micro Mathematics Plus
version 2.15.3

Mikhail Kulesh
Email: mikhail.kulesh@gmail.com
August 2017, Bremen, Deutschland

Der micro Mathematics Plus ist der erste mathematische Taschenrechner für Android weltweit, der auf einer Kalkulationstabelle basiert, welche es erlaubt, mathematische Elemente live einzugeben und zudem hochgenaue Berechnungen liefert.

Diese App basiert auf einem leistungsstarken Touchscreen Editor, der alle grundlegenden mathematischen Bezeichnungen beinhaltet und Nutzern erlaubt, ganz selbstverständlich lesbare Arbeitsblätter zu erstellen und zu bearbeiten.

Der micro Mathematics Plus unterstützt nur mathematische Berechnungen auf Sekundarstufenniveau. Diese Version hat folgende Einschränkungen: sie unterstützt weder Sonderfunktionen, Vektoren, Matrizen noch viele andere Dinge auf mathematisch höherem Niveau.

1 Benutzung

Diese App ist eine leistungsstarke Rechensoftware im Arbeitsblatt Format. Das Arbeitsblatt kann frei editiert, auf einer SD Karte gespeichert werden, von einer SD Karte aus geöffnet oder in ein Bild- oder LaTeX-Format exportiert werden. Es ermöglicht die sofortige Bearbeitung von eingesetzten mathematischen Bezeichnungen sowie deren automatische Berechnung.

Die folgenden Objekte stehen zur Verfügung: Gleichungen, Ergebnisansichten, graphische Darstellungen, Textfragmente und Bilder. Diese Broschüre gibt Ihnen einen Überblick darüber, wie man diese Objekte erstellen und bearbeiten kann.

1.1 Bearbeitung

Fast alle Objekte bestehen aus frei editierbaren Feldern. Um das Feld zu bearbeiten, nutzen Sie die Symbole und Funktionen der Werkzeugleiste.

Alle Symbole können auch über die Tastatur eingefügt werden. Um herauszufinden, welche Taste mit welchem mathematischen Symbol korrespondiert, lesen Sie den Hinweis indem Sie den jeweiligen Button lange gedrückt halten.

Langes Gedrückthalten eines Terms erlaubt Ihnen, diesen Term auszuwählen. Der ausgewählte Term kann gelöscht, in die Zwischenablage kopiert, von dort aus eingefügt werden, oder eine Funktion oder ein Symbol kann im Nachhinein von der Werkzeugleiste oder Tastatur aus eingefügt werden.

Sie können auch den "Rückgängig" Button in der Menüleiste benutzen, um die letzte Eingabe rückgängig zu machen:

1.2 Gleichungen

Eine Gleichung definiert eine numerische Konstante, ein Intervall oder eine Funktion. Um eine Gleichung zu erstellen, nutzen Sie den "Neu" Button in der Menüleiste

oder den "Gleichung hinzufügen" Button der Werkzeugleiste:

Eine Gleichung mit zwei lehren Feldern wird erstellt:

$$\square := \square$$

Der Name der Gleichung muss in dem linken Feld eingegeben sein. Der Name darf nur Buchstaben und Zahlen enthalten und wird in anderen Gleichungen genutzt, um auf diese Gleichung zu verweisen.

Sie können Menüleiste benutzen, um "Dokumenteinstellungen" Dialog zu öffnen:

Abhängig vom Parameter "Neubestimmung erlauben" in diesem Dialog sind zwei Benutzungsmodi möglich:

a) Falls eine Neubestimmung nicht erlaubt ist, bleibt die Gleichung einzigartig im gesamten Arbeitsblatt und die Gleichung kann sowohl vor als auch nach ihrer Bestimmung verwendet werden.

b) Falls eine Neubestimmung erlaubt ist, können Sie mehr als eine Gleichung mit dem selben Namen bestimmen. Falls so eine Gleichung dann referenziert wird, verwendet die Software die zuletzt bestimmte Version.

1.2.1 Konstanten

Falls der Name der Gleichung keine Parameter in Klammern enthält, definiert diese eine Konstante oder ein Intervall:

$$N := 200 \quad Sq2 := \sqrt{100} \quad Pi2 := \frac{\pi}{2}$$

In diesem Beispiel wurde die integrierte Konstante Pi verwendet. Aktuell sind folgende integrierte Konstanten verfügbar:

$$\pi = 3.14159 \quad pi = 3.14159 \quad e = 2.71828$$

Es kann auch eine zuvor definierte Konstante verwendet werden:

$$NPi2 := N \cdot Pi2$$

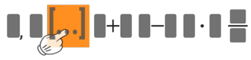
Eine komplexe Zahl als eine Konstante wird durch zwei reele Zahlen und imaginäre Einheit "i" definiert:

$$z := 5 + 3i$$

1.2.2 Intervalle

Eine Intervall-Gleichung definiert eine Variable, die sich von einem vorgegebenen Minimalwert in einem vorgegebenem Schritte zu einem vorgegebenen Maximalwert verändert. Diese Variable kann als Parameter genutzt werden, um eine Funktionswert-Tabelle oder einen Funktionsgraphen zu erstellen.

Um ein Intervall zu definieren, legen Sie einen Namen auf der linken Seite einer leeren Gleichung fest. Wählen Sie auf der rechten Seite der Gleichung entweder das Symbol ":" oder klicken Sie den Button "Äquidistantes Intervall" in der Werkzeugleiste:



Das erste Element ist hier der Anfangspunkt des Intervalls; das nächste ist der zweite Punkt und das letzte Element ist der Endpunkt des Intervalls.

$$x := [0,\, 0.1 \,..\, 10]$$

Man kann auf die Intervallemente zugreiffen:

$$x\,(0) = 0.0 \quad x\,(1) = 0.1 \quad x\,(100) = 10.0$$

Der Abstand ist hier als Unterschied zwischen dem zweiten und dem ersten Wert gegeben:

$$x\,(1) - x\,(0) = 0.1$$

Beispielsweise können wir ein äquidistantes Intervall definieren, das bei Null beginnt und N Punkte mit einem Abstand von "dy" hat:

$$dy := 0.05 \quad y := [0,\, dy \,..\, dy \cdot (N-1)]$$

1.2.3 Funktionen

Eine Funktion ist eine Beziehung zwischen zwei Mengen, die jedem Element oder Wert der einen Menge genau ein Element der anderen Menge zuordnet.

Der Funktionsname und das Funktionsargument in Klammern sind links von der Gleichung zu finden. Das Argument muss nicht zuvor im Arbeitsblatt definiert worden sein. Sie können es nach Belieben unter Verwendung von Buchstaben und Zahlen definieren:

$$f(t) := sin\,(t) \cdot cos\,(t)\,/2$$

$$w(z) := e^{2i \cdot \pi \cdot z}$$

$$g(x,y) := \frac{sin(hypot(x,y))}{hypot(x,y/2)+1}$$

Rechts von der Funktion findet sich eine mathematische Formel um die Funktion zu berechnen. Falls diese Formel das Funktionsargument nicht enthält, wird diese Funktion als Konstante interpretiert.

Sie können also in dieser Formel eine integrierte oder zuvor definierte Funktion einzufügen. Geben Sie dafür einen Namen ein, klicken Sie auf das linke Klammer-Symbol "(" und wählen Sie das Argument. Dies kann auch eine Formel sein, die andere Operatoren oder Funktionen enthält.

1.2.4 Array

Arrays sind besondere Funktionen, die folgende Eigenschaften haben:

a) jedes Argument des Arrays muss ein vorher definiertes Intervall sein:

$$k := [0,\ 1\,..\,100] \quad m := [0,\ 1\,..\,200]$$

a) die Argumente des Arrays sind in eckigen Klammern "[ ]" anstelle der runden Klammern "( )" geschrieben:

$$M[k, m] := sin\,(k/10)^2 - 3 \cdot |cos\,(m/10)|$$

c) die Array-Elemente werden berechnet und gespeichert. Dadurch ist der Zugriff auf diese Elemente viel schneller.

d) man kann die Array-Elemente nur mittels eines Index zugreifen. Um solchen Index zu erzeugen, geben Sie "[" nach dem Array-Namen:

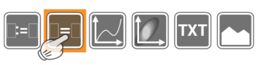
$$M_{5,\,10} = -1.39106 \quad M_{10,\,5} = -1.92467$$

e) wenn ein Index ist komplex, negativ oder größer als die Obergrenze des dazugehörigen Intervalls, dann wird ein ungültigen Wert zurückgegeben:

$$M_{10i,\,100} = NaN \quad M_{90,\,210} = NaN$$

1.3 Ergebnisansicht

Dieses Element soll das Ergebnis einer Berechnung als Zahl oder Tabelle darstellen. Um eine Ergebnisansicht zu erstellen, verwenden Sie den "Neu" Button in der Menüleiste oder "Ergebnisansicht hinzufügen" Button in der Werkzeugleiste:



Eine Gleichung mit zwei lehren Feldern wird erstellt:

$$\square = \square$$

Der linke Term enthält eine zu berechnende Formel und der rechte Term ist das Rechnungsergebnis. Hier können Sie sämtliche zuvor bestimmten Konstanten und Funktionen verwenden, sowie alle integrierte Funktionen:

$$e^{\pi} \cdot f\,(NPi2) = 2.27286E - 14$$

Falls der linke Teil keine "intervallähnlichen" Variablen enthält ist das Rechenergebnis nur eine reelle oder komplexe Zahl.

$$y\,(N-1) - y\,(0) = 9.95$$

$$\Re\,(z) = 5.0 \quad \Im\,(z) = 3.0 \quad |z| = 5.83095$$

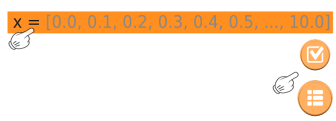
$$\sqrt{sin\left(\tfrac{3}{2} \cdot \pi\right)} = 0.0 + 1.0i$$

Falls der linke Teil als Variable ein Intervall enthält, ist das Ergebnis ein Vektor von Werten, die dem Intervall entsprechen. Aufgrund der Platzbeschränkungen auf dem Display werden nur die ersten sechs sowie das letzte Element des Vektors angezeigt:

$$x = [0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, ..., 10.0]$$

$$2 \cdot y = [0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, ..., 19.9]$$

Sie können die Anzahl der angezeigten Elemente und die Darstellungsart der Ergebnisse ändern. Halten Sie auf dem linken Abschnitt lange gedrückt und selektieren Sie mittels Kontextmenü die komplette Formel. Wenn die Formel markiert ist, erscheint ein Action Button "Objekteinstellungen". Ein Tap auf diesen Button öffnet das Dialogfenster "Ergebnisansicht" mit diesen Einstellungen:



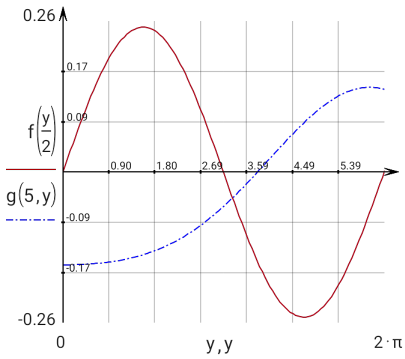
Auch wird ein weiters Action Button "Details" angezeigt. Ein Tap auf diesen Button öffnet das Dialogfenster "Details", wo Sie alle Vektorelemente sehen können.

Bitte beachten Sie, dass die Verwendung von zwei oder mehr intervallähnlichen Variablen im linken Teil einer Ergebnisansicht in dieser Version des Apps nicht gestattet ist.

1.4 Funktionsgraph

Das Funktionsgraph-Element bildet den Graphen einer Funktion ab, die von einem einzigen Argument abhängt. Um einen Graphen zu erstellen, nutzen Sie den "Neu" Button in der Menüleiste oder "Funktionsgraph hinzufügen" Button in der Werkzeugleiste:

Eine Panel mit sechs lehre Feldern wird erstellt. Die darzustellenden Funktionen sollen im linken mittleren Feld sein und das Funktionsargument im mittleren unteren Feld.

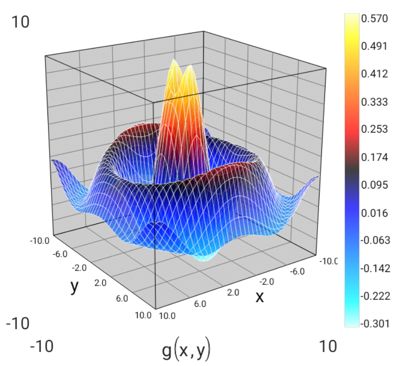


Für mehr Details siehe das "Plot einer Funktion" Beispiel des Hauptmenüs.

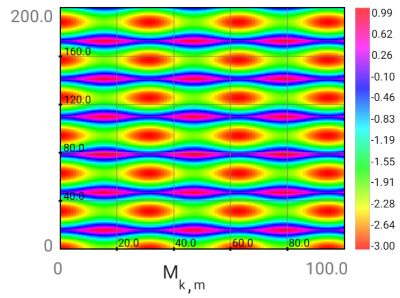
1.5 3D Plot

Das 3D Plot Element stellt Graphen einer einzelnen Funktion dar, die von zwei Argumenten abhängt. Um so einen Plot zu erstellen, nutzen Sie den "Neu" Button in der Menüleiste oder "3D Plot hinzufügen" Button in der Werkzeugleiste:

$$x := [-10,\ -9.5\,..\,10] \qquad y := [-10,\ -9.5\,..\,10]$$



Fügen Sie im unteren Zentrum den Funktionsname oder eine Gleichung ein, die genau zwei zuvor definierte Intervalle enthält. Sie können hier auch ein Array benuzen:



Für mehr Details siehe "3D Plot" Beispiel im Hauptmenü.

1.6 Textfragment

Das Textfragment Element stellt einfache Texte wie diesen hier da. Um ein Textfragment hinzuzufügen, nutzen Sie den "Neu" Button der Menüleiste oder "Textfragment hinzufügen" Button in der Werkzeugleiste:

Wenn Sie auf den Text lange gedrückt halten, und dann den ganzen Text mittels Kontexmenü "Alles auswählen" markieren, erscheint ein Action Button "Objekteinstellungen".

Ein Tap auf diesen Button öffnet das Dialogfenster "Text-Einstellungen". Dort können Sie sowohl Textstil ändern, als auch die Numerierung aktivieren. Zum Beispiel, die Überschriften im Dokument haben Textstil "Unterabschnitt" und automatische Numerierung.

1.7 Bild

Sie können auch ein Bild aus einer Datei hinzufügen. Nutzen Sie dafür den Button "Neu" in der Menüleiste oder den Button "Bild aus Datei hinzufügen" in der Werkzeugleiste:

Der Dialog "Bildeinstellungen" wird geöffnet. Dort können Sie eine Datei auswählen, in der das gewünschte Bild abgespeichert ist und die gewünschte Bildgröße festlegen.

Derzeit werden folgende Bildformate unterstützt: png, bmp, gif, jpeg, svg.

Wenn das Kontrollkästchen "In Dokument einbetten" im Dialog "Bildeinstellungen" aktiviert ist, wird das Bild direkt in Ihr Arbeitsblatt eingebettet. Das Arbeitsblatt wird dann größer, kann aber weiterhin benutzt werden, auch wenn die ursprüngliche Datei mit dem Bild gelöscht wurde.

Wenn das Kontrollkästchen "In Dokument einbetten" nicht aktiviert ist, dann wird das Arbeitsblatt mit dem Bild verknüpft. Die Verknüpfung ist eine Referenz auf die Datei außerhalb des Arbeitsblattes. In diesem Fall müssen beide Dateien (Arbeitsblatt und Bilddatei) immer zusammen kopiert oder verschoben werden.

Die Bildgröße kann mittels des Dialogfensters "Bildeinstellungen" geändert werden. Wenn Sie auf dem Bild lange gedrückt halten, erscheint ein Action Button "Objekteinstellungen". Ein Tap auf diesen Button öffnet dieses Dialogfenster.

2 Beispiel: Plot einer Funktion

Dieses Beispiel demonstriert, wie man die graphische Darstellung einer Funktion vorbereitet und anpasst. Nehmen wir an, wir wollen drei verschiedene Funktionen aufzeichnen:

$$f(x) := 25 + 10 \cdot sin\left(\sqrt{|x|}\right)$$

$$g(x) := \frac{2}{e^{|x|/15}} \cdot f(x \cdot 50)$$

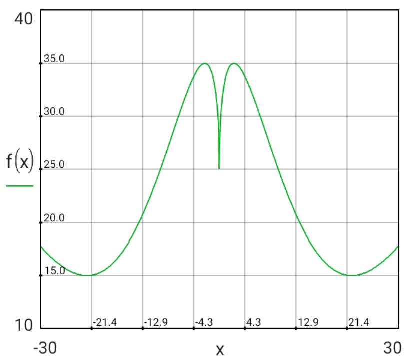
$$h(x) := min(f(x), g(x))$$

Das Funktionsargument, das die x-Werte repräsentiert, wird für N Punkte innerhalb des Intervalls [x1, x2] eingesetzt:

$$N := 300 \quad x1 := -30 \quad x2 := 30$$

$$x := [x1, x1 + (x2 - x1)/N\, ..\, x2]$$

Sind die Funktionen und ihre Argumente definiert, können Sie die Plot Box hinzufügen indem Sie den "Neu" Button der Menüleiste oder den "Funktionsgraph hinzufügen" Button in der Werkzeugleiste wählen:

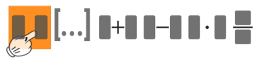


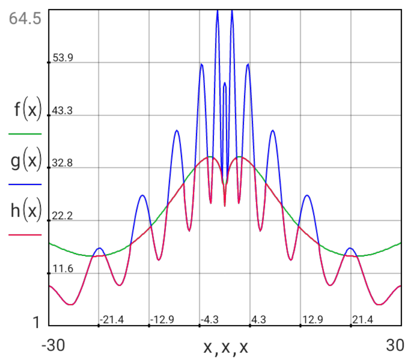
Die darzustellende Funktion soll ins linke Mittelfeld eingefügt werden. Es kann ebenfalls eine integrierte oder zuvor definierte Funktion sein sowie ein mathematischer Ausdruck, der jeden anderen Operator oder Funktion enthalten kann.

Das Funktionsargument, das die x-Werte repräsentiert, wird in das untere Mittelfeld eingesetzt. Dies kann eine Variable eines Intervalltyps oder ein mathematischer Ausdruck sein, der eine Intervallvariable enthält.

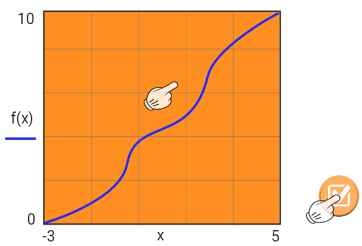
Die vier anderen Felder definieren die Plot Grenzen. Falls diese Elemente leer bleiben, wird das Programm die entsprechenden Werte automatisch berechnen. Allerdings können Sie diese Felder zu jedem Zeitpunkt bearbeiten und die Werte einsetzten, die Sie benötigen.

Sie können diverse Funktionen in der gleichen Darstellung auftragen. Um eine andere Funktion hinzuzufügen, wählen Sie die Funktion (durch langes Gedrückthalten), wonach eine weitere Funktion hinzugefügt wird und drücken Sie den "Argument hinzufügen" Button der Werkzeugleiste:

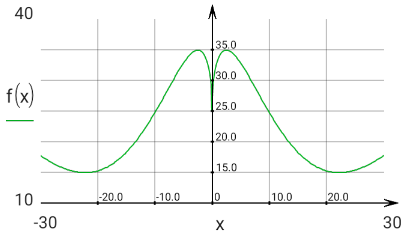




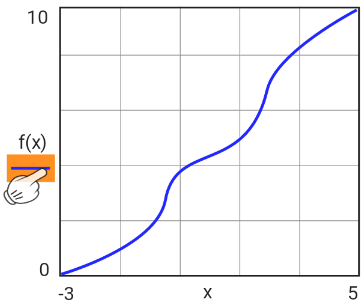
Wenn Sie lange auf die Mitte des Plot Bereichs drücken, ein Action Button "Objekteinstellungen" erscheint:



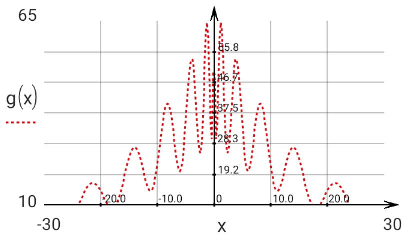
Ein Tap auf diesen Button öffnet das Dialogfenster "Plot Einstellungen". Hier können die Größe und das Aussehen des Graphen verändert werden. Ein verschränkter Graph sieht beispielsweise so aus:



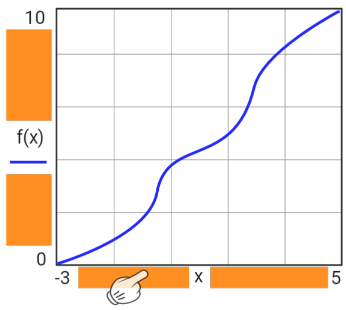
Sie können Strichfarbe, -weite und -stil im ”Stricheinstellungen” Dialog ändern. Es erscheint zudem, wenn Sie lange auf den grünen Marker unterhalb des Funktionsnamens auf der linken Seite des Plot Bereiches drücken:

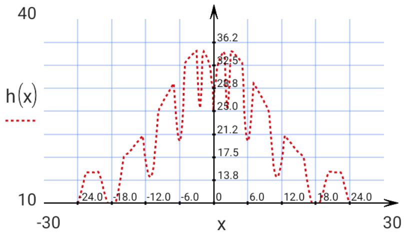


Zum Beispiel, man kann gestrichelte Linien benutzen:



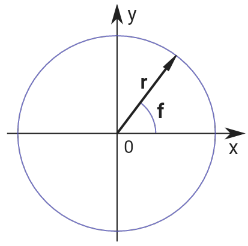
Die Anzahl von Achsenbezeichnungen und Rasterlinienfarben kann in den ”Rastereinstellungen” Dialog verändert werden. Es erscheint, wenn Sie lange auf den Freiraum zwischen dem minimalem x-Wert (-30) und dem Argumentsymbol (x) oder zwischen das x-Symbol und den maximalen x-Wert (30) unterhalb des Plot Bereichs drücken:





3 Beispiel: Plot einer Polarfunktion

Jetzt zeichnen wir eine Funktion, die im Polarkoordinatensystem gegeben ist. Jeder Punkt in diesem System wird vom Abstand r zum Ursprung und dem Winkel f von der x-Achse bestimmt.



Der Winkel f ist unsere unabhängige Variable und wird folgendermaßen angepasst:

$$f := [0.01,\ 0.05\,..\,300]$$

Der Abstand r(f) ist unsere abhängige Variable. Mittels des Paares f und r können wir sie in die kartesischen Koordinaten x und y umwandeln, indem wir Sinus- und Kosinus-Funktionen verwenden:

$$x(r) := r \cdot cos\,(f) \qquad y(r) := r \cdot sin\,(f)$$

3.1 Eine Schnecke

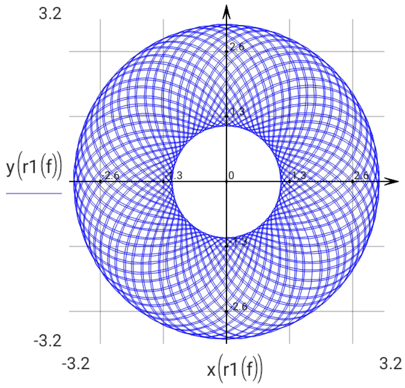
Wir werden erste Polarfunktion in drei Schritten definieren. Der erste Ausdruck definiert ein ”Rad”:

$$A := 1.1 \qquad B := 1.271 \qquad q := 2$$

$$r1(f) := A + 2 \cdot sin\,(B \cdot f)^{q}$$

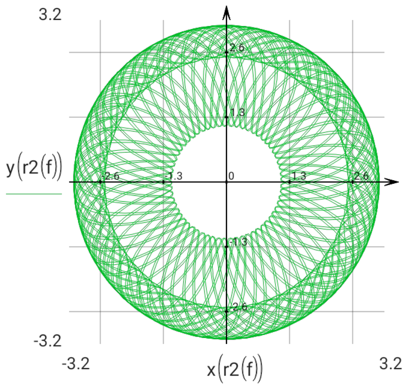
Um diese Funktion darzustellen, fügen wir die Plot Box durch den ”Neu” Button in der Menüleiste oder durch ”Funktionsgraph hinzufügen” Button in der Werkzeugleiste hinzu:

Anstelle von f und r benutzen wir die zuvor definierten Regeln für Umwandlungen von x und y, wobei rl(f) als ein symbolisches Argument für diese Regeln eingesetzt wird:



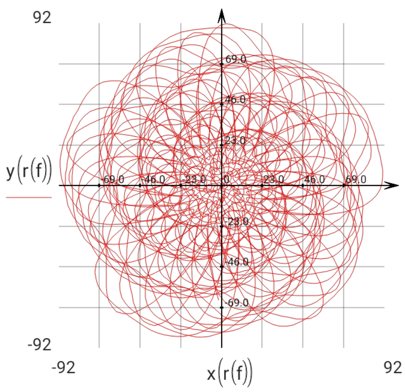
Als nächstes können wir dieses Rad wie folgt modifizieren:

$$r2(f) := A + 2 \cdot sin\,(B \cdot f + 1 \cdot r1\,(f))^q$$



Abschließend skalieren wir die letzte Funktion r2(f), indem wir eine Abrundung auf die nächstniedrigere Ganzzahl verwenden, was wie eine Stufenfunktion aussieht. Als Ergebnis erhalten wir eine schöne Schnecke:

$$r(f) := r2\,(f) \cdot floor\,(f)\,/10$$



3.2 Japanischer Ahorn

Japanischer Ahorn ist bekannt für die schönen Formen und Farben seiner Blätter. Solch ein Blatt kann mathematisch beschrieben werden und als Kurve im Polarkoordinatensystem dargestellt werden:

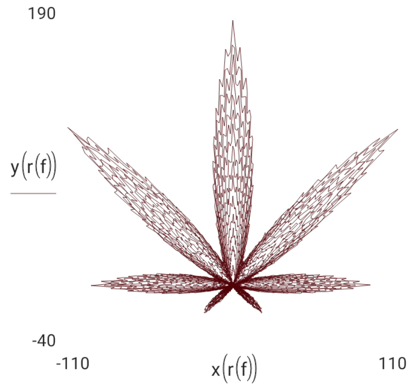
$$f := [0.01,\ 0.02\,..\,100]$$

$$x(r) := r \cdot cos\,(f) \quad y(r) := r \cdot sin\,(f)$$

$$s1(f) := (1 + sin\,(f)) \cdot (1 - 0.9 \cdot |sin\,(4 \cdot f)|)$$

$$s2(f) := 0.9 + 0.05 \cdot cos\,(200 \cdot f)$$

$$r(f) := floor\,(f) \cdot s1\,(f) \cdot s2\,(f) + rnd\,(2) - 1$$



http://en.wikipedia.org/wiki/Acer_palmatum

4 Beispiel: 3D Plot

Dieses Beispiel demonstriert 3D Plots zu drei verschiedenen Funktionen zweier Variablen.

Zuerst definieren wir Intervalle für x- und y-Argumente. Das Intervall der x-Achse hängt von der Anzahl der Punkte entlang der x-Achse sowie den Minimal- und Maximalwerten x1 und x2 ab:

$$N := 300 \quad x1 := -2 \quad x2 := 2$$

$$x := [x1,\ x1 + |x2 - x1|\,/N\,..\,x2]$$

Das Intervall für die y-Achse wird dem entsprechend definiert:

$$M := 300 \quad y1 := -3 \quad y2 := 3$$

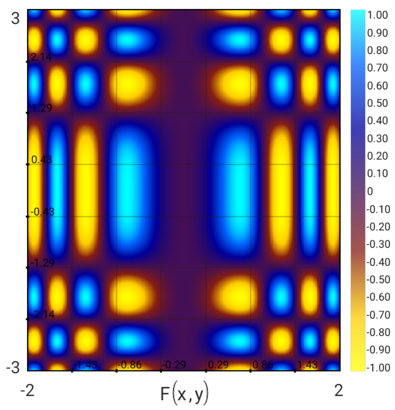
$$y := [y1,\ y1 + |y2 - y1|\,/M\,..\,y2]$$

Wir zeichnen nun als Beispiel eine trigonometrische Funktion, die ein Produkt von Sinus und Kosinus ist:

$$F(x, y) := sin\,(3 \cdot x^2) \cdot cos\,(y^2)$$

Für die 3D Ansicht klicken Sie auf "3D Plot hinzufügen" in der Werkzeugleiste oder "Neu" in der Menüleiste:

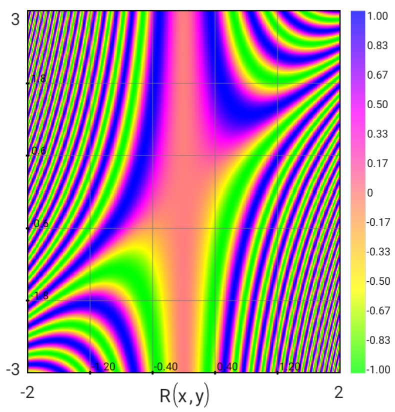
Setzen Sie den Funktionsnamen F(x,y) in das untere Mittelfeld:



Plot Grenzen, Größe, Stil, Bezeichnung und Raster können mittels des Dialogfensters "Plot Einstellungen" angepasst werden (siehe das Beispiel zu "Plot einer Funktion" im Hauptmenü für mehr Informationen). Wenn Sie auf die Mitte des Plot Bereichs lange gedrückt halten, erscheint ein Action Button "Objekteinstellungen". Ein Tap auf diesen Button öffnet dieses Dialogfenster.

Zudem können Sie die Anzahl der Bezeichnungen entlang der z-Achse ändern und die Farbenpalette im Dialog "Farbtabellen Einstellungen" wählen. Dieser Dialog erscheint ebenfalls durch langes Drücken der z-Achse im rechten Bereich des Hauptgraphen.

$$R(x,y) := sin\left(5 \cdot x^2 \cdot (y - x)\right)$$



Eine Funktion zweier Argumente kann ebenso als Oberfläche im dreidimensionalen Raum aufgetragen werden. Dieser Modus kann in den "Plot Einstellungen" Dialog aktiviert werden, indem man den Button "Objekteinstellungen" clickt, der durch langes Gedrückthalten auf die Mitte des Plot Bereichs erscheint. Um die Berechnungszeit zu verbessern, verwenden wir Arrays und zeichnen nun die folgende Funktion F(n,m):

$$N := 100 \quad n := [0, 1 \,..\, N] \quad x1 := -15 \quad x2 := 15$$

$$M := 100 \quad m := [0, 1 \,..\, M] \quad y1 := -15 \quad y2 := 15$$

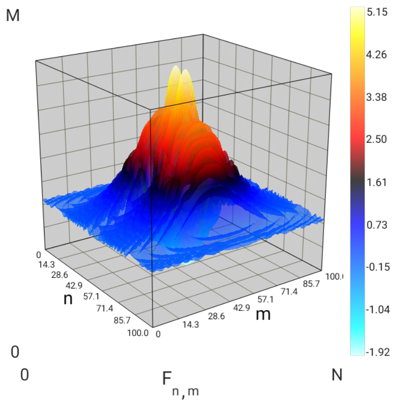
$$x[n] := (x1 + (x2 - x1) \cdot n/N)^2$$

$$y[m] := (y1 + (y2 - y1) \cdot m/M)^2$$

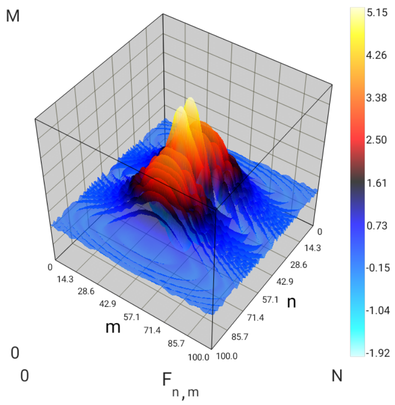
$$r[n,m] := 0.04 \cdot x_n + 0.02 \cdot y_m$$

$$t[n,m] := (x_n + 0.05 \cdot y_m) \cdot exp\left(1 - r_{n,m}\right)$$

$$F[n,m] := \frac{sin(x_n + 0.1 \cdot y_m)}{0.15 + r_{n,m}} + \frac{t_{n,m}}{10}$$



Um die Plot Oberfläche zu gestalten gibt es zusätzliche Einstellungen, die im Dialog "Plot Einstellungen" zu finden sind. Sie können wählen, ob die Netzlinien sichtbar sein sollen, welche Deckkraft deren Farbe haben soll, oder die Rotations- und Elevationswinkel der Plot Box definieren. Zum Beispiel, die oben gezeigte Oberfläche sieht aus der anderen Perspektive so aus:



5 Beispiel: Reihen und Integrale

Dieses Beispiel zeigt, wie Sie Reihen und Integrale berechnen können.

5.1 Taylor Reihe

In der Mathematik ist die Taylor Reihe eine Repräsentation einer Funktion als unendliche Summe von Termen, die von den Werten der Ableitung dieser Funktion an einem bestimmten Punk berechnet werden.

Beispielsweise ist Ts(x,N) die Taylorentwicklung als Funktion des Arguments x und der Anzahl von N Termen:

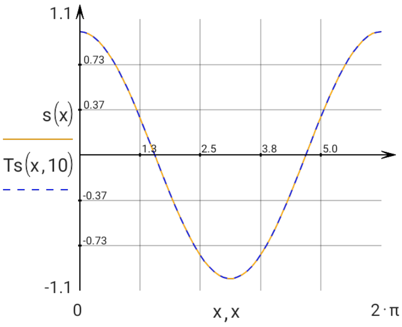
$$Ts(x,N) := \sum_{n=0}^{N} \frac{(-1)^n}{(2 \cdot n)!} \cdot x^{2 \cdot n}$$

Diese Entwicklung nähert sich der Kosinus-Funktion an:

$$s(x) := cos\,(x)$$

Wenn wir beide Funktionen für das selbe Intervall auftragen, so sehen beide gleich aus:

$$x := [0,\ 0.1\,..\,2 \cdot \pi]$$



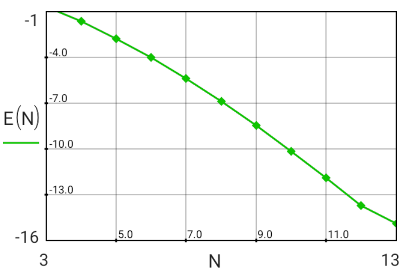
Jedoch ist dies ein numerischer Fehler, der aus der eingeschränkten Anzahl von Annäherungstermen N resultiert. Die folgende Funktion Δ(x,N) beschreibt diesen Fehler:

$$\Delta(x,N) := |s\,(x) - Ts\,(x,\ N)|$$

Wir können diese Funktion in logarithmischen Koordinaten ausdrücken und werden sehen, dass der numerische Fehler sich verringert hat, wenn wir mehr Terme in die Taylorreihe integrieren:

$$E(N) := log10\,(\Delta\,(\pi,\ N))$$

$$N := [3,\ 4\,..\,13]$$



5.2 Binomische Reihen

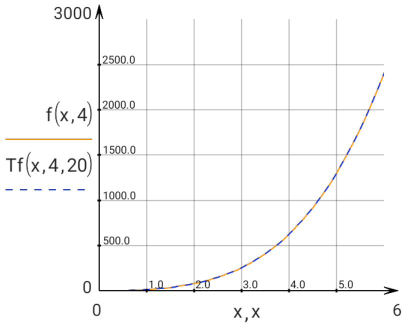
Betrachten wir diese Potenzfunktion:

$$f(x,\alpha) := (1+x)^{\alpha}$$

Dieser Funktion kann sich durch eine Binomische Reihe angenähert werden:

$$Tf(x,\alpha,N) := \sum_{n=0}^{N} \left(\prod_{k=1}^{n} \frac{\alpha - k + 1}{k} \right) \cdot x^n$$

Zudem können wir beide Funktionen (die gegebene Potenzfunktion und ihre Annäherung) im gleichen Plot auftragen:



5.3 Integrale

Außerdem ist es möglich, ein bestimmtes Integral mittels der Simpson Methode numerisch zu berechnen. Beispielsweise können wir das Integral durch das Element "Ergebnisansicht" berechnen:

$$\int_0^{3 \cdot pi/2} cos\,\left(\frac{2 \cdot x}{9}\right)^{-2} dx = 7.79423$$

Das analytische Ergebnis ist

$$I := \frac{9 \cdot \sqrt{3}}{2} \quad , \quad I = 7.79423$$

Der numerische Fehler kann wie folgt berechnet werden:

$$\int_0^{3 \cdot pi/2} cos\,\left(\frac{2 \cdot x}{9}\right)^{-2} dx - I = 4.26681E - 9$$

Dieser Fehler hängt von dem Wert "Signifikante Ziffern im Ergebnis" ab, was in den "Dokumenteinstellungen" Dialog verändert werden kann:

Wird dieser Wert erhöht, so erhöht sich auch die Grenze, welche die Genauigkeit der Simpson Methode kontrolliert.