen Sie bestimmte Formeln öfters in verschiedenen Dokumenten, dann ist es sicherlich viel zu aufwendig, jedes Mal die Formel neu zu erstellen. Auch das Kopieren der Formel mittels Zwischenablage ist auf Dauer nicht wirklich sinnvoll. Es gibt in Word aber die Möglichkeit, eine Formel als Vorlage zu speichern. Bei Bedarf können Sie dann die Formel bequem aus einer Liste auswählen. Am Beispiel der Formel von Seite 8 werden nun die Schritte zur Speicherung der Formel als Vorlage gezeigt:

1. Nach dem die Formel erstellt worden ist, muss sie komplett markiert werden (siehe Abbildung 25).

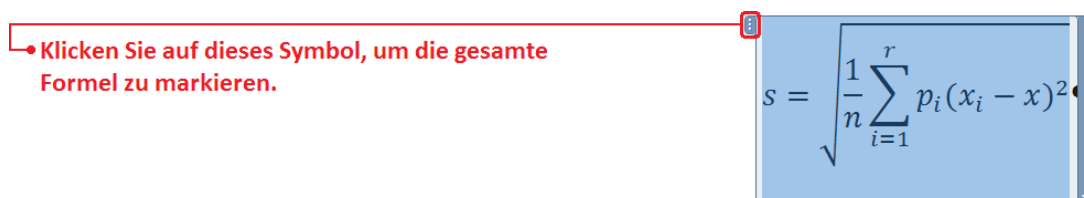
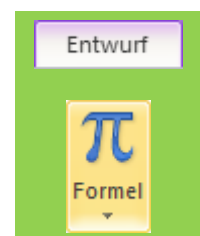
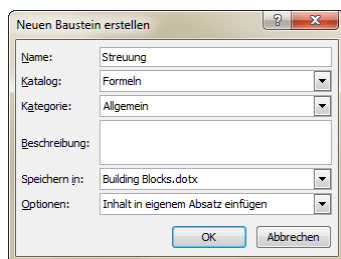


Abb. 25: Komplette Formel markieren

2. Klicken Sie im Register **Entwurf** (Registergruppe **Formeltools**) in der Gruppe **Tools** auf das Symbol **Formel**. Sie bekommen eine Auflistung von bereits gespeicherten Formelvorlagen. Am unteren Ende der Auflistung klicken Sie dann auf den Befehl **Auswahl im Formelkatalog speichern**.
3. Im Dialogfeld **Neuen Baustein erstellen** (siehe Abbildung 26), geben Sie der Vorlage einen aussagekräftigen Namen (in diesem Beispiel handelt es sich bei der Formel um die Streuung  $s$ ; also bietet sich der Name *Streuung* an). Die anderen Felder übernehmen Sie am besten so wie vorgegeben. Lediglich im Textfeld **Beschreibung**: können Sie bei Bedarf die Formel noch etwas ausführlicher beschreiben. Bestätigen Sie dann den Befehl.

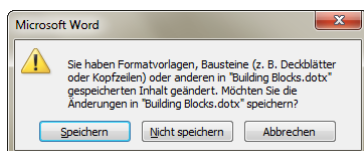


Abb. 26: Dialogfeld **Neuen Baustein erstellen**

Nun können Sie die Formel bequem in jedem bereits vorhandenen Dokument oder in jedem neuen Dokument einsetzen. Sie brauchen dazu nur im Register **Einfügen** in der Gruppe **Symbole** auf den unteren Teil des Symbols **Formel** zu klicken. In der Auswahlliste der vorhandenen Formeln wählen Sie die gewünschte Formel einfach mit der Maus aus.



**Anmerkung:** Nach der Erstellung der Formeln als Vorlage werden Sie beim Beenden von Word gefragt, ob die Formeln in der Datei **Building Blocks.dotx** gespeichert werden sollen (siehe Abbildung 27). Bestätigen Sie die Frage mit der Schaltfläche **Speichern**. Erst jetzt ist die Formel auch wirklich dauerhaft gespeichert.

Abb. 27: Dialogfeld zur Speicherung der Datei **Building Blocks.dotx**

## Grundeinstellungen

Für die Erstellung bzw. Bearbeitung einer Formel können Sie einige Einstellungen vornehmen. Um das Dialogfeld aufrufen zu können, müssen Sie allerdings eine Formel in Ihr Dokument einfügen. Sie erhalten das Dialogfeld über das Symbol *Startprogramm für Dialogfelder* (Register **Entwurf**, Registergruppe **Formeltools**, Gruppe **Tools**). Im Dialogfeld **Formeloptionen** (siehe Abbildung 28) können Sie beispielsweise festlegen, dass mathematische Ausdrücke immer im professionellen Format angezeigt werden. Oder Sie legen fest, dass die Integralgrenzwerte nicht seitlich, sondern unter- und oberhalb des Integralzeichens platziert werden. Oder Sie bestimmen die Ausrichtung und die horizontalen Einzüge, wenn die Formel in einer einzelnen Absatzzeile steht. Die Änderungen gelten zunächst nur für das aktuelle Dokument. Wenn Sie die Einstellungen Global haben wollen, klicken Sie auf die Schaltfläche **Standardwerte ...**. Sie werden dann gefragt, ob die Einstellungen in der Dokumentvorlage **NORMAL.DOTM** abgelegt werden sollen. Beantworten Sie die Frage mit der Schaltfläche **Ja** und die Einstellungen gelten ab sofort für alle Dokumente. Interessant ist auch, dass Sie über die Schaltfläche **AutoKorrektur von Mathematik...** in das Dialogfeld **AutoKorrektur** (siehe Abbildung 29, Seite 18) kommen. Dort können Sie mathematische Symbole oder ganze Ausdrücke der bereits vorhandenen Liste hinzufügen. Dazu erstellen Sie eine Formel mit dem mathematischen Symbol (z.B.  $\leq$ ), dem Sie ein Kürzel zuordnen wollen, markieren dieses Symbol und rufen das Dialogfeld **AutoKorrektur** auf. Geben Sie in dem Textfeld **Ersetzen:** das Kürzel ein (z.B. `\leqq`; das wäre die  $\text{\LaTeX}$ -Schreibweise) und bestätigen

das Dialogfeld. Geben Sie in einem Dokument nun `\leqq` gefolgt von einem Leerzeichen ein, erhalten Sie das gewünschte mathematische Symbol  $\leqslant$ .

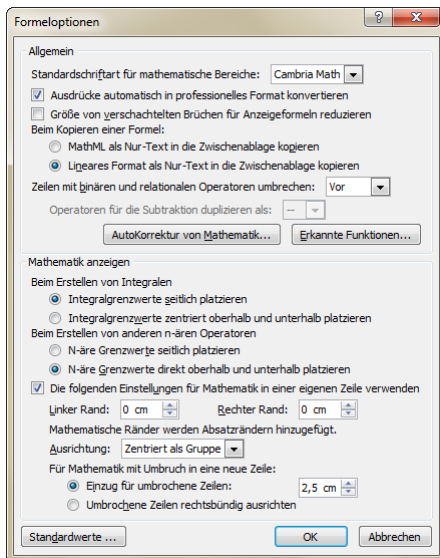


Abb. 28: *Dialogfeld* **Formeloptionen**

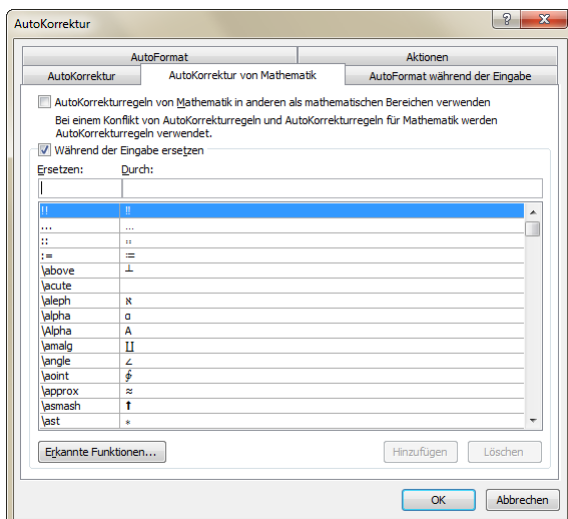



Abb. 29: Dialogfeld **AutoKorrektur**, Register **AutoKorrektur von Mathematik**

Mit der Schaltfläche  (im Dialogfeld **Formeloptionen**) bekommen Sie das Dialogfeld **Erkannte mathematische Funktionen** (siehe Abbildung 30). Hier können Sie zu den bereits vorhandenen mathematischen Ausdrücken noch weitere hinzufügen, die, wenn sie später in einer Formel verwendet werden, nicht kursiv formatiert werden.

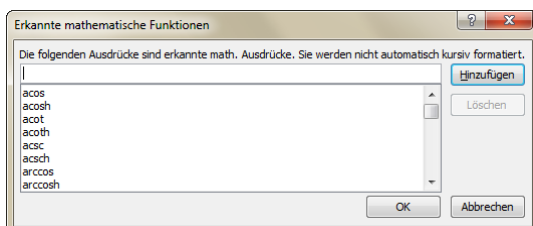
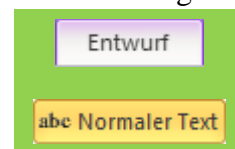


Abb. 30: Dialogfeld **Erkannte mathematische Funktionen**

## Schriftart ändern

Im Dialogfeld **Formeloptionen** (siehe Abbildung 28, Seite 18) gibt es auch die Dropdownliste **Standardschriftart für mathematische Bereiche**. Allerdings enthält diese Liste nur einen Eintrag: **Cambria Math**. Wenn Sie die Formel aber gerne in einer anderen Schriftart darstellen lassen wollen, müssen Sie einen kleinen Trick anwenden. Markieren Sie die Formel (siehe Abbildung 25, Seite 16) und wählen dann im Register **Entwurf** (Registergruppe **Formeltools**) in der Gruppe **Tools** das Symbol **Normaler Text**. Jetzt können Sie im Register **Start** in der Gruppe **Schriftart** jede beliebige Schriftart wählen. Übrigens: die Formel ist weiterhin editierbar.



## Mathematische Symbole per Tastatureingabe

In der folgenden Übersicht reicht es i. Allg. nicht aus, nur die Befehle über die Tastatur einzugeben, um das gewünschte mathematische Symbol zu erhalten, sondern es kommt auch die Leertaste noch zum Einsatz. Die Leertaste wird in der Übersicht als `_` dargestellt. Beispiel: `a\hat_` bedeutet, Sie geben erst `a\hat` als mathematische Formel ein, dann drücken Sie zweimal die Leertaste. Erst dann wird das gewünschte Zeichen (hier  $\hat{a}$ ) angezeigt. Bedenken Sie bitte, dass die Übersicht nicht vollständig ist. Die Liste kann aber jederzeit ergänzt werden. Lesen Sie dazu das Kapitel **Grundeinstellungen** (Seite 17; Stichwort: *AutoKorrektur*). Eine ausführliche Liste der bereits vorhandenen mathematischen Symbole finden Sie im Register **AutoKorrektur von Mathematik** im Dialogfeld **AutoKorrektur** (siehe vorherige Seite).

### Übersicht 1: Akzente in mathematischen Formeln

$\hat{a}$ <code>a\hat_</code>	$\acute{a}$ <code>a\acute_</code>	$\bar{a}$ <code>a\bar_</code>	$\ddot{a}$ <code>2a\dot_</code>	$\breve{a}$ <code>a\breve_</code>
$\check{a}$ <code>a\check_</code>	$\grave{a}$ <code>a\grave_</code>	$\vec{a}$ <code>a\vec_</code>	$\ddot{a}$ <code>a\ddot_</code>	$\tilde{a}$ <code>a\tilde_</code>

### Übersicht 2: Griechische Buchstaben

$\text{\AA}$ <code>\Alpha_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Beta_</code>	$\Gamma$ <code>\Gammaa_</code>	$\Delta$ <code>\Delta_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Epsilon_</code>
$\text{\AA}$ <code>\Zeta_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Eta_</code>	$\Theta$ <code>\Thetaa_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Iota_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Kappa_</code>
$\text{\AA}$ <code>\Lambda_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Mu_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Nu_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Xi_</code>	$\text{\AA}$ <code>\O_</code>
$\text{\AA}$ <code>\Pi_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Rho_</code>	$\Sigma$ <code>\Sigmaa_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Tau_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Upsilon_</code>
$\Phi$ <code>\Phi_</code>	$\text{\AA}$ <code>\Chi_</code>	$\Psi$ <code>\Psia_</code>	$\Omega$ <code>\Omegaa_</code>	$\epsilon$ <code>\epsilon_</code>
$\alpha$ <code>\alpha_</code>	$\beta$ <code>\betaa_</code>	$\gamma$ <code>\gammaa_</code>	$\delta$ <code>\deltaa_</code>	$\vartheta$ <code>\varthetaa_</code>
$\varepsilon$ <code>\varepsilon_</code>	$\zeta$ <code>\zetaa_</code>	$\eta$ <code>\etaa_</code>	$\theta$ <code>\thetaa_</code>	$\nu$ <code>\nu_</code>
$\iota$ <code>\iota_</code>	$\kappa$ <code>\kappaa_</code>	$\lambda$ <code>\lambdaa_</code>	$\mu$ <code>\mu_</code>	$\rho$ <code>\rho_</code>
$\xi$ <code>\xi_</code>	$\omicron$ <code>\omicron_</code>	$\pi$ <code>\pi_</code>	$\varpi$ <code>\varpi_</code>	$\upsilon$ <code>\upsilon_</code>
$\varrho$ <code>\varrho_</code>	$\sigma$ <code>\sigmaa_</code>	$\varsigma$ <code>\varsigmaa_</code>	$\tau$ <code>\taua_</code>	$\omega$ <code>\omega_</code>
$\phi$ <code>\phi_</code>	$\varphi$ <code>\varphia_</code>	$\chi$ <code>\chi_</code>	$\psi$ <code>\psia_</code>	

### Übersicht 3: Binärsymbole

$\pm$ <code>\pm_</code>	$\mp$ <code>\mp_</code>	$\cap$ <code>\cap_</code>	$\cup$ <code>\cup_</code>	$\diamond$ <code>\diamond_</code>
$\times$ <code>\times_</code>	$\div$ <code>\div_</code>	$\uplus$ <code>\uplus_</code>	$\oplus$ <code>\oplus_</code>	$\ominus$ <code>\ominus_</code>
$\otimes$ <code>\otimes_</code>	$\sqcap$ <code>\sqcap_</code>	$\sqcup$ <code>\sqcup_</code>	$\odot$ <code>\odot_</code>	$\star$ <code>\star_</code>
$\circ$ <code>\circ_</code>	$\bullet$ <code>\bullet_</code>	$\cdot$ <code>\cdot_</code>	$\vee$ <code>\vee_</code>	$\wedge$ <code>\wedge_</code>
$\amalg$ <code>\amalg_</code>	$\setminus$ <code>\setminus_</code>	$\wr$ <code>\wr_</code>		

**Übersicht 4: Vergleichssymbole**

$\leq$	<code>\leq_</code> o. <code>\le_</code>	$\geq$	<code>\geq_</code> o. <code>\ge_</code>	$\equiv$	<code>\equiv_</code>	$\models$	<code>\models_</code>	$<$	<code>\prec_</code>
$>$	<code>\succ_</code>	$\sim$	<code>\sim_</code>	$\preceq$	<code>\preceq_</code>	$\succcurlyeq$	<code>\succcurlyeq_</code>	$\simeq$	<code>\simeq_</code>
$ $	<code>\mid_</code>	$\ll$	<code>\ll_</code>	$\gg$	<code>\gg_</code>	$\asymp$	<code>\asymp_</code>	$\parallel$	<code>\parallel_</code>
$\subset$	<code>\subset_</code>	$\approx$	<code>\approx_</code>	$\bowtie$	<code>\bowtie_</code>	$\subseteq$	<code>\subseteq_</code>	$\cong$	<code>\cong_</code>
$\neq$	<code>\neq_</code>	$\sqsubseteq$	<code>\sqsubseteq_</code>	$\doteq$	<code>\doteq_</code>	$\in$	<code>\in_</code>	$\ni$	<code>\ni_</code>
$\propto$	<code>\propto_</code>	$=$	<code>=</code>	$\vdash$	<code>\vdash_</code>	$\dashv$	<code>\dashv_</code>	$<$	<code>&lt;</code>
$>$	<code>&gt;</code>								

**Übersicht 5: Pfeile**

$\leftarrow$	<code>\leftarrow_</code>	$\uparrow$	<code>\uparrow_</code>	$\rightarrow$	<code>\rightarrow_</code>
$\downarrow$	<code>\downarrow_</code>	$\Leftarrow$	<code>\Leftarrow_</code>	$\Uparrow$	<code>\Uparrow_</code>
$\Rightarrow$	<code>\Rightarrow_</code>	$\Downarrow$	<code>\Downarrow_</code>	$\leftrightarrow$	<code>\leftrightarrow_</code>
$\Updownarrow$	<code>\Updownarrow_</code>	$\Leftrightarrow$	<code>\Leftrightarrow_</code>	$\Updownarrow$	<code>\Updownarrow_</code>
$\mapsto$	<code>\mapsto_</code>	$\nearrow$	<code>\nearrow_</code>	$\searrow$	<code>\searrow_</code>
$\swarrow$	<code>\swarrow_</code>	$\nwarrow$	<code>\nwarrow_</code>	$\hookleftarrow$	<code>\hookleftarrow_</code>
$\hookrightarrow$	<code>\hookrightarrow_</code>	$\leftharpoonup$	<code>\leftharpoonup_</code>	$\rightharpoonup$	<code>\rightharpoonup_</code>
$\leftharpoondown$	<code>\leftharpoondown_</code>	$\rightharpoondown$	<code>\rightharpoondown_</code>		

**Übersicht 6: Sonderzeichen**

$\dots$	<code>\ldots_</code>	$\cdots$	<code>\cdots_</code>	$\vdots$	<code>\vdots_</code>	$\ddots$	<code>\ddots_</code>	$\aleph$	<code>\aleph_</code>
$'$	<code>\prime_</code>	$\forall$	<code>\forall_</code>	$\infty$	<code>\infty_</code>	$\hbar$	<code>\hbar_</code>	$\emptyset$	<code>\emptyset_</code>
$\exists$	<code>\exists_</code>	$\nabla$	<code>\nabla_</code>	$\sqrt{\phantom{x}}$	<code>\sqrt_</code>	$\Box$	<code>\Box_</code>	$\ell$	<code>\ell_</code>
$\top$	<code>\top_</code>	$\wp$	<code>\wp_</code>	$\bot$	<code>\bot_</code>	$\clubsuit$	<code>\clubsuit_</code>	$\diamondsuit$	<code>\diamondsuit_</code>
$\heartsuit$	<code>\heartsuit_</code>	$\spadesuit$	<code>\spadesuit_</code>	$\Re$	<code>\Re_</code>	$\Im$	<code>\Im_</code>	$\angle$	<code>\angle_</code>
$\partial$	<code>\partial_</code>								

**Übersicht 7: Große-Operatoren**

$\sum$	<code>\sum_</code>	$\prod$	<code>\prod_</code>	$\coprod$	<code>\coprod_</code>	$\int$	<code>\int_</code>	$\oint$	<code>\oint_</code>
$\bigcap$	<code>\bigcap_</code>	$\bigcup$	<code>\bigcup_</code>	$\bigsqcup$	<code>\bigsqcup_</code>	$\bigvee$	<code>\bigvee_</code>	$\bigwedge$	<code>\bigwedge_</code>
$\bigodot$	<code>\bigodot_</code>	$\bigotimes$	<code>\bigotimes_</code>	$\bigoplus$	<code>\bigoplus_</code>	$\biguplus$	<code>\biguplus_</code>		

**Übersicht 8: Begrenzungssymbole**

$\lfloor$	<code>\lfloor_</code>	$\rfloor$	<code>\rfloor_</code>	$\lceil$	<code>\lceil_</code>	$\rceil$	<code>\rceil_</code>	$\langle$	<code>\langle_</code>
$\rangle$	<code>\rangle_</code>	$/$	<code>/</code>	$\backslash$	<code>\backslash_</code>	$ $	<code> </code>		

**Übersicht 9: Mathematische Konstrukte**

$\overbrace{abc}$	<code>\overbrace(abc)_</code>	$\underbrace{abc}$	<code>\underbrace(abc)_</code>	$\sqrt{abc}$	<code>\sqrt(abc)_</code>
$\frac{abc}{def}$	<code>(abc)/(def)_</code>				

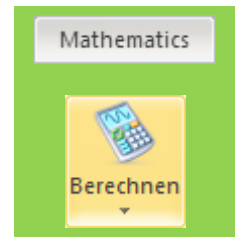
## Zusatzprogramme

Microsoft bietet ein zusätzliches Add-In zum Download an, mit dem Sie beispielsweise die Möglichkeit haben, eine mathematische Gleichung lösen zu lassen oder Sie können sich den mathematischen Ausdruck in einem 2D- oder 3D-Diagramm darstellen lassen. Das Add-In ist kostenlos, allerdings nur in Englisch erhältlich. Sie finden das Add-In auf folgender Internetseite:

<http://www.microsoft.com/downloads/de-de/details.aspx?familyid=ca620c50-1a56-49d2-90bd-b2e505b3bf09&displaylang=de>

Anstatt diese lange Webadresse einzugeben, können Sie auch einfach auf die Startseite von Microsoft gehen ([www.microsoft.de](http://www.microsoft.de)) und geben am oberen Rand der Startseite **Mathematics-Add-In für Word** als Suchbegriff ein und bestätigen die Eingabe. Wählen Sie dann in der Liste der Suchergebnisse den ersten Eintrag.

Auf dieser Internetseite bekommen Sie auch eine Installationsanleitung. Nach der Installation gibt es ein neues Register **Mathematics** mit dem Symbol **Berechnen**. Klicken Sie das Symbol an und Sie erhalten eine weitere Befehlsliste. Je nach markierter Formel kann die Befehlsliste unterschiedliche Befehle enthalten. Im folgenden Beispiel soll ein Bruch vereinfacht werden. Der Bruch lautet:



$$\frac{a^2 - b^2}{a + b}$$

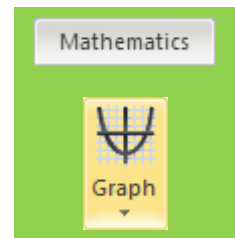
Klicken Sie nun in die Formel und wählen dann bei dem Symbol **Berechnen** den Befehl **Berechnen**. Sie erhalten folgende Formel:

$$a - b$$

Noch ein kleines Beispiel: nehmen wir den Satz des Pythagoras ( $a^2 + b^2 = c^2$ ). Die Formel soll nach der Variablen a aufgelöst werden. Dazu die Formel anklicken und dann beim Symbol **Berechnen** den Befehl **Lösen** und den Unterbefehl **Nach a lösen** wählen. Hier das Ergebnis:

$$a = \sqrt{c^2 - b^2} \text{ oder } a = -\sqrt{c^2 - b^2}, -b^2 + c^2 \geq 0$$

Das Add-In ist außerdem in der Lage, Formeln als zwei- oder dreidimensionale Graphen darzustellen. Dazu muss lediglich die Formel angeklickt und dann im Register **Mathematics** das Symbol **Graph** ausgewählt werden. Je nach Formel gibt es dann noch unterschiedliche Befehle zur Auswahl.



Im folgendem Beispiel soll nun der Graph einer Funktion gezeigt werden. Zunächst am Beispiel einer Funktion mit nur einer Variablen (x). Gegeben sei die recht einfache Funktion:

$$y = \frac{x^3 - 1}{x^2 - 1}$$










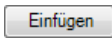
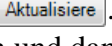
Klicken Sie die Formel an und wählen beim Symbol **Graph** den Befehl **In 2D zeichnen**. Es erscheint das Dialogfeld **Microsoft Mathematics-Add-In-Graph** (siehe Abbildung 31, Seite 22). In diesem Dialogfeld wird Ihnen jetzt nicht nur der Graph der Funktion angezeigt, sondern Sie haben noch eine ganze Reihe an Möglichkeiten, was Sie mit dem Graph alles anstellen können:

- Das Dialogfeld kann wie ein Windows-Fenster über den Fensterrahmen vergrößert oder verkleinert werden.
- Es gibt fünf *Anzeige-Symbole*, die folgende Bedeutungen haben:



Ein-/Ausblenden der x- und y-Achse



- : Koordinatenwerte auf der x- und y-Achse anzeigen ein-/ausschalten
  - : Ein-/Ausblenden des Rasters
  - : Verkleinern/Vergrößern der Koordinateneinteilung
  - : Öffnet das Dialogfeld **Plotbereich**, wo Sie neue Minimum- und Maximumwerte für die x- und y-Koordinaten angeben können. Achten Sie bitte darauf, dass das Dezimalzeichen ein Punkt und kein Komma ist.
- Für die Änderung der Größendarstellung stehen die beiden *Zoomen*-Symbole  und  zur Verfügung.
  - Klicken Sie in der Gruppe *Spur* auf das Symbol  und es werden in einer Sprechblase alle Koordinatenwerte des gesamten sichtbaren Graphen angezeigt (siehe Abbildung 32). Dabei bewegt sich die Sprechblase entlang des Graphen.
  - In der Gruppe *Allgemein* können Sie mit dem Symbol  die ursprüngliche Darstellung des Graphen wiederherstellen und mit dem Symbol  können Sie den Graphen als Grafikdatei (z.B. JPG oder TIFF) speichern.
  - Mit der Schaltfläche  fügen Sie den Graphen in Ihr Word-Dokument ein (unterhalb der Formel). Sie können diese Darstellung jederzeit verändern. Bewegen Sie das Maussymbol auf die Grafik und machen einen Doppelklick. Sofort öffnet sich das Dialogfeld **Microsoft Mathematics-Add-In-Graph** und Sie können Ihre Änderungen an dem Graphen durchführen. Um die Änderungen auch ins Word-Dokument zu übernehmen, klicken Sie auf die Schaltfläche . Sie können auch das Maussymbol direkt auf den Graphen im Dialogfeld bewegen und dann bei gedrückter Maustaste die Darstellung durch Verschieben des Maussymbols verändern.

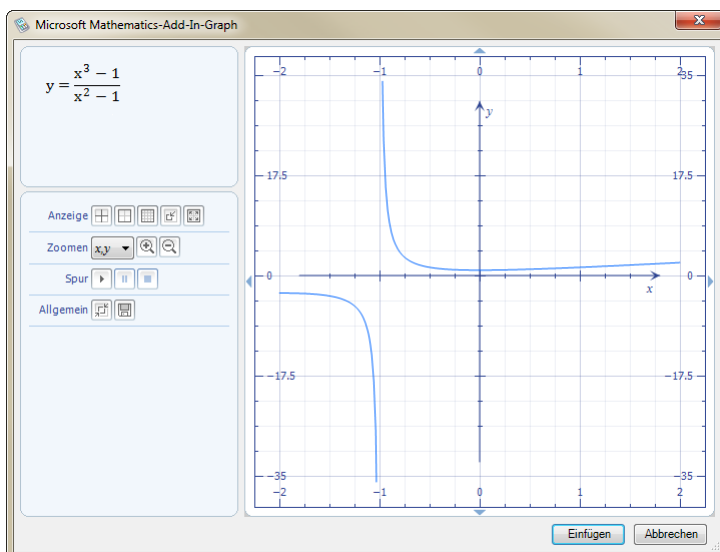


Abb. 31: Dialogfeld **Microsoft Mathematics-Add-In-Graph** (2D-Plot)



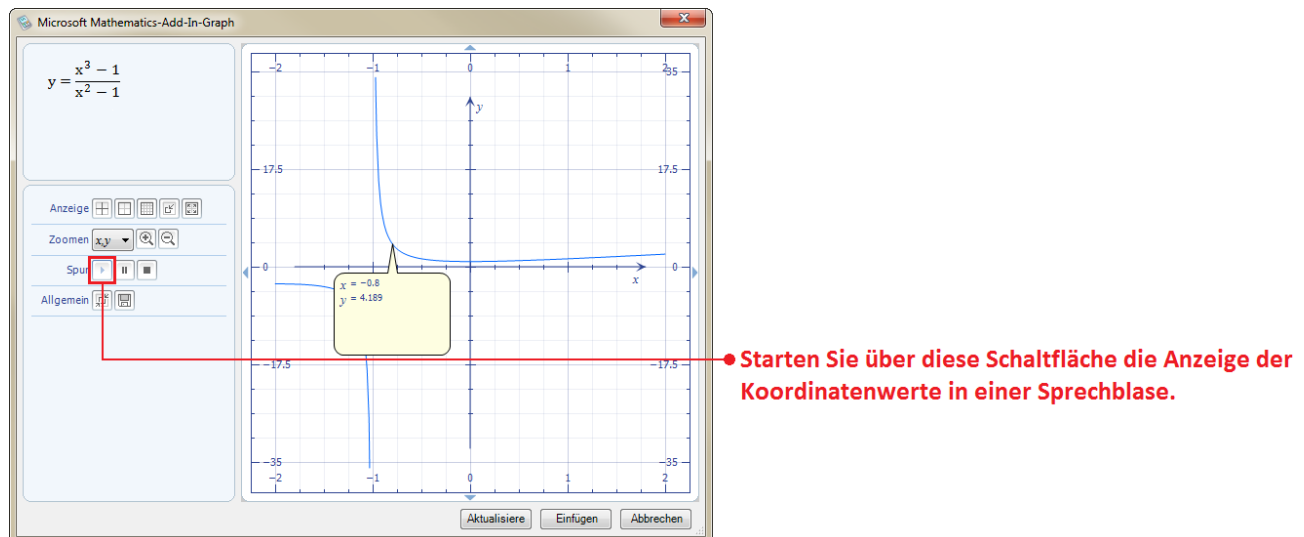






Abb. 32: Anzeige der Koordinatenwerte in einer Sprechblase

Nun ein Beispiel für einen 3D-Plot. Dafür nehmen wir die Gleichung für ein *einschaliges Hyperboloid*:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$$

Setzen Sie die Schreibmarke in die Formel und wählen dann im Register **Mathematics** das Symbol **Graph** und dann den Befehl **In 3D zeichnen**. Sie erhalten wieder das Dialogfeld **Microsoft Mathematics-Add-In-Graph** (siehe Abbildung 33). Diesmal aber mit etwas anderen Symbolen. Dazu gehören:

-  (Gruppe *Anzeige*): Die farbige Fläche des Graphen wird als Gitternetzstruktur angezeigt.
-  und  (Gruppe *Rotieren*): Wählen Sie zunächst aus der Liste die Achse, um die der Graph gedreht werden soll und klicken dann eines der beiden Symbole an. Die Rotation stoppt, wenn Sie das entsprechende Symbol erneut anklicken oder nach einer vollen Drehung um 360°.
-  (Gruppe *Animieren*): Wählen Sie die Variable, für die Sie unterschiedliche Werte einsetzen wollen, geben den Bereich von/bis an und klicken dann auf das Symbol. Schauen Sie sich dann einfach, wie der Graph sich entsprechend verändert, während der angegebene Bereich von links nach rechts durchlaufen wird.

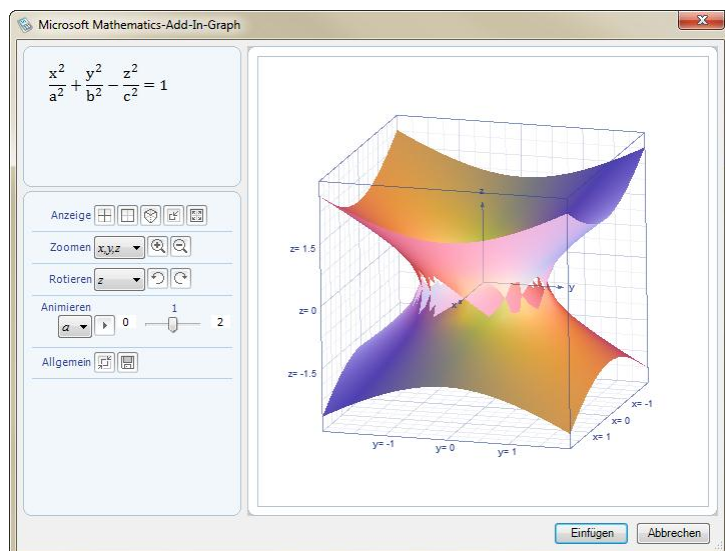
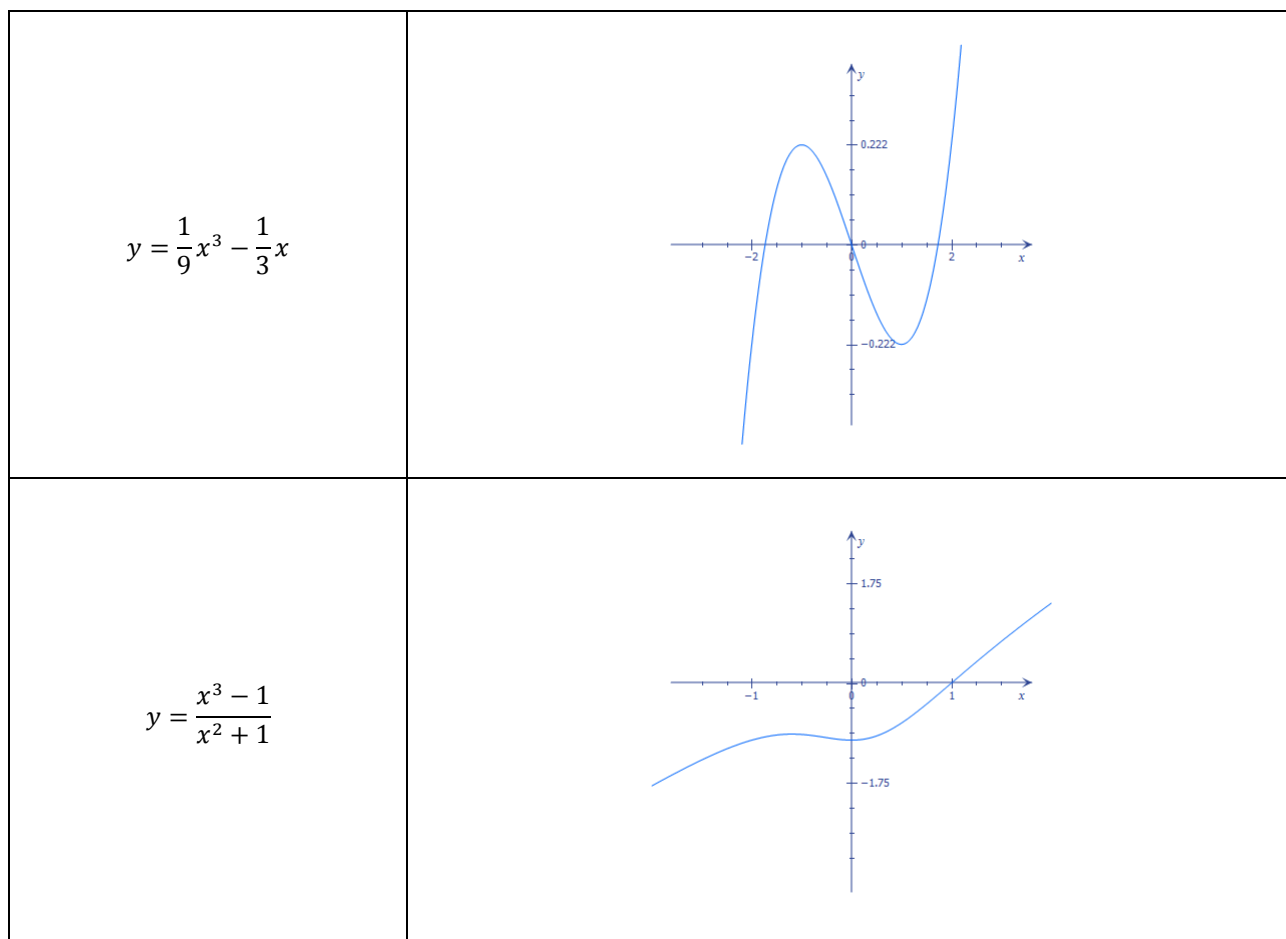
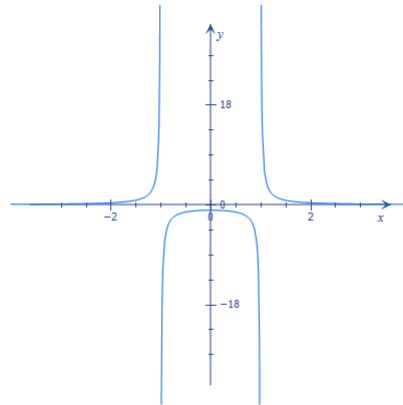


Abb. 33: Dialogfeld **Microsoft Mathematics-Add-In-Graph** (3D-Plot)

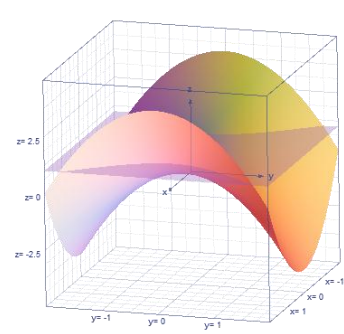
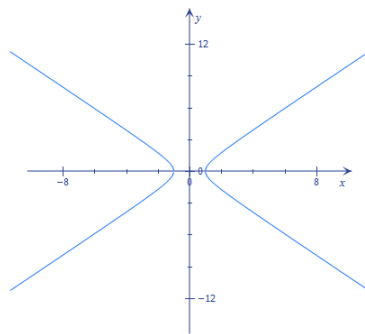
Auf den nachfolgenden Seiten noch ein paar Beispiele für 2D- und 3D-Graphen.



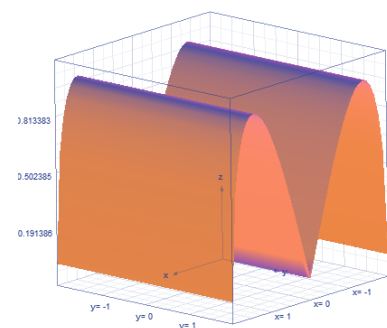
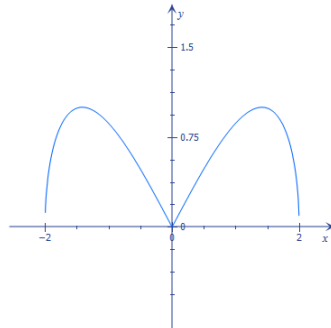
$$y = \frac{1}{x^2 - 1}$$



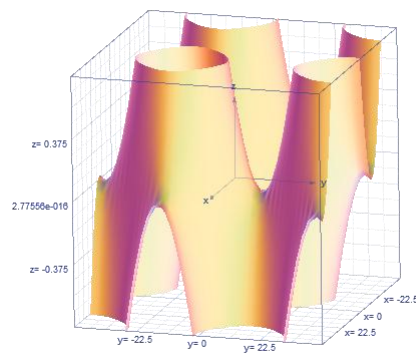
$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$



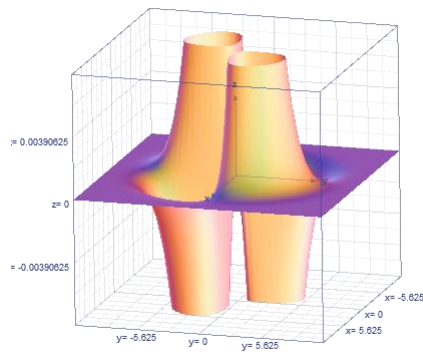
$$\sqrt{\frac{x^4 - 4x^2}{-4}}$$



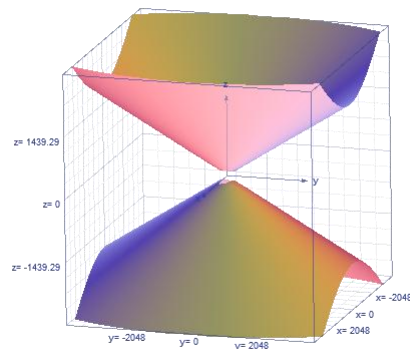
$$\sin(2\pi x) - \sin(2\pi y) = z$$



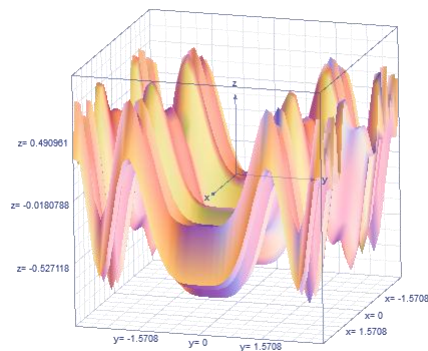
$$z = \sin(xy) e^{-\frac{1}{10}(x^2+y^2)}$$



$$\frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{5} + z^2 = 1$$



$$\frac{\sin x^3}{3} - \frac{\cos y^2}{2} = z$$



Nachfolgend noch einige Beispiele von mathematischen Ausdrücken, die mit Hilfe des Add-Ins vereinfacht, gelöst oder einfach nur berechnet werden können (Hinweis: als Dezimaltrennzeichen wird der Punkt und nicht das Komma bei den Ergebnissen verwendet).

Ausdruck	Befehl (Register <b>Mathematics</b> )	Ergebnis
$\frac{x}{3} + \frac{x}{4}$	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Berechnen</b>	$\frac{7x}{12}$
$\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)$	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Berechnen</b>	$\frac{\sqrt{2}}{2}$

Ausdruck	Befehl (Register <i>Mathematics</i> )	Ergebnis
$1234^{12}$	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Berechnen</b>	1246757290217658925 5564000298710470656
	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Berechnen</b> (angewendet auf das vorhandene Ergebnis)	$1.2468 \cdot 10^{37}$
$0 = \frac{x^2}{2} + \frac{3x}{4}$	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Nach x auflösen</b>	$x = 0$ oder $x = -\frac{3}{2}$
$a^2 + b^2 = c^2$	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Lösen</b> Unterbefehl <b>Nach c auflösen</b>	$c = \sqrt{a^2 + b^2}$ oder $c = -\sqrt{a^2 + b^2}$
$\pi$	Symbol <b>Dezimalstellen</b> Auswahl <b>4</b> dann Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Berechnen</b>	3.1416
$\pi$	Symbol <b>Dezimalstellen</b> Auswahl <b>12</b> dann Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Berechnen</b>	3.14159265359
$1 + e^{i\pi} = 0$	Symbol <b>Komplex</b> dann Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Algebra</b> Unterbefehl <b>Testen</b>	<i>Richtig</i>
$\frac{d^2}{dx^2}(x^3 + 3x^2 + 4x + 5)$	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Berechnen</b>	$6x + 6$
	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Algebra</b> Unterbefehl <b>Faktorisieren</b>	$6(x + 1)$
	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Nach x ableiten</b>	6
	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Berechnen</b>	$3x^2 + 6x + C$
$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{1+x^2} dx$	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Berechnen</b>	$\pi$
$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 3 \\ 1 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 & 1 & 5 \\ 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 3 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}^3$	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Berechnen</b>	$\begin{pmatrix} 34 & 53 & 73 \\ 33 & 48 & 73 \\ 30 & 47 & 61 \end{pmatrix}$

Ausdruck	Befehl (Register <i>Mathematics</i> )	Ergebnis
$\begin{pmatrix} 12 & 25 \\ 17 & 11 \end{pmatrix}$	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Matrix</b> Unterbefehl <b>Matrix invertieren</b>	$\begin{pmatrix} -\frac{11}{293} & \frac{25}{293} \\ \frac{17}{293} & -\frac{12}{293} \end{pmatrix}$
$\int_a^b x^2 dx$	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Berechnen</b>	$\frac{b^3 - a^3}{3}$
	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Ableiten</b> Unterbefehl <b>Nach a ableiten</b>	$-a^2$
	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Ableiten</b> Unterbefehl <b>Nach b ableiten</b>	$b^2$
	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Integrieren</b> Unterbefehl <b>Über a integrieren</b>	$\frac{a b^3}{3} - \frac{a^4}{12} + C$
	Symbol <b>Berechnen</b> Befehl <b>Integrieren</b> Unterbefehl <b>Über b integrieren</b>	$-\frac{b a^3}{3} + \frac{b^4}{12} + C$

Auf der nächsten Seite sehen Sie beispielhaft eine Seite aus einem Mathematikbuch<sup>6</sup>, damit Sie auch einmal den praktischen Einsatz des Formel-Editors sehen können.

# 1 Differenzierbare Funktionen einer reellen Variablen

Wir behandeln jetzt die Differenzierbarkeit von Funktionen und deren Ableitungen, zwei der grundlegenden Begriffe der Analysis, auf die wir bereits in 2.3, gestoßen sind. Im Folgenden bezeichne  $I$  stets ein Intervall oder ein verallgemeinertes Intervall. Für  $h \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$  und  $z \in \mathbb{R}^d$  schreiben wir  $\frac{z}{h}$  statt  $\frac{1}{h} \cdot z$ .

**Definition 1.** Eine Funktion  $f: I \rightarrow \mathbb{R}^d$  heißt **differenzierbar an der Stelle**  $t_0 \in I$ , wenn der Grenzwert

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(t_0 + h) - f(t_0)}{h} = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{f(t) - f(t_0)}{t - t_0}$$

existiert. Dieser Limes heißt (erste) **Ableitung**, Derivierte oder **Differentialquotient** von  $f$  an der Stelle  $t_0$  und wird mit  $f'(t_0)$  bezeichnet:

$$(1) \quad f'(t_0) := \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{f(t) - f(t_0)}{t - t_0} \in \mathbb{R}^d$$

Andere Bezeichnungen für  $f'(t_0)$  sind  $\dot{f}(t_0)$ ,  $Df(t_0)$ , oder  $\frac{df}{dt}(t_0)$  (Sprechweise: „df nach dt“)

Wenn  $t_0$  mit einem der Randpunkte von  $I$  zusammenfällt, so ist (1) einseitiger Grenzwert

$$f'_+(t_0) := \lim_{h \rightarrow +0} \frac{f(t_0 + h) - f(t_0)}{h} \text{ bzw. } f'_-(t_0) := \lim_{h \rightarrow -0} \frac{f(t_0 + h) - f(t_0)}{h}$$

zu interpretieren, je nachdem, ob  $t_0$  der linke oder der rechte Randpunkt von  $I$  ist. Die Funktion  $f: I \rightarrow \mathbb{R}^d$  heißt **differenzierbar**, wenn sie in jedem Punkt von  $I$  differenzierbar ist.

Ist  $f: I \rightarrow \mathbb{R}^d$  differenzierbar, so kann man die Zuordnung  $t \mapsto f'(t)$  betrachten und als Funktion  $f': I \rightarrow \mathbb{R}^d$  auffassen. Wenn diese neue Funktion  $f'$  differenzierbar ist, können wir  $f'' := (f')'$  bilden, die *zweite Ableitung von  $f$* . Für  $f''$  schreiben wir auch

$$(2) \quad f'' = \ddot{f} = \frac{d^2 f}{dt^2} = D^2 f$$

So kann man induktiv fortfahren und definiert, falls die  $(n-1)$ -te Ableitung  $f^{(n-1)}$  von  $f$  differenzierbar ist, die  $n$ -te Ableitung  $f^{(n)}$  als

$$(3) \quad f^{(n)} = (f^{(n-1)})', \quad f^{(0)} := f$$

Für  $f^{(n)}$  schreiben wir auch

$$f^{(n)} = \frac{d^n f}{dt^n} = D^n f, \quad D^0 f = f$$