

werden hingegen in **Schreibmaschinenschrift** gesetzt. Das Zeichen \square steht dabei für ein Leerzeichen (Leerschritt).

Die Benutzereingaben müssen in einer Weise erfolgen, die **Mathematica** versteht, d.h. sie müssen der Syntax von **Mathematica** genügen. Die Eingabe von Termen in **Mathematica** ist weitgehend der mathematischen Schreibweise angeglichen. Sie weicht aber in einigen Punkten davon ab. Es stehen für das Repetitorium alle Möglichkeiten der graphischen und menügesteuerten Eingabe von Formeln im Formelsatz zur Verfügung.

Zur Eingabe von Brüchen, Potenzen und Wurzeln gibt es in **Mathematica** u.a. die folgenden zwei Möglichkeiten:

1. Eingabe per Palette.

Standardmäßig öffnet **Mathematica** eine Palette, auf der Symbole für Brüche, Potenzen und Wurzeln zu sehen sind. Termeile werden durch Platzhalter dargestellt. Will man einen Palettenbutton nutzen, so markiere man zuerst den gewünschten Teilterm mit der Maus und klicke dann auf den Button. Der markierte Teilterm wird dann jeweils zum Zähler des Bruches, zur Basis der Potenz oder zum Radikanden. Per Tabulator \square erreicht man einen Platzhalter, in den man den fehlenden Nenner bzw. den Exponenten eintragen kann. Siehe die Abb. A.6.

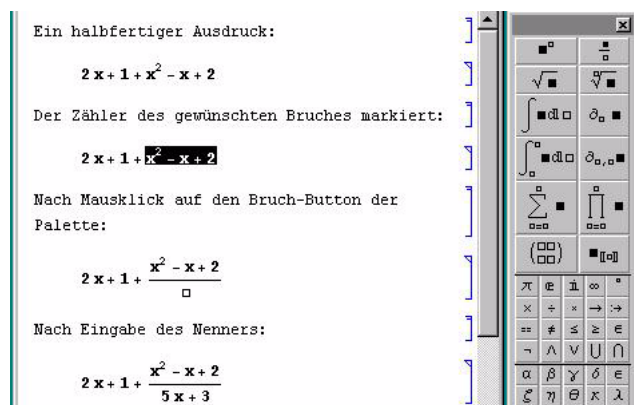


Abbildung A.6: Benutzung eines Palettenbuttons

2. Eingabe per Tastaturkürzel.

Zuerst markiert man den Teilterm, der Zähler eines Bruches, Basis einer Potenz oder Radikand einer Wurzel werden soll. Dies kann auch per Tastatur über „*Ctrl*-“ geschehen. Bei jedem Tastendruck auf diese Kombination wird der nächstgrößere Teilterm an der Mausposition markiert. Anschließend erzeugt man

- einen Bruch mit „*Ctrl-Shift-7*“,
- eine Potenz mit „*^*“,
- eine Quadratwurzel mit „*Ctrl-2*“.

Danach kann der Nenner bzw. der Exponent direkt eingegeben werden. Man bewegt den Cursor rechts neben den Formelteil mit der Pfeiltaste \rightarrow . Siehe Abb. A.7.

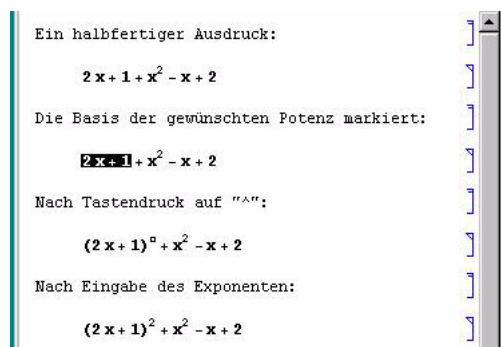


Abbildung A.7: Benutzung eines Tastaturkürzels

A.3 Formeln im Repetitorium

Auf einige Besonderheiten soll nun eingegangen werden:

Vorzeichen von Zahlen und Variablen werden in *Mathematica* nicht notwendig mit der Zahl zusammen in einer Klammer geschrieben. Statt

$$5 + (-2)$$

darf also $5+-2$ eingegeben werden. Es schadet aber nichts, wenn bei der Eingabe die Klammern wie in $5+(-2)$ gesetzt werden. In der Ausgabe werden die Klammern allerdings so gut wie immer weggelassen.

Allgemein gilt, dass nur unbedingt notwendige Klammern geschrieben werden müssen, und dass in der Ausgabe nur unumgängliche Klammern geschrieben werden. *Mathematica* versteht aber Ausdrücke mit zusätzlichen Klammern richtig.

Multiplikation wird in *Mathematica* außer durch das Zeichen „*“ auch durch ein – oder mehrere aufeinanderfolgende – Leerzeichen dargestellt, sofern dieses Leerzeichen nicht links oder rechts an ein anderes Operationszeichen anschließt. $a \cdot b$ darf also als **a*b** oder als **a_b** eingegeben werden. **ab** hingegen meint eine Variable mit Namen *ab*.

a+_b meint hingegen nicht $a + \cdot b$, sondern $a + b$, das Leerzeichen wirkt hier nur als Leerzeichen, nicht als Multiplikation.

Zwischen einer Zahl und einer folgenden Variablen oder zwischen einer Zahl und einer folgenden öffnenden Klammer kann sogar noch das Leerzeichen weggelassen werden: $2ab$ darf als **2a_b** eingegeben werden, $2(a+b)$ als **2(a+b)**.

Dadurch wird eine enge Anlehnung an die in der Mathematik übliche Schreibweise ab für das Produkt von a und b möglich.

Ungewöhnlich ist, dass auch zwischen Zahlen die Multiplikation durch eine Leerstelle angegeben werden kann. $2\sqcup 3$ steht also auch für $2*3$. Im Repetitorium ist allerdings dafür gesorgt worden, dass diese Schreibweise bei Ausgaben nicht vorkommt. Auch wird meistens das Multiplikationszeichen „*“ durch einen Punkt „.“ ersetzt. Solche Ausgaben lassen sich aber nicht per *cut-and-paste* als Eingaben nutzen.

Im Repetitorium ist die Anpassung an die mathematisch üblichen Schreibweisen von Produkten so weit gegangen, dass auch das Leerzeichen zwischen Variablen (und Zahlen!) zur Darstellung der Multiplikation nicht angezeigt wird. $a\sqcup b$ erscheint also als ab . Die Leerstelle *muss* aber auf jeden Fall eingegeben werden und ist in der internen Darstellung auch vorhanden. Der Benutzer darf sich nicht durch den Augenschein täuschen lassen, was nicht leicht ist, da optisch zwischen der Variablen mit Namen ab und dem Produkt $a*b$ kein Unterschied zu sehen ist. Es ist daher vorzuziehen, in der Eingabe den Asterisk („*“) als Multiplikationszeichen zu wählen.

Brüche können sowohl mit Bruchstrich als auch im Formelsatz eingegeben werden. Statt

$$\frac{a+b}{c+d}$$

ist die gleichbedeutende Schreibweise

$$(a+b)/(c+d)$$

möglich und als $(a+b)/(c+d)$ einzugeben. Die Klammern müssen dabei unbedingt gesetzt werden, denn $a+b/c+d$ bedeutet

$$a + \frac{b}{c} + d.$$

Absolutbeträge können nicht mit dem üblichen senkrechten Strich („|“) geschrieben werden, sondern es müssen zwei spezielle Zeichen verwendet werden, die *Mathematica* zur Verfügung stellt. Zwei Zeichen sind insbesondere deshalb nötig, damit der „linke“ Strich vom „rechten“ unterschieden werden kann. Da sie über die Tastatur nur umständlich einzugeben sind, wird ein Button bereitgestellt, mit dessen Hilfe ein Term leicht mit Absolutbeträgen versehen werden kann. Dazu muss wie bei einem Palettenbutton nur der (Teil-)term mit der Maus markiert und anschließend der Button gedrückt werden.

A.4 Lösen von Gleichungen

Besonders umfangreiche Möglichkeiten bieten die Abschnitte 6.3 bis 6.6 mit Aufgaben zu verschiedenen Typen von Gleichungen. Bei der Eingabe eigener Aufgaben ist der Benutzer frei, beliebig komplizierte Gleichungen einzugeben, sofern er im Bereich der rationalen Terme mit evtl. Wurzelfunktionen verbleibt. Bei Klick auf den Button Prüfen wird er fast immer die Lösungsmenge angezeigt bekommen, auch für Gleichungen höheren als 2. Grades. Eine Vorführung

ist aber nur vorgesehen und sinnvoll, wenn die resultierende algebraische Gleichung nicht vom 3. oder höherem Grad ist.

Bei der Kontrolle eigener Rechnungen ist, wie aus Abb. A.15, Seite 50, ersichtlich, gerade jener Vorrat an Termumformungen in Gestalt von *Radio-buttons* vorgegeben, der benötigt wird, um Gleichungen, die auf algebraische Gleichungen 2. Grades führen, bearbeiten zu können. Mit dem Button *Freie Umformung prüfen* können aber auch andere Umformungen, z.B. das Ausziehen dritter Wurzeln, kontrolliert werden. Allerdings kann dabei nicht festgestellt werden, ob beide Seiten der Gleichung äquivalent umgeformt wurden, denn dazu muss das System Hinweise über die vorgesehene Umformung haben. Es wird stattdessen überprüft, ob die Lösungsmenge durch die Umformung verändert wurde.

Der Vorschlag zur Termumformung ist technisch einfach so ausgeführt, dass der nächste Schritt, den das Repetitorium vornehmen würde, angezeigt wird. Dabei wird dieser Schritt unabhängig von vorhergehenden Umformungen ausgewählt, was dazu führen kann, dass abwechselnd Multiplizieren und Dividieren mit demselben Term vorgeschlagen wird. Beim Vorführen einer Gleichung durch das Repetitorium wird solch zyklisches Verhalten natürlich verhindert. Sicherlich ließe sich das auch für die Vorschläge tun, aber so ist der Benutzer gehalten, die Vorschläge selber auf ihren Sinn zu prüfen, er kann ihnen nicht blindlings folgen.

Während der Kontrolle werden fortlaufend Kommentare über ausgeschlossene Werte der Unbekannten x , Veränderungen der Lösungsmenge und zusätzlich zu betrachtende Gleichungen gegeben. Ihre Beachtung ist Sache des Benutzers.

A.5 Grundsätzliche Hinweise

Das Repetitorium ist weit davon entfernt, fehlerfrei zu sein, trotz vieler Anstrengungen. Insbesondere bei der Behandlung eigener Aufgaben muss man auf Überraschungen gefasst sein. Fehler, die *Mathematica* während der Durchführung des Repetitoriums feststellt, werden unter Umständen mitten in die Dialoge der Notebooks hineingeschrieben und stören dann deren Aufbau. Man verfare dann wie folgt:

- Zellen mit Fehlermeldungen (kenntlich an der blauen Schrift, dem englischen, meist etwas kryptischen Text) lassen sich markieren² und dann löschen.
- Fehlermeldungen verschwinden meist, wenn eine neue Aufgabe angefordert wird.
- Neuauswahl eines Übungsteils liefert immer einen sauberen neuen Dialog.
- Wenn, in sehr seltenen Fällen, das Repetitorium in eine Endlosschleife gerät, kann es mit den für *Mathematica* üblichen Methoden, d.h. durch Drücken von „Alt-“, unterbrochen werden.

²am rechten Notebookrand, da, wo normalerweise die Zellenklammern stehen. Diese sind im Repetitorium verdeckt worden, aber mit ihrer Funktionalität noch vorhanden.

Mathematica ist, wenigstens auf manchen Rechnern, durchaus im Stande, urplötzlich und sang- und klanglos abzustürzen. Wer die Ergebnisse von Vorführungen länger aufheben möchte, kann die generierten Notebooks ganz normal speichern, und er sollte dies rechtzeitig tun. Die Zahl der möglichen generierten Aufgaben ist so groß, dass die Wahrscheinlichkeit gering ist, dieselbe Aufgabe zweimal zu sehen.³

³Eine Ausnahme bildet der Abschnitt 5.1, wo die Auswahl an sinnvollen Aufgaben klein ist, sollen die vorkommenden Zahlen nicht unsinnig groß werden.