Maxima

Hier werden die Basics von STACK und insbesondere Maxima in Moodle zusammengefasst. Originaltexte zusammengetragen und übersetzt aus https://github.com/maths/moodle-qtype_stack/tree/master/doc/en/CAS und der Dokumentation "Minimal Maxima".

STACK arbeitet im Hintergrund mit dem Computeralgebrasystem Maxima. Dies bedeutet, in STACK-Aufgaben können generell Maxima Funktionen und Berechnungen durchgeführt werden, wobei es einige Einschränkungen in STACK gibt. Weiterhin gibt es Funktionen die nur in STACK und nicht in Maxima definiert sind. Welche Funktionalitäten zur Verfügung stehen, kann man hier nachschlagen.

Objekte

Objekte in Maxima sind Ausdrücke (englisch: expressions). Diese kommen generell in drei Formen vor:

- Atome wie Symbole, Strings und Zahlen
- Operatoren mit ihren Argumenten (die wiederum Operatoren oder Atome sein können)
- Mathematische Ausdrücke die mathematische Operatoren (+-*/<>=) oder Funktionen (z.B. sin(x)) enthalten

Die wichtigsten Objekte sind

- Gleichungen
- Ungleichungen
- Sets (z.B. `A:{1,2}`)
- Listen (z.B. `L:[1,2,3]` mit Zugriff auf x-tes Element durch Befehl `L[x]`)
- Matrizen (z.B. `M:matrix([1,2],[3,4])` mit jede Zeile als eigene Liste und Zugriff durch `M[x][y]`)
- logische Ausdrücke, verknüpft mit logischem and oder or (z.B. `x=1 or x=2`)
- (sonstige) Ausdrücke

Listen

Listen können z.B. angelegt werden mit:

```
L:[1,2,3];
```


Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

Es wird also der Variable L die Liste `[1,2,3]` zugeordnet. Dementsprechend kann mit

```
L[i];
```

auf das i-te Element der Liste zugegriffen werden. Das erste Element der Liste ist somit entsprechend `L[1]`. Erwähnenswert ist hier noch, dass eine Liste auch weitere Listen enthalten kann. In einer Liste L die `[[1,true],[2,true],[3,false]]` enthält, kann man also mit

```
L[3][2];
```

auf das zweite Element in der dritten Liste zugreifen (in diesem Fall `false`). Eine weitere nützliche Operation ist

```
map(f, L);
```

Hiermit wird `f` auf jedes Element von L angewandt. Möchte man jedes Element in der Liste aufaddieren, so kann man dies mit

```
apply("+",L);
```

tun. Eine weitere Operation ist

```
for x in L do ex;
```

Dies wendet die Operation ex für jedes Element von L an, wobei x in ex als Variable genutzt werden kann. Weiterhin kann man mit

```
length(L);
```

die Anzal der Elemente in L bestimmen.

Matrizen

Matrizen können mit

```
M:matrix(L1, ..., Ln);
```

angelegt werden, wobei L1 bis Ln Listen sind, die die Zeilen der Matrix repräsentieren. Mit den Befehlen

```
M[i,j]
```

oder

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

```
M[i][j]
```

greift man auf das Element in der i-ten Zeile und j-ten Spalte zu. Der Befehl

```
M:zeromatrix(n,m);
```

erzeugt direkt eine n x m - Nullmatrix.

Die Matrixmultiplikation wird mit dem Punkt als Operator durchgeführt. Das heißt `M.L`, `L.M` und `M.N` sind Matrixmultiplikationen, mit `L` als Liste und `M` und `N` als Matrizen.

Weitere nützliche Funktionen für Matrizen:

Funktion	Output
`transpose(M)`	Transponiert die Matrix `M`.
`eigenvalues(M)`	Eigenwerte von `M`.
`eigenvectors(M)`	Eigenvektoren von `M`.
`length(M)`	Anzahl der Zeilen von `M`.
`length(transpose(M))`	Anzahl der Spalten von `M`.

Sets/Mengen

Sets erstellt werden mit

```
A:set(a,b,c,...);
```

oder mit

```
A:{a,b,c,...};
```

Hier sind `a,b,c,…` die Elemente des Sets. Beide Alternativen sind äqivalent. In Sets erscheinen die Elemente des Sets nur einmal. Das heißt

```
A:set(a,b,c,b,a);
```

liefert das Set `{a,b,c}`. Ist dies nicht der Fall, so ist wahrscheinlich die Simplifikation(siehe Abschnitt zu Simplifikation) nicht aktiviert. Diese kann man aber aktivieren indem man *Aufgabenweites Simplify* in den *Optionen* der STACK-Frage auf *Ja* setzt, indem man die `simp` Variable temporär in den Aufgabenvariablen auf `true` setzt

```
simp:true;
A:set(a,b,c,b,a);
simp:false;
```

oder indem man die Funktion `ev()` nutzt.

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

```
A:ev(set(a,b,c,b,a), simp);
```

Nützliche Funktionen für Sets:

Funktion	Output
`union(A,B)`	Vereinigung der beiden Mengen A und B.
`intersect(A,B)`	Schnitt der Mengen A und B.
`cardinality(A)`	Mächtigkeit der Menge A.

Zuweisungen

Input	Resultat
`a:1`	Der Variable a wird der Wert *1* zugewiesen.
a=1	Eine Gleichung, die noch zu lösen ist.
`f(x):=x^3`	Definition einer Funktion.

Innerhalb Zuweisungen können Maxima-Funktionen genutzt werden.

Beispiel:

```
a:expand((x+1)*(x-5));
```

Funktionen definieren

Um eine Funktion zu defnieren gibt es zwei Möglichkeiten. Eine ist der Operator `:=` und die zweite ist die Funktion `define()`. Die erstere haben wir bereits im vorangehenden Kapitel gesehen.

1. Die erste Möglichkeit ist eine Funktion mit dem Operator `:=` zu definieren. So kann man z.B. eine Funktion `foo(x)` definieren mit `foo(x) := diff(x^2 + x + 5, x)`. Unter `foo(x)` ist nun die Funkion `diff(x^2 + x + 5, x)` hinterlegt. Hier wird nun bei jedem Aufruf von `foo(x)` die Funktion `x^2 + x + 5` nach x differenziert und der übergebene Wert an der Stelle x eingesetzt. Es ist eventuell nicht gewollt, bei jedem Aufruf die Funktion erneut zu differenzieren, daher gibt es noch eine zweite Möglichkeit Funktionen zu definieren.
2. Es ist auch möglich eine Funktion mit der Maxima Funktion `define()` zu definieren. Mit `define(foo(x), diff(x^2 + x + 5, x))` wird direkt beim Definieren der Funktion `diff()` ausgeführt und so ist letzten Endes die Funktion `2*x + 1` unter `foo(x)` hinterlegt.

Gleichungen lösen

Gleichungen können mit der Funktion `solve(ex, x)` gelöst werden.

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

```
solve(x^2 + x - 30 = 0, x);
```

löst die Gleichung `x^2 + x - 30 = 0` nach `x` auf und gibt die Liste

```
[x = -6, x = 5]
```

aus, die die Lösungen enthält. Ist `ex` keine Gleichung, so wird `ex = 0` angenommen.

Auch Gleichungssysteme können mit `solve([ex1, …, exn], [x1, …, xn])` gelöst werden.

```
solve([x + y = 0, x - y = 10], [x, y]);
```

liefert als Ergebnis

```
[[x=5, y=-5]]
```

Hierbei ist zu beachten, dass die Lösung eine Liste innerhalb einer Liste ist. Dies liegt daran, dass jede mögliche Lösung als eigene Liste aufgelistet wird.

Integrieren und Differenzieren

Mit Hilfe von Maxima kann man mit Hilfe von Funktionen sehr einfach Integrale berechnen lassen und differenzieren.

Integrieren

Es können mit `integrate(ex, x)` uneigentliche und mit `integrate(ex, x, a, b)` eigenliche Integrale ausgewertet werden, wobei `ex` die zu integrierende Funktion beschreibt, `x` die Variable und `a` und `b` die Grenzen definieren.

So liefert z.B.

```
integrate(1/(1+x), x);
```

entsprechend das Ergebnis

```
ln(|x+1|)
```

Einige Maxima Funktionen können beim Integrieren sehr nützlich sein. Möchte man das eben genannte Integral zwischen den Grenzen `0` und `a` berechnen, so sollte man vorher angeben, dass `a` größer 0 ist. Dies kann man vor dem Integrieren mit dem Befehl

```
assume(a>0);
```


Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

erreichen. Andernfalls würde

```
integrate(1/(1+x), x, 0, a);
```

zu Fehlermeldungen führen.

Möchte man das Integral nicht ausrechnen, sondern einfach nur als Integral ausgeben, so kann man dies mit einem Apostroph vor dem Befehl erreichen, was die Ausführung der Funktion in Maxima unterdrückt, also z.B.

```
'integrate(1/(1+x), x, 0, a);
```

Möchte man diesen Ausdruck dann doch integrieren kann man das mit dem Befehl

```
ev(ex, integrate);
```

tun. Wird auch ohne das Apostroph nur das Integral angezeigt, so konnte kein Integral gefunden werden und man muss eventuell manuell mit Substiution nach einer Lösung suchen.

Differenzieren

Einfaches differenzieren einer Funktion ex nach Variable x funktioniert mit dem Befehl

```
diff(ex, x);
```

Die n-te Ableitung erhält man mit

```
diff(ex, x, n);
```

Mit

```
diff(ex, x_1, n_1, x_2, n_2, ..., x_m, n_m);
```

wird ein Ausdruck ex zunächst n_1 mal nach x_1 differenziert, dann n_2 mal nach x_2 differenziert, etc.

Auch hier kann man genauso wie beim Integrieren, die tatsächliche Berechnung durch ein vorgestelltes Apostroph unterbinden (z.B. '`diff(x^2, x)`).

Prädikat-Funktionen

Funktionen in STACK/Maxima die als Input einen Ausdruck nehmen und true oder false ausgeben.

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

ex steht für den Ausdruck (expression). Beachte: Jeder Name einer Prädikats-Funktion endet auf „p“.

Funktion	**Output**
`floatnump(ex)`	Überprüft ob ex ein float ist.
`numberp(ex)`	Überprüft ob ex eine Zahl ist. Wobei Symbole wie `\sqrt(2)`, `\pi` oder `i` nicht als Zahlen gewertet werden.
`real_numberp(ex)`	Überprüft ob ex eine reele Zahl ist (schließt irrationale Zahlen und symbolische Zahlen wie `\pi` mit ein.
`setp(ex)`	Überprüft ob ex ein Set ist.
`listp(ex)`	Überprüft ob ex eine Liste ist.
`matricep(ex)`	Überprüft ob ex eine Matrix ist.
`polynomialp(ex,[v])`	Überprüft ob ex ein Polynom in der Liste der Variable v ist.
`equationp(ex)`	Überprüft ob ex eine Gleichung ist.
`functionp(ex)`	Überprüft ob ex eine Funktion ist, definiert durch den Operator `:=`.
`inequalityp(ex)`	Überprüft ob ex eine Ungleichnung ist.
`expressionp(ex)`	Überprüft ob ex *keine* Matrix, Liste, Set, Gleichung, Funktion oder Ungleichung ist.
`polynomialsimpp(ex)`	Überprüft ob ex ein Polynom in seinen eigenen Variablen ist.
`simp_numberp(ex)`	Überprüft ob ex eine Zahl ist falls `simp:false`.
`simp_integerp(ex)`	Überprüft ob ex ein Integer ist falls `simp:false`.
`real_numberp(ex)`	Überprüft ob ex eine reelle Zahl ist.
`rational_numberp(ex)`	Überprüft ob ex eine rationale Zahl ist.
`lowesttermsp(ex)`	Überprüft ob ein Bruch ex nicht mehr kürzbar ist.
`element_listp(ex,l)`	`true` wenn ex ein Element der Liste `l` ist. (Sets haben `elementp`, Listen jedoch nicht)
`all_listp(p,l)`	`true` wenn alle Elemente von `l` die Bedingung p erfüllen.
`any_listp(p,l)`	`true` wenn zumindest ein Element von `l` die Bedingung p erfüllt.
`sublist(l,p)`	Gibt eine Liste mit den Elementen aus `l` zurück die die Bedingung p erfüllen.
`expandp(ex)`	`true` wenn sich ex in seiner aufgelösten Form befindet.
`factorp(ex)`	`true` wenn sich ex in seiner faktorisierten Form befindet.
`continuousp(ex,v,xp)`	`true` wenn ex stetig ist in Bezug auf v an der Stelle xp.
`diffp(ex,v,xp,[n])`	`true` wenn ex (optional n mal) nach v differenzierbar ist an der Stelle xp (unreliable).

`rationalized(ex)` gibt zudem `false` zurück, falls der Ausdruck ex Brüche enthält, die im Hauptnenner z.B. Wurzelausdrücke enthalten mit einer Liste der Funde und `true` sonst. Ist aber an sich keine Prädikats-Funktion.

Zahlen

Konstanten	
%e	Eulersche Zahl
%pi	Kreiszahl

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

Konstanten	
%i	imaginäre Einheit
%phi	Goldener Schnitt

Manche Zahlen wie z.B. e oder `pi` sind schon automatisch als Variablen angelegt. Das heißt `pi: %pi` ist nicht notwendig. Möchte man jedoch `pi` nur als Symbol und nicht als Zahl benutzen so kann man den Befehl `stack_reset_vars(true)` mit in die Aufgabenvariablen aufnehmen.

Gleitkommazahlen

Mit der Funktion `float(ex)` kann aus ex eine Gleitkommazahl gemacht werden. Mit `rat(ex)` kann ex „rationalisiert“ werden. Für

```
rat(0.25);
```

erhalten wir entsprechend den Bruch 1/4 als Output.

Aufpassen muss man, wenn Ausdrücke wie 2e5 (im Sinne von 2 x 10^5) benutzt werden sollen, da wie oben schon beschrieben e als Eulersche Zahl angelegt wird. Hier muss man die *strikte Syntax* in Fragen aktivieren, da sonst der Ausdruck 2e5 als 2*e*5 interpretiert wird.

Runden

Gerundet wird standardmäßig in STACK mit

```
round(x);
```

wobei hier zu beachten ist, dass das symmetrische Runden genutzt wird. Es wird also bei .5 auf die nächste gerade Zahl gerundet. Das heißt, 2.5 wird auf 2 abgerundet und 3.5 auf 4 aufgerundet. Kaufmännisches Runden kann dennoch mit der Funktion

```
significantfigures(x, n);
```

erreicht werden.

Zufallswerte

Einfache Zufallswerte

Die Maxima Funktion `random()` erzeugt Zufallszahlen, jedoch sollte dies nicht für STACK-Aufgaben

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

genutzt werden, denn dies verursacht, dass ein Student, der eine Frage ein weiteres Mal ansieht, neue Zufallswerte erhält. Um dies zu vermeiden, wurde für STACK eine Funktion `rand()`, mit festgesetztem seed, definiert. Diese ist also dementsprechend für STACK zu bevorzugen.

Funktion	Output
`rand(n)`	Erzeugt eine Zufallszahl zwischen `0` und `n-1`.
`rand(n.0)`	Erzeugt eine zufällige Gleitkommazahl zwischen `0` und `n`.
`float(rand(2000)/1000)`	Erzeugt eine Zufallszahl zwischen `0` und 2 mit drei Nachkommastellen (indem zuerst mit `rand(2000)` eine Zahl zwischen `0` und `1999` erzeugt wird und diese mit dem Teilen durch `1000` um drei Nachkommastellen verschoben wird). Die Werte können hier natürlich nach Belieben angepasst werden.
`rand([a, b, …, z])`	Zieht ein zufälliges Element aus der Liste `[a, b, …, z]`.
`rand(matrix(…))`	Wendet die Funktion rand() auf jedes Element der Matrix an.

Es ist ratsam beim Erzeugen von Zufallszahlen keine bedingte Anweisungen wie z.B. `if` zu benutzen sondern auf einfachere Mittel zurückzugreifen. Möchte man beispielsweise eine Zufallszahl erzeugen, die eine kleine Primzahl ist, dann ist der Ausdruck

```
rand([2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19]);
```

vielleicht nicht die schönste, aber dafür die zuverlässigste Variante.

Weiterer Tipp: Möchte man Zufallszahlen nicht ab 0 aufwärts sondern z.B. zwischen -5 und 10 oder zwischen 11 und 42 erzeugen, so kann man dies mit der Kombination von Zufallswerten und der Addition oder Substraktion von festen Werten erreichen.

Zufallswerte zwischen 11 und 42:

```
p: rand(32)+11;
```

Matrix mit Zufallswerten zwischen -5 und 10:

```
A: rand(matrix([16,16],[16,16]))-matrix([5,5],[5,5]);
```

Weitere Funktionen zum Erzeugen von Zufallswerten

Funktion	Output
`rand_with_step(lower, upper, step)`	Zieht eine Zufallszahl aus dem Set {`lower, lower+step, lower+2*step, …, final`}, wobei `final` ⇐ `upper` und `final+step > upper`.
`rand_range(lower, upper, step)`	Das Gleiche wie bei `rand_with_step(lower, upper, step)`.
`rand_with_prohib(lower, upper, list)`	Erzeugt eine Zufallszahl zwischen `lower` und `upper`, aber schließt dabei alle Elemente aus `list` aus.
`rand_selection(ex, n)`	Erzeugt eine Liste mit n Zufallswerten ohne Zurücklegen aus der Liste ex.
`random_permutation(ex)`	Gibt eine zufällige Permutation der Liste ex zurück.

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

Beispiele

Zufallszahl aus `{-5, -2, 1}`:

```
a: rand_with_step(-5, 3, 3);
```

Zufallszahl aus `{-5, -4, -3, 3, 4, 5}`:

```
b: rand_with_prohib(-5, 5, [-2, -1, 0, 1, 2]);
```

Diese Funktion ist z.B. nützlich um bei Brüchen zu vermeiden durch 0 zu teilen.

Drei zufällige Elemente aus `[1, 2, 3, 4, 5]` ziehen:

```
c: rand_selection([1, 2, 3, 4, 5], 3);
```

Folgender Befehl könnte beispielsweise `[4, 3, 5, 1, 2]` liefern:

```
d: rand_permutation([1, 2, 3, 4, 5]);
```

Erzeugen eines Polynoms vierten Grades mit zufälligen Koeffizienten zwischen 0 und 6:

```
polynom: apply("+", makelist(rand(7)*x^k, k, 0, 4))
```

Hier wird zunächst mit `makelist(ex, k, i, j)` eine Liste erstellt, die aus den Elementen `ex` besteht, wobei jeweils die Variable `k` in `ex` mit den Zahlen zwischen `i` und `j` ersetzt wurde. Die Koeffizienten sind randomisiert und mit `apply(„+“, ex)` werden schließlich die Listenelemente aufaddiert, so dass wir ein Polynom erhalten.

Fragentext:

```
Ein Pendel befindet sich auf dem Planeten {@p@}. Welche Länge muss das
Pendel besitzen um eine Periode von {@t@}s zu haben?
```

Aufgabenvariablen:

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

```
t:rand(5)+3;
idx:rand(3)+1;  /* Index bei Listen starten bei 1, rand(n) liefert
0,...,n-1.  */
l1:["Merkur", "Erde", "Mars"];
l2:[3.61, 9.8, 3.75];
p:l1[idx];
ta:t*l2[idx]/(4*%pi^2);
```

STACK spezifische Funktionen

Folgende Funkionen sind nur in STACK und nicht Maxima definiert:

Funktion	Output
`significantfigures(x, n)`	Rundet die Zahl x an der n-ten Stelle der Zahl.
`decimalplaces(x, n)`	Rundet die Zahl x käufmännisch auf die n-te Nachkommastelle.
`commonfaclist(l)`	Gibt den größten gemeinsamen Faktor der Zahlen in der Liste `l` zurück.
`list_expression_numbers(ex)`	Erstellt eine Liste aus den Elementen von ex, für die gilt `numberp(ex) = true`.

Vereinfachen und Ordnen

Terme ordnen

Als Voreinstellung ordnet Maxima Terme automatisch in umgekehrter lexikographischen Ordnung an. Also würde man z.B. eine Variable mit dem Term a+b+c belegen und diese im Fragetext ausgeben, so erscheint als Output automatisch c+b+a.

Die Ordnung kann man mit den Befehlen

```
ordergreat(v_1, v_2, ..., v_n);
```

oder

```
orderless(v_1, v_2, ..., v_n);
```

geändert werden. Dabei würde die Ordnung *v_1* > *v_2* > ... > *v_n* bzw. *v_1* < *v_2* < ... < *v_n* angenommen werden.

Das heißt bei einer Eingabe von

```
ordergreat(a, b, c)
```


Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

erhält man im obigen Beispiel einen Output von a+b+c.

Logarithmus

Funktionen	
`log(x)`	Natürlicher Logarithmus (Basis *e*).
`lg(x)`	Logarithmus von x zur Basis 10.
`lg(x, n)`	Logarithmus von x zur Basis n.

Selektive Simplifikation

In STACK-Aufgaben kann man in den Optionen des Potential response tree die globale Variable `simp` ändern. Dies geschieht unter dem Optionspunkt *Auto-Vereinfachung*. Es wird dementsprechend die Variable `simp` auf `true` oder `false` gesetzt. Dies kann man auch manuell tun mit dem Befehl `simp:true`. Is diese Variable auf `false` gesetzt, so werden Terme wie 4+5 von Maxima nicht automatisch zu 9 vereinfacht, sondern so belassen.

Ist `simp:false` gesetzt, so kann mit `ev(ex, simp)` ein Ausdruck ex mit Vereinfachung ausgewertet werden.

Plots

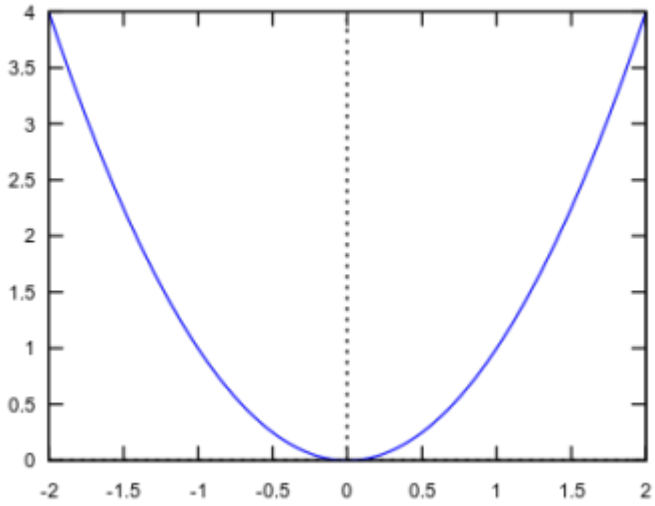
Möchte man in einer STACK-Aufgabe plotten, so muss man aufpassen, in welche Dokumentationen man schaut. Obwohl STACK mit dem CAS Maxima operiert, können vor allem in diesem Themengebiet nicht die gleichen Funktionen wie in Maxima benutzt werden. In Maxima existieren allgemein Funktionen wie `plot2d()` und `plot3d()` mit denen man wunderschöne plots und Grafiken erstellen kann. In Moodle existieren diese nicht. Es wurde eine neue Funktion `plot()` angelegt, die ausgewählte Funktionalitäten von `plot2d()` enthält. Wie man die `plot()` Funktion nutzen kann und was im Vergleich zu `plot2d()` möglich oder nicht möglich ist, werden wird in diesem Kapitel weiter erläutert.

plot()

Zur Erklärung der Plotfunktion in STACK zunächst ein einfaches Beispiel:

```
plot(x^2,[x,-5,5])
```


Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

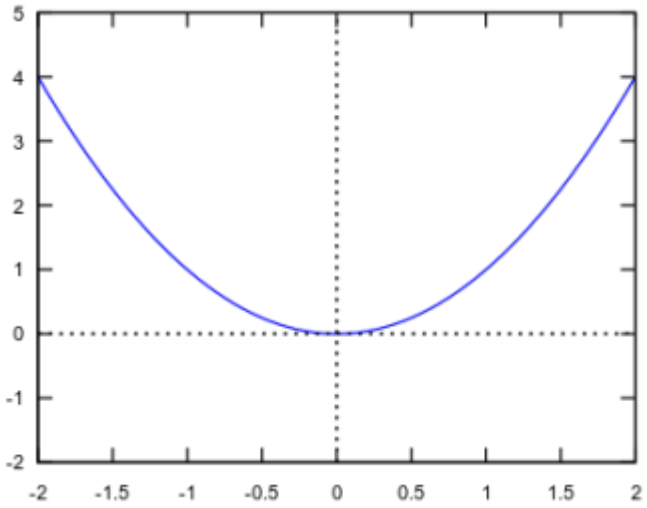


Hier wird ein plot der Funktion x^2 im Bereich -5 < x < 5 erzeugt.

y-Achse anpassen

Die y-Achse kann man folgendermaßen festlegen:

```
plot(x^2,[x,-5,5],[y,-2,5])
```



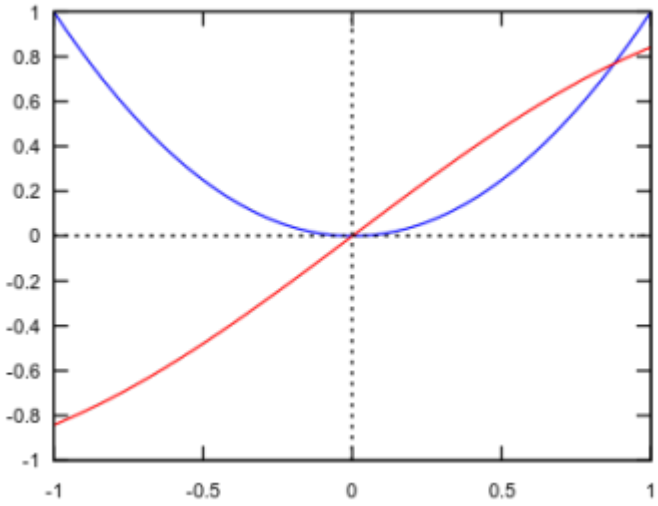
Also in diesem Fall von -2 bis 5. Dies funktioniert aber nicht immer problemlos in STACK.

Mehrere Funktionen in einer Grafik

Mehrere Funktionen kann man mit Hilfe einer Liste in der selben Grafik ausgeben:

```
plot([x^2,sin(x)],[x,-1,1])
```

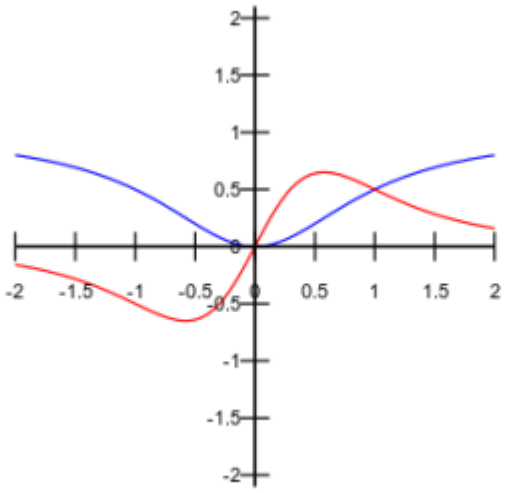

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.



Tradionelle Axen

Traditionelle Axen, die nicht in Kastenform angezeigt werden können mit dem folgenden Einstellungen der `plot()` Funktion erzeugt werden:

```
plot([x^2/(1+x^2), 2*x/(1+x^2)^2], [x, -2, 2], [y, -2.1, 2.1], [box, false],
[yx_ratio, 1], [axes, solid], [xtics, -2, 0.5, 2], [ytics, -2, 0.5, 2])
```

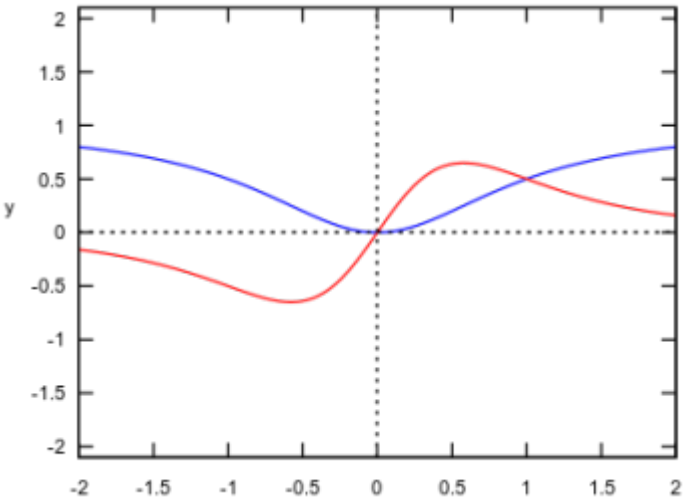


Beschriftungen

Beschriftungen von z.B. Achsen können generell mit den Befehlen bzw. Optionen `ylabel` und `xlabel` eingefügt werden (konkretes Beispiel hierfür folgt weiter unten). Die `ylabel` Option rotiert jedoch die Beschriftung um 90 Grad. Möchte man eine horizontale Beschriftung der y-Achse einfügen so kann die Option `label` genutzt werden, wie man im folgenden Beispiel sehen kann:

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

```
plot([x^2/(1+x^2),2*x/(1+x^2)^2], [x, -2, 2], [y,-2.1,2.1],
[label,["y",-2.5,0.25]])
```

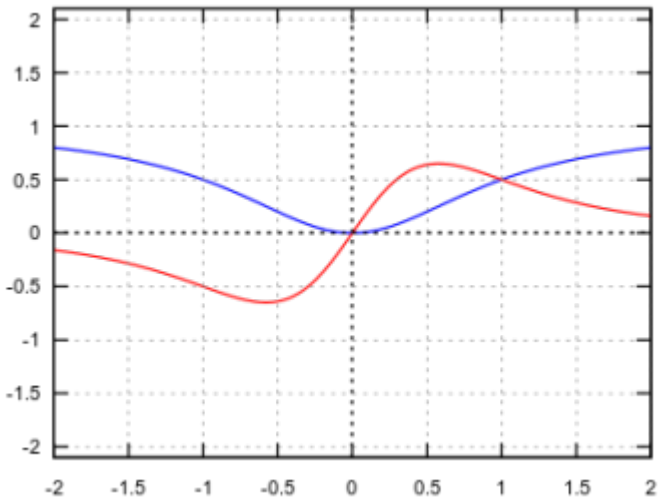


Hier wird an der Koordinate (-2.5, 0.25) die Beschriftung „y“ der Grafik hinzugefügt. So kann man natürlich auch beliebig Beschriftungen innerhalb der Grafik einfügen und somit auch z.B. Funktionen oder Punkte beschriften.

Koordinatennetz

Um ein Koordinatennetz in einer Grafik zu hinterlegen, kann die Option `grid2d` benutzt werden.

```
plot([x^2/(1+x^2),2*x/(1+x^2)^2], [x, -2, 2], [y,-2.1,2.1], grid2d)
```



In STACK unterstützte Optionen für Plots

Hier eine Liste aller Optionen die von `plot()` in STACK und damit in Moodle unterstützt werden:

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

Option	
`xlabel`	Beschriftung für die x-Achse.
`ylabel`	Beschriftung für die y-Achse.
`label`	Beschriftung an einer bestimmten Stelle in der Grafik einfügen.
`legend`	Legende anzeigen für Funktionen.
`color`	Farben von einzelnen Funktionen ändern.
`style`	Plotstil festlegen.
`point_type`	Punktstil festlegen.
`nticks`	Anzahl der Stützstellen zur Kurvenberechnung.
`logx`	Logarithmische Skalierung der x-Achse.
`logy`	Logarithmische Skalierung der y-Achse.
`axes`	Bestimmt welche Axen angezeigt werden.
`box`	Bestimmt ob es einen Rahmen für die Grafik gibt.
`plot_realpart`	Bei komplexen Funktionen wird nur Realteil gezeichnet.
`yx_ratio`	Verhätnis von x und y-Achse.
`xtics`	Festlegung der Skalenpunkte auf der x-Achse.
`ytics`	Festlegung der Skalenpunkte auf der y-Achse.
`ztics`	Festlegung der Skalenpunkte auf der z-Achse.
`grid2d`	Koordinatennetz anzeigen.
`alt`	Alternativer Text für die erstellte Grafik.

Auswahlmöglichkeiten für Plotstil, Punktstil und Farben

`style`: lines (für Linienabschnitte), points (für isolierte Punkte), linespoints (für Linienabschnitte und Punkte), oder dots

`color`: red, green, blue, magenta, cyan, yellow, orange, violet, brown, gray, black, white

`point_type`: bullet, circle, plus, times, asterisk, box, square, triangle, delta, wedge, nabla, diamond, lozenge

Alternativer Text für eine Grafik

Für einige erstellte Aufgaben kann es sinnvol sein den zugeordneten Text der Grafik selbst zu ändern. Besteht die Aufgabe beispielsweise darin, dass ein Student vom Verlauf der Funktion zuordnen soll um welche Funktion es sich handelt, so könnte er dies in den Bildeigenschaften einfach nachschauen. Ein Standardtext für eine solche Grafik lautet z.B. „STACK auto-generated plot of [x^2] with parameters [[x,-2,2],[y,-2.1,2.1]]“. Um dies zu vermeiden, kann mit der `alt` Option dieser Text geändert werden.

```
plot(x^2,[x,-2,2],[alt,"These aren't the functions you're looking for."])
```

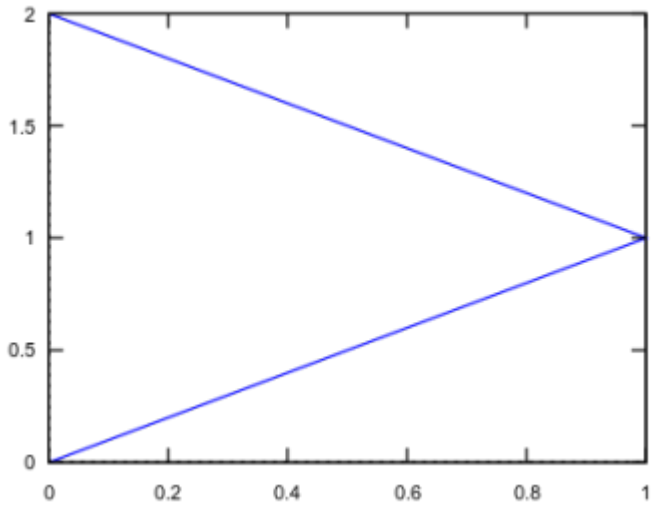

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

Diskrete Funktionen

Einfache diskrete Funktionen kann man mit dem Befehl `discrete[[x_1, y_1],…,[x_n, y_n]]` darstellen. Beispiel:

```
plot([discrete,[[0,0],[1,1],[0,2]]]);
```

Dies ergibt den folgenden Graphen:



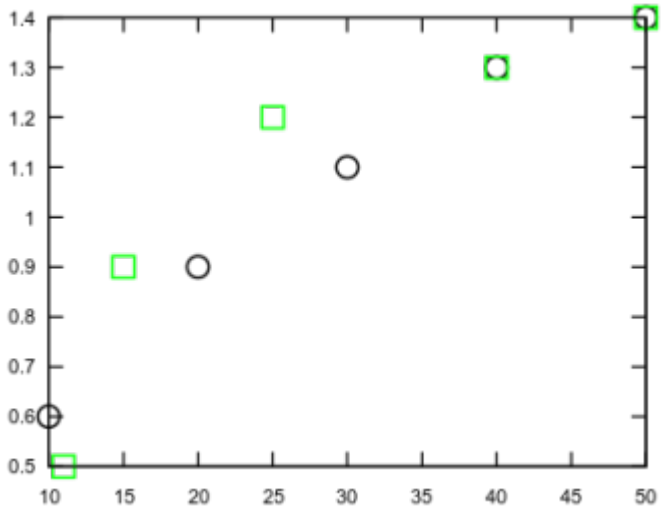
Diese Funktionen können wie in den Beispielen zuvor auch mit anderen Funktionen in Grafiken kombiniert werden.

Beispiele für Plots

Verschiedene Punktstile und Farben

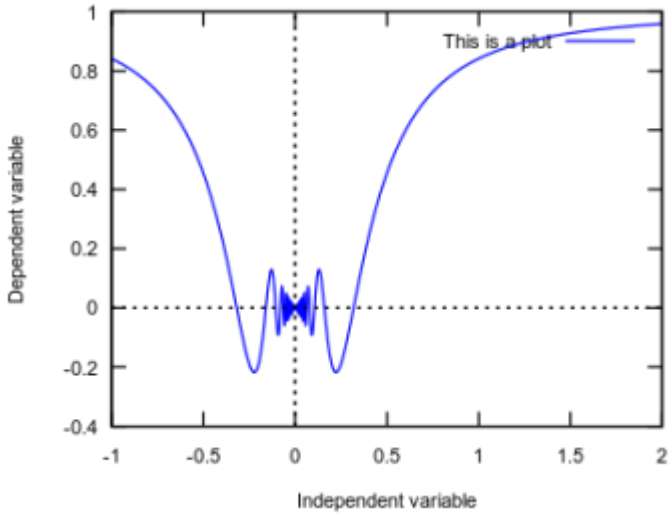
```
plot([[discrete, [[10, .6], [20, .9], [30, 1.1], [40, 1.3], [50, 1.4]]],
[discrete, [[11, .5], [15, .9], [25, 1.2], [40, 1.3], [50, 1.4]]]],
[style,points], [point_type,circle,square], [color,black,green]);
```


Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.



Beschriftungen der Achsen und Legende

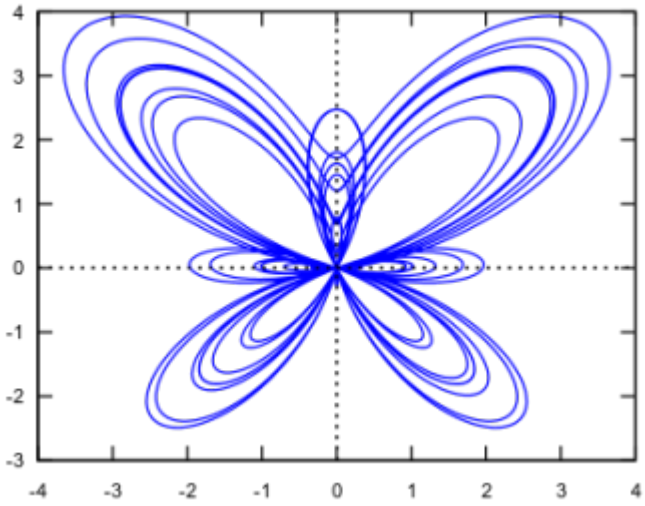
```
plot(x*sin(1/x),[x,-1,2],[xlabel,"Independent variable"],[ylabel,"Dependent variable"],[legend,"This is a plot"]);
```



Parameterdarstellung

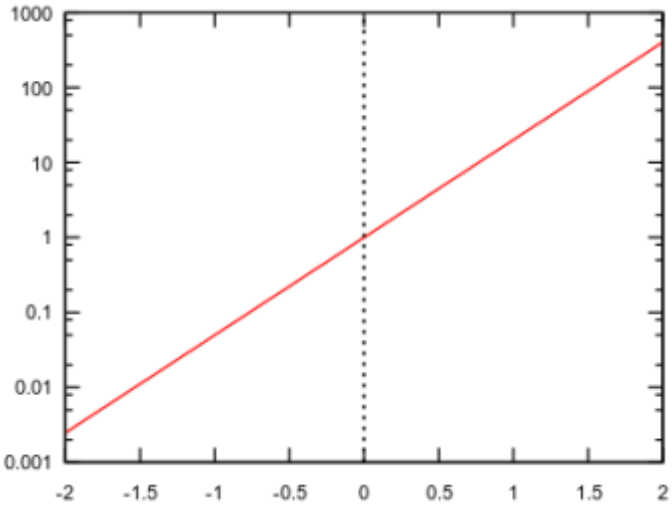
```
r: (exp(cos(t))-2*cos(4*t)-sin(t/12)^5);
p: plot([parametric, r*sin(t), r*cos(t), [t, -8*%pi, 8*%pi]]);
```


Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.



Logarithmische Skala für die y-Achse mit roter Farbe

```
plot(exp(3*s),[s, -2, 2],[logy],[color,red]);
```



(Beachte die angepassten Achsenbeschriftungen)

Axen und Rahmen ausstellen

Normale Einstellung:

```
plot([parametric, (exp(cos(t))-2*cos(4*t)-sin(t/12)^5)*sin(t),
(exp(cos(t))-2*cos(4*t)-sin(t/12)^5)*cos(t), [t, -8*%pi, 8*%pi]], [nticks,
100]);
```

Ohne Axen und Rahmen:

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

```
plot([parametric, (exp(cos(t))-2*cos(4*t)-sin(t/12)^5)*sin(t),
(exp(cos(t))-2*cos(4*t)-sin(t/12)^5)*cos(t), [t, -8*%pi, 8*%pi]], [nticks,
100], [axes,false], [box,false]);
```

Abschnittsweise definierte Funktionen

Eine abschnittsweise definierte Funktion kann mit der `if` Anweisung definiert werden.

```
f0:x^3;
f1:sin(x);
x0:2;
pg1:if x<(x0-1/1000) then f0 else if x<(x0+1/1000) then 5000 else f1;
```

Achtung: An `plot()` müssen Ausdrücke und nicht Funktionen übergeben werden, also nutzen wir `f0:x^3` und nicht `f(x):=x^3`. Die Werte `(x0-1/1000)` und `(x0+1/1000)` sorgen dafür, dass eine kleine Lücke im Grafen entsteht. Nun können im CASText der plot ausgegeben werden:

```
{@plot(pg1,[x,(x0-5),(x0+5)],[y,-10,10])@}
```

Um die Endpunkte einzurkreisen kann die Aufgabe folgendermaßen erweitert werden:

```
f0:x^3
f1:sin(x)
x0:2
pg1:if x<(x0-1/1000) then f0 else if x<x0+1/1000 then 5000 else f1;
ps:[style, lines, points, points];
pt:[point_type, circle, circle, bullet];
pc:[color, blue, red,blue];
```

Mit zugehörigem Aufgabentext:

```
{@plot([pg1, [discrete,[ [x0,ev(f0,x=x0)], [x0,ev(f1,x=x0)]]], [discrete,[
[x0,ev((f0+f1)/2,x=x0)]]] ], [x,(x0-5),(x0+5)], [y,-10,10], ps, pt, pc)@}
```

HTML

Ist eine Grafik bereits vorhanden, so kann diese natürlich einfacher die Bilddatei auf einer Internetplattform hochzuladen und per HTML mit der entsprechenden URL direkt in den Aufgabentext einzubinden.

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

Von STACK nicht unterstützt

Nicht unterstützt sind folgende Eigenschaften und Funktionalitäten:

- Das `draw` Paket
- Die `implicit_plot()` Funktion
- Die `plot2d()` und `plot3d()` Funktionen

Sonstiges

Kommentare

Nützlich für die Bearbeitung und Erstellung von Fragen, sind natürlich auch Kommentare. Zum einen um für eigene Zwecke zu dokumentieren, was gewisse Eingaben tun, aber auch damit andere wissen, was dort getan wurde.

Im Textfeld für Aufgabenvariablen können Kommentare geschrieben werden mit

```
/* Dieser Satz wird vom CAS ignoriert */

/*
Es können auch mehrere Sätz auskommentiert werden.
Somit können einfach auch ganze Kommentarblöcke geschrieben werden.
So wie dieser hier.
*/
```

Im Fragentext, der für die Studenten erscheint, können Kommentare mit einem Kommentarblock eingefügt werden.

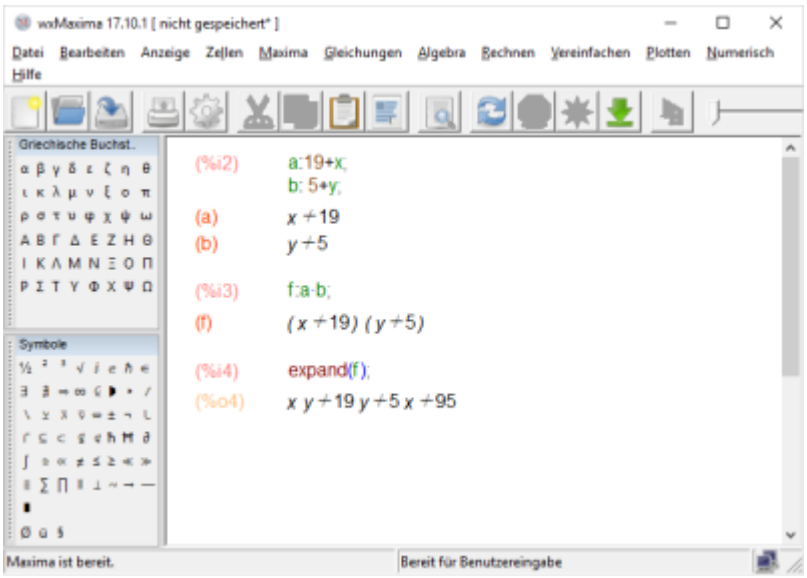
```
[[comment]] Diesen Kommentar werden Studenten in ihrere Frage nicht sehen.
[[/comment]]
```

wxMaxima und Maxima Sandbox

wxMaxima

Es ist teilweise, durch immer wieder erneutes Eingeben, Speichern und Anzeigen der Fragenvorschau, sehr umständlich neue Aufgabenstellungen zu verfassen, Maxima Funktionen zu testen oder Fehler in der Aufgabenimplementierung zu finden. Daher ist es ratsam auf dem eigenen Rechner *wxMaxima* zu installieren, um dort mit Maxima Befehlen herumspielen zu können. wxMaxima ist ein Programm, das eine grafische Benutzeroberfläche, Menüs und Dialoge bietet um Maxima Code auszuführen.

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.



Man kann Maxima und wxMaxima zusammen herunterladen unter:
https://sourceforge.net/projects/maxima/

Befehle können in wxMaxima mit `Shift + Enter` ausgeführt werden. Um jedoch tatsächlich alle Funktionen von Maxima nutzen zu können, die auch in STACK vorhanden sind, braucht man die Maxima Sandbox. Dazu mehr im nächsten Abschnitt.

Maxima Sandbox

Mit Maxima und wxMaxima alleine kann man zwar Maxima Funktionen und Operationen durchführen, doch nicht alle Funktionen, die in Maxima verfügbar sind, sind (aus Sicherheitsgründen) auch in Moodle bzw. STACK verfügbar. Zudem gibt es Funktionen, die in STACK nutzbar sind, aber so nicht in Maxima existieren.

Um wxMaxima so einzurichten, dass sich das Programm wie in Moodle/STACK verhält, brauchen wir die Maxima Sandbox. Diese kann unter folgendem Link heruntergeladen werden:

stack.zip

Dieses Archiv muss dann in einem Ordner namens `C:\maxima_tmp\stackroot` extrahiert werden und die Datei `C:\maxima_tmp\stackroot\stack\sandbox.wxm` mit wxMaxima geöffnet werden. Man kann das Archiv auch in einem anderen Ordner extrahieren und muss dann nur in der `sandbox.wmx` die entsprechenden Pfade korrigieren. Zum Starten der Sandbox den Cursor in den Bereich zwischen

```
/* No trailing slash. */
maximaplatform:...
```

und

```
print(sconcat("[ STACK-Maxima started, library version ",
```


Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.

```
stackmaximaversion, " ]"))$
```

setzen und `Strg + Enter` drücken.
Als guter Test eignet sich die Funktion

```
rand_with_step(5,10,1);
```

Diese wird, bevor die Sandbox gestartet wurde, beim Drücken von `Strg + Enter` erst einmal nur wiederholt ausgegeben. Nach dem Start der Sandbox liefert sie eine zufällige Zahl zwischen 5 und 10.

Die offizielle Dokumentation zur Sandbox befindet sich unter https://github.com/maths/moodle-qtype_stack/blob/master/doc/en/CAS/STACK-Maxima_sandbox.md.

10 minute wxMaxima Tutorial

Um den Einstieg in die Funktionalitäten von wxMaxima zu erleichtern, kann sich auf der Website von wxMaxima ein kleines Tutorial heruntergeladen werden. Einen Link dorthin finden Sie hier: wxMaxima Dokumentation

Den direkten Link zum Download der deutschen Version finden Sie hier: 10 minute (wx)Maxima Tutorial (German)

Referenzen

- moodle-qtype_stack (Github)
- Minimal Maxima
- Maxima Dokumentation

Direkt-Link:
https://doku.tu-clausthal.de/doku.php?id=multimedia:moodle:maxima

Letzte Aktualisierung: **09:54 04. October 2023**

Dieses Dokument stammt aus der Dokuwiki-Instanz mit dem Titel RZ-Dokumentationen, die vom Rechenzentrum der Technischen Universität Clausthal bereitgestellt wird.