



Fluxion

Kurzübersicht

Fassung für Version 2.7

Modellierung in Fluxion

Die Modellierung erfolgt in Fluxion über die Angabe von Veränderungsraten (entsprechen ersten Ableitungen) je einer Modellgröße. Diese ist hiermit sogleich definiert, so dass eine gesonderte Definition entfällt. Die angegebene Veränderungsrate bezieht sich auf die so genannte Laufvariable (s.u.) und gibt an um wieviel sich eine Modellgröße pro Einheit der Laufvariablen (z.B. Sekunde bei Zeit t) verändert.

Fluxion berechnet nun iterativ unter schrittweiser Erhöhung der Laufvariablen den jeweiligen Wert der Modellgrößen mit Hilfe der angegebenen Terme. Dieses kann mit verschiedenen Lösungsverfahren, die in den Dokumenteinstellungen (s.u.) angegeben wird, geschehen. Eine Erläuterung der verschiedenen Verfahren und deren Eigenschaften findet sich im ausführlichen Handbuch (siehe Download-Link am Ende dieser Anleitung).

Überblick

In vielen Gebieten der Wissenschaft (z.B. Physik, Biologie, Wirtschaftswissenschaften) kommt es vor allem auf die *Veränderung* der Größen an, die das System beschreiben. In diesen Fällen lassen sich Problemstellungen mathematisch durch so genannte Veränderungsraten bzw. mit gewöhnlichen Differentialgleichungen beschreiben.

Programmaufbau

Die Programmoberfläche ist in drei Teile gegliedert (s. nächste Seite). Im linken Teil befindet sich der Modellierungsbereich für die Definition der Modellgleichungen und deren Parameter. In der Mitte des Fensters wird der Diagrammbereich angezeigt, in dem je nach Problemstellung eines aber auch bis zu 4 Koordinatensysteme gleichzeitig dargestellt werden können.

Am rechten Fensterrand lässt sich ein Tabellenbereich einblenden. In dieser Tabelle können entweder die berechneten Werte der numerischen Lösung, Werte einer Vergleichsfunktion angezeigt oder auch gemessene Werte eingetragen werden.

Der Titel des aktuellen Fensters zeigt den Namen des Dokuments gemeinsam mit dem Dateinamen an. Ein Punkt vor dem Dokumentnamen zeigt an, dass das Dokument geändert wurde.

Übersicht über die wichtigsten Komponenten von Fluxion

Modellierungsbereich
Diagrammbereich
Tabellenbereich

Menüleiste →

Iconleiste →

Modelldefinition →

Veränderbare Parameter →

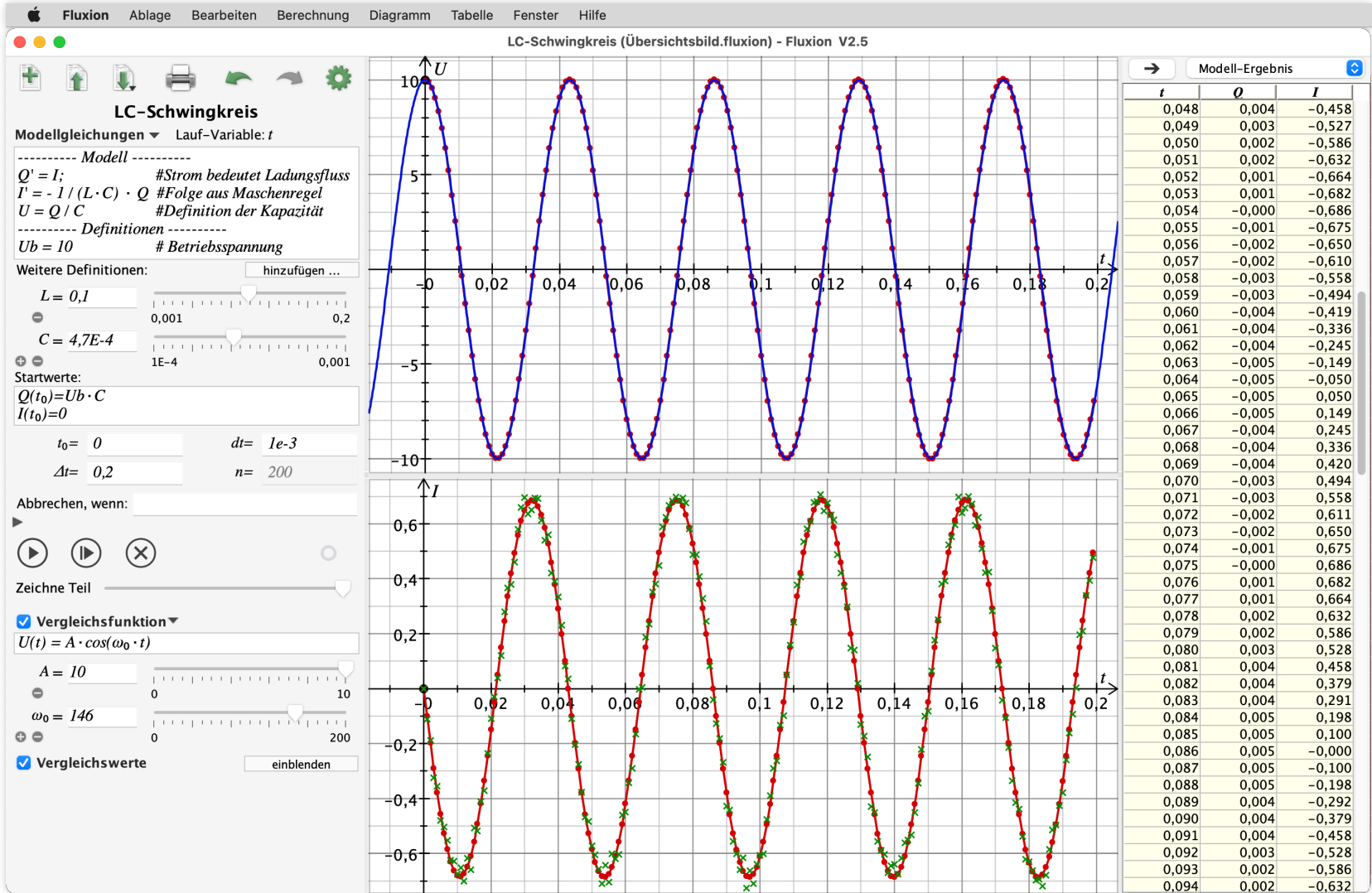
Startwerte →

Iterationsvorgaben →

Aktionsleiste →

Vergleichsfunktion →

Vergleichswerte →



LC-Schwingkreis

Modellgleichungen Lauf-Variable: t

----- Modell -----

$Q' = I;$ #Strom bedeutet Ladungsfluss

$I' = -1 / (L \cdot C) \cdot Q$ #Folge aus Maschenregel

$U = Q / C$ #Definition der Kapazität

----- Definitionen -----

$U_b = 10$ #Betriebsspannung

Weitere Definitionen: hinzufügen ...

$L = 0,1$
-
0,2

$C = 4,7E-4$
1E-4
0,001

Startwerte:

$Q(t_0) = U_b \cdot C$

$I(t_0) = 0$

$t_0 = 0$ $dt = 1e-3$

$\Delta t = 0,2$ $n = 200$

Abbrechen, wenn:

▶ ⏮ ⏪ ⏩ ⏹ ⏭

Zeichne Teil
-
10

☒ Vergleichsfunktion ▼

$U(t) = A \cdot \cos(\omega_0 \cdot t)$

$A = 10$
0
10

$\omega_0 = 146$
0
200

☒ Vergleichswerte einblenden

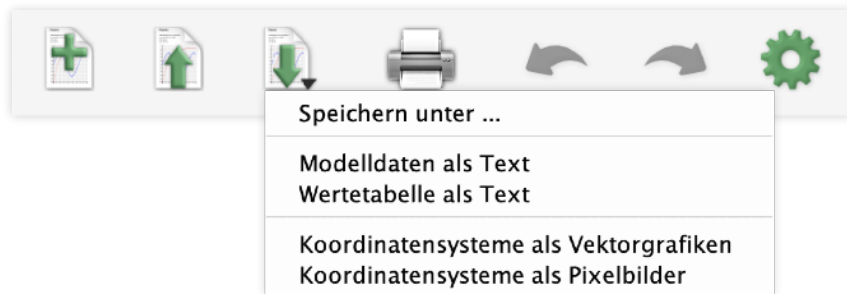
Diagrammbereich: Two graphs showing the time evolution of voltage U (top) and current I (bottom) over time t . The top graph shows a blue sine wave oscillating between approximately -10V and 10V. The bottom graph shows a red sine wave oscillating between approximately -0.6A and 0.6A. Both graphs have a time axis from 0 to 0.2 seconds.

Tabellenbereich: A table titled 'Modell-Ergebnis' showing the results of the simulation. The table has three columns: t , Q , and I . The data is as follows:

t	Q	I
0,048	0,004	-0,458
0,049	0,003	-0,527
0,050	0,002	-0,586
0,051	0,002	-0,632
0,052	0,001	-0,664
0,053	0,001	-0,682
0,054	-0,000	-0,686
0,055	-0,001	-0,675
0,056	-0,002	-0,650
0,057	-0,002	-0,610
0,058	-0,003	-0,558
0,059	-0,003	-0,494
0,060	-0,004	-0,419
0,061	-0,004	-0,336
0,062	-0,004	-0,245
0,063	-0,005	-0,149
0,064	-0,005	-0,050
0,065	-0,005	0,050
0,066	-0,005	0,149
0,067	-0,004	0,245
0,068	-0,004	0,336
0,069	-0,004	0,420
0,070	-0,003	0,494
0,071	-0,003	0,558
0,072	-0,002	0,611
0,073	-0,002	0,650
0,074	-0,001	0,675
0,075	-0,000	0,686
0,076	0,001	0,682
0,077	0,001	0,664
0,078	0,002	0,632
0,079	0,002	0,586
0,080	0,003	0,528
0,081	0,004	0,458
0,082	0,004	0,379
0,083	0,004	0,291
0,084	0,005	0,198
0,085	0,005	0,100
0,086	0,005	-0,000
0,087	0,005	-0,100
0,088	0,005	-0,198
0,089	0,004	-0,292
0,090	0,004	-0,379
0,091	0,004	-0,458
0,092	0,003	-0,528
0,093	0,002	-0,586
0,094	0,002	-0,632

Modellierungsbereich

Icon-Leiste



Die Buttons der Leiste haben folgende Funktionen (von links nach rechts):

- Erstellen eines neuen Dokuments
- Laden eines Dokuments (.fluxion oder .newton2 Dateien)
- Speichern des Dokument im aktuellen Fensters (Zusatzoptionen im Untermenü - Aufruf durch Klick&Drag oder rechter Maustaste)
- Drucken des aktuellen Dokuments (Druckdialog s.u.)
- Widerrufen einer Texteingabe
- Wiederherstellen einer Texteingabe
- Öffnen eines Einstellungsdialogs für das Dokument (s.u.)

Dokumentname

Unter der Iconleiste wird der Name des Dokuments angezeigt.



Der Name kann durch Doppelklicken editiert werden. Wenn es eine Informationsdatei zu einem Dokument gibt, so ist rechts neben dem Dokumentnamen ein Informationssymbol zu finden. Klickt man auf das Symbol, so öffnet Fluxion eine PDF-Datei mit Informationen zum vorliegenden Dokument (mehr dazu in Kapitel 4 im vollständigen Handbuch).

Modell eingeben

Zunächst muss die Laufvariable spezifiziert werden. Diese kann nach Klicken auf die Variable hinter der Anzeige „Lauf-Variable:“ editiert werden.

Die zur Berechnung notwendigen Gleichungen werden im darunter liegenden Eingabefeld eingegeben.

```
Modellgleichungen ▼ Lauf-Variable: t
----- Modell -----
Q' = I;           # Strom bedeutet Ladungsfluss
I' = - 1 / (L · C) · Q # Folge aus Maschenregel
U = Q / C         # aus Definition der Kapazität
----- Definitionen -----
Ub = 10           # Betriebsspannung
```

Als Alternative steht eine Iterationsformulierung zur Verfügung. Alle Angaben werden dann in dem Iterationsschritt gleichzeitig berechnet. Um hiermit eine Ratengleichung zu lösen, gibt es die Möglichkeit über „neu“ bzw. „alt“ den nächsten Wert einer Modellvariable aus einem vorangegangenen Wert zu berechnen (siehe Beispiel).

```
Modellgleichungen ▼ Lauf-Variable: t
--- Methode der kleinen Schritte ---
Q_neu = Q_alt + I_alt · dt
I_neu = I_alt + I_Rate · dt
----- Definitionen -----
I_Rate = -1/(L · C) · Q_alt
U = Q_alt / C
Ub = 10
```

Mögliche Eingaben im Feld „Modellgleichungen“:

- *Funktion(Argument1, Argument2, ...) = Funktions-Term*
- *Modellvariable' = Berechnungs-Term*
- *Modellvariable_neu = Berechnungsterm mit Modellvariable_alt*
- *Bezeichner = Wert / Term*
- *#Kommentartext (alternativ: --- Kommentartext)*

Einzelne Ausdrücke müssen durch Semikolon oder Zeilenumbruch getrennt werden.

Funktionen müssen vor ihrer Verwendung definiert werden. Die Argumentnamen betreffen nur die Funktionsdefinition und dürfen nicht im weiteren Modell verwendet werden.

Die Rate einer Modellvariablen wird mit einem Strich versehen und steht immer links direkt gefolgt von einem Gleichheitszeichen hinter dem ein Term folgt, der die Änderungsrate angibt (1. grüne Teile). **Alternative:** Eingabe eigener Iteration ohne Ratenangabe (2. grüne Zeile).

Vektoren können mit eckigen Klammern definiert werden, wobei die Koordinaten mit ‚|‘ getrennt werden (z.B. $r = [1 \mid 2 \mid 3]$). Die Vektorkoordinaten werden durch Indizes angesprochen (z.B. $x=r_1$, $y=r_2$ etc.). Neben ‚+‘ & ‚-‘ stehen das Skalar-, das Vektorprodukt und der Betrag ‚abs()‘ als Vektoroperationen zur Verfügung.

Bedingte Variablen können wie folgt eingegeben werden:

Name={<TERM> :WENN(<BEDINGUNG>): SONST <TERM>}

Ist etwas nicht definiert, so wird dies unten im Modellierungsbereich in roter Schrift angezeigt.

Weitere Definitionen: ✓

bearbeiten ...

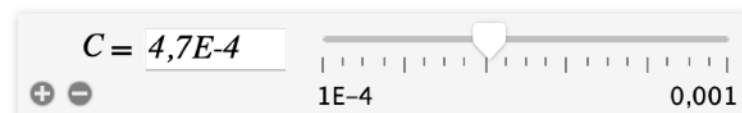
Zusätzlich können durch den Button „bearbeiten“ bzw. „hinzufügen“ selbst erstellte Größen, bedingte Variablen oder Funktionen definiert werden.

Durch Klick auf das Dreieck hinter dem Begriff „Modellgleichungen“ öffnet sich das nebenstehende Auswahlménü. Dieses zeigt einige häufig verwendete Grundmodelle, die Sie nach Auswahl an Ihr zu modellierendes System anpassen können.

Durch Rechtsklicken in die Eingabefelder öffnet sich ein zusätzliches Menü aus dem griechische Buchstaben, Indizes, Naturkonstanten und bestimmte Rechenzeichen ausgewählt werden können.

Veränderbarer Parameter

Um Abhängigkeiten der Berechnungen von Parametern zu verdeutlichen, eignet sich die Definition eines oder mehrerer veränderbarer Parameter besonders gut. Einen neuen veränderbaren Parameter erstellt man durch Klick auf das Plus Symbol.



Der Haken hinter „weitere Definitionen:“ zeigt an, dass solche Definitionen gesetzt sind.

lineares Wachstum
exponentielles Wachstum
Schwingung

lineare Bewegung (1D)
Kinematik in 2 Dimensionen

Newton-II (1 dimensional)
Newton-II (2 dimensional)
Newton-II (vektoriell 3D)

Kreisbewegung

Methode kleiner Schritte

Nach Auswahl eines der Menüeinträge wird in das darunter befindliche Feld das entsprechende Modellgerüst eingetragen.

Hinweis: sämtliche vorhandenen Einträge in dem Feld werden dabei gelöscht.

α	β	γ	δ	ε	ζ	η	θ	ι	κ	λ	μ
ν	ξ	\omicron	π	ρ	σ	τ	υ	φ	χ	ψ	ω
A	B	Γ	Δ	E	Z	H	Θ	I	K	Λ	M
N	Ξ	O	Π	P	Σ	T	Y	Φ	X	Ψ	Ω
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	²	³
\hat{c}	\hat{g}	\hat{G}	μ_0	μ_B	ε_0	q_e	m_e	m_p	m_n	m_α	m_μ
\hat{u}	\hat{h}	\hbar	k_B	\tilde{N}	\hat{e}	\cdot	\odot	\otimes	l		

Bleibt man mit der Maus für kurze Zeit über einem Symbol stehen erscheint eine Erklärung inkl. Angabe des Tastaturbefehls.

Der Name des Parameters kann nach Doppelklick auf den Parameternamen geändert werden. In gleicher Weise lassen sich Minimum und Maximum des Schiebereglers festlegen. Das Feld zeigt den aktuellen numerischen Wert des Parameters an. Auch eine Eingabe eines speziellen Wertes ist dort möglich.

Durch die Schieberegler getätigte Änderungen der Parameter aktualisieren die Plots dynamisch.

Startwerte

Für die schrittweise Berechnung eines über Ratengleichungen formulierten Modells müssen Werte für die Modellvariablen angegeben werden, die für den ersten Berechnungsschritt verwendet werden.

Startwerte:

$$Q(t_0) = Ub \cdot C$$
$$I(t_0) = 0$$

Iterationsvorgaben

Für die schrittweise Berechnung der Modellgrößen müssen noch Angaben für die Laufvariable gemacht werden.

$t_0 = 0$

$dt = 1e-3$

$\Delta t = 0,2$

$n = 200$

Wie aus der Abbildung ersichtlich, werden die einzelnen Startwerte mit Semikolon getrennt in der Form

$$Modelvariable(Laufvariable_0) = Wert \text{ (bzw. Term)}$$

angegeben. Es ist also möglich in den Feldern definierte Bezeichner (z. B. eines veränderbaren Parameters) oder auch ganze Terme anzugeben. Gibt man keine Startwerte an, so werden diese automatisch auf Null gesetzt.

Im ersten Feld wird Startwert für die Laufvariable (üblicherweise 0) angegeben. Das Feld darunter gibt die Spanne der Berechnung ab dem Startwert vor.

Die Schrittweite der einzelnen Iterations-Schritte (hier dt) kann beliebig gewählt werden. Das Programm berechnet dann selbst die sich aus der angegebenen Berechnungsspanne ergebende Anzahl der Schritte n .

Zusatzoptionen

Optionen für die Berechnung und Verwendung der Werte.

Abbrechen, wenn:

▼

☐ nur jeden ten Wert verwenden

☐ die ersten Werte auslassen

Abbrechen, wenn:

Hiermit kann bei Bedarf die Berechnung vorzeitig unterbrochen werden, sobald die eingegebene Bedingung wahr ist. Logische Operatoren sind: || (UND), &&(ODER) und !(NICHT).

nur jedenten Wert verwenden

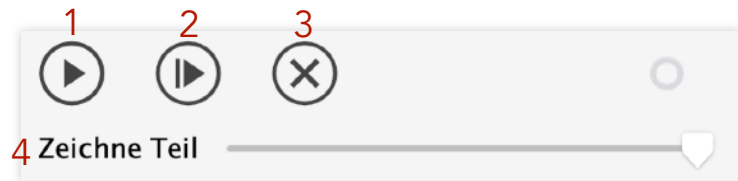
Wenn diese Option ausgewählt ist, wird nur der angegebene Teil der Werte in die Ergebnistabelle übernommen.

die ersten Werte auslassen

Diese Option auswählen, um ungewünschte transiente Verläufe auszublenden. Die angegebene Anzahl der berechneten Werte wird dann nicht in die Ergebnistabelle aufgenommen.

Aktionsleiste

Mit den Knöpfen der Aktionsleiste steuern Sie die Berechnung und die Darstellung der Lösung.



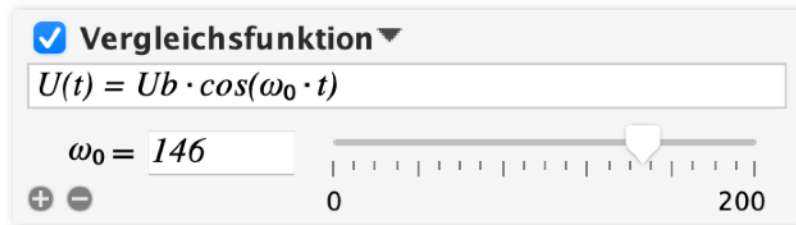
1. Neuberechnung mit sofortiger Ergebnisdarstellung
2. Neuberechnung mit animierter Darstellung
3. Berechnung Löschen
4. Zeichne Teil

Hinweise zu den Aktionen:

1. Bei längerer Berechnung eines Problems wird der Fortschritt angezeigt. Eine laufende Berechnung kann durch erneute Betätigung (dann Stopp-Symbol), jederzeit abgebrochen werden.
2. Erst vollständige Berechnung, dann erfolgt die Darstellung animiert. Mit Rechtsklick erscheint ein Schieberegler, mit dem die Animationsgeschwindigkeit eingestellt werden kann.
3. Die letzten Berechnungen werden gelöscht (evt. 2x nötig)
4. Es kann ein Teil der berechneten Werte für die Darstellung bestimmt werden. Dieser Anteil wird in Echtzeit dargestellt. Der letzte dargestellte Punkt auf die Achsen projiziert, um dort die Werte ablesen zu können.

Vergleichsfunktion(en)

Mit dieser Option kann man sich zusätzlich Funktionen einzeichnen lassen.



☒ **Vergleichsfunktion** ▼

$U(t) = Ub \cdot \cos(\omega_0 \cdot t)$

$\omega_0 = 146$

0 200

Als Hilfe kann über das Anklicken des Dreiecks hinter „Vergleichsfunktion“ ein Menü aufgerufen werden, in dem oft benötigte Funktionen mit Standardparametern ausgewählt werden können. Dies ist ein guter Startpunkt um danach die Funktion nach eigenen Wünschen anzupassen.

Vergleichswerte

Zum Vergleich der berechneten Werte mit anderen Werten (z. B. Berechnungen mit anderen Parametern oder Messdaten) können Vergleichswerte in das Diagramm mit eingezeichnet werden.

Durch Auswahl des Hakens vor „Vergleichswerte“ wird das Feld „einblenden“ aktiv. Nach einem Klick darauf erscheint im rechten Bereich des Darstellungsfensters eine Tabelle mit den Modellgrößen.

Im Eingabefeld kann man eine Vergleichsfunktion nach folgendem Muster festlegen:

Funktionsbezeichner(Variable) = Term : Variable = 1...5

Die Vergleichsfunktion kann mit der blauen optionalen Angabe auf einen Teil des Graphs eingeschränkt werden.

Nach dem Semikolon oder in einer weiteren Zeile können weitere Funktionen definiert werden.

Spezielle, nur in der Vergleichsfunktion verwendete Parameter, können darunter als veränderbare Parameter definiert werden.

Hinweis:

Funktionsbezeichner und Variable müssen im Koordinatensystem an den Achsen ausgewählt sein.

In der Tabelle können beliebige Werte in die einzelnen Spalten eingetragen werden. Durch Bestätigung mit der Enter-Taste oder einem Mausklick in der nächsten Spalte werden diese dann im Darstellungsfenster eingezeichnet.

Hinweise:

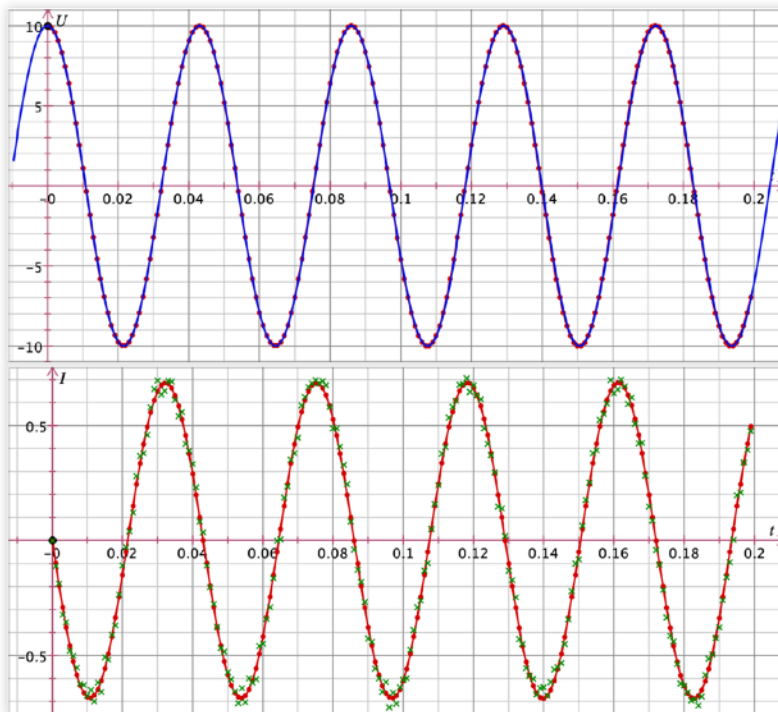
Man achte immer auf eine korrekte Eintragung Spalte bzw. der Achsenauftragung (evt. Autoskalierung einschalten).

Über einen Klick auf den Button mit dem Rechtspfeil oder das Tabellenmenü kann die Tabelle wieder ausgeblendet werden.

Diagrammbereich

Im Diagrammbereich können über das Menü „Diagramm“ bis zu 4 zweidimensionale oder ein dreidimensionales Koordinatensystem eingeblendet werden.

2D - Koordinatensysteme



Durch Anklicken der Achsenbeschriftung kann aus der dann angezeigten Liste eine Variable ausgewählt werden. Es können bis zu vier Größen durch „Auftragung hinzufügen“ und entsprechende Auswahl in einem Diagramm dargestellt werden.

In 2D-Koordinatensystemen gibt es folgende Mausaktionen:

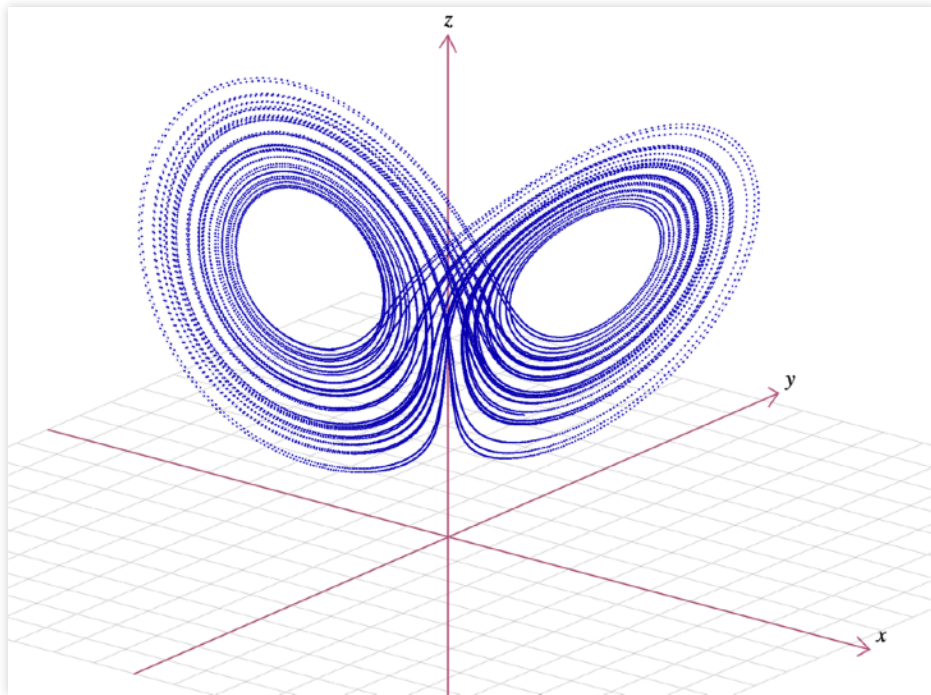
- **Scrollen mit dem Musrad** oder dem Trackpad ermöglicht zoomen im Graph. Dies schaltet die Autoskalierung aus.
- Ein **Doppelklick in den Hintergrund** schaltet die Autoskalierung wieder ein, sodass alle Werte angezeigt werden.
- Durch **Rechtsklick in den Diagrammbereich** öffnet sich ein Kontextmenü, über das Funktionen und Einstellungen bezüglich der Darstellung vorgenommen werden können.
- Ein **Doppelklick auf den Koordinatenachsen** öffnet ein Fenster für die Achseneinstellungen.
- Durch **Doppelklick auf einen Datenpunkt** oder eine Verbindungslinie werden die Darstellungsoptionen eingeblendet mit denen man Farbe, Darstellungsgröße oder Punktform einstellen kann.
- Durch „**Klick & Drag**“ auf einer Achse kann durch Verziehen nach oben und unten die Skalierung verändert werden.
- Durch „**Klick & Drag**“ am Koordinatenursprung kann man das gesamte Koordinatensystem verschieben. Dies erreicht man ebenso wenn man an einer beliebigen Stelle bei der Mausaktion Klick & Drag gleichzeitig die Leertaste gedrückt hält.
- Durch „**Klick & Drag**“ kann man einen rechteckigen Bereich aufziehen. Die dort enthaltenen Punkte werden selektiert.
- Durch „**Klick & Drag**“ mit festgehaltener „alt“ Taste (Mac: „option“) zoomt man in den rechteckigen Bereich hinein.

Achseneinstellungen in 2D-Diagrammen

In den Eingabefeldern können ebenfalls Terme angegeben werden (dies ermöglicht zum Beispiel logarithmische Auftragung).

Entfernt man hinter den Eingabefeldern den Haken bei „auto“, so lassen sich die nötigen Werte für die Achsen für eine persönliche Skalierung eintragen, ebenso kann das Gitterraster frei konfiguriert werden.

3D - Koordinatensysteme



In 3D-Koordinatensystemen gibt es folgende Mauseaktionen:

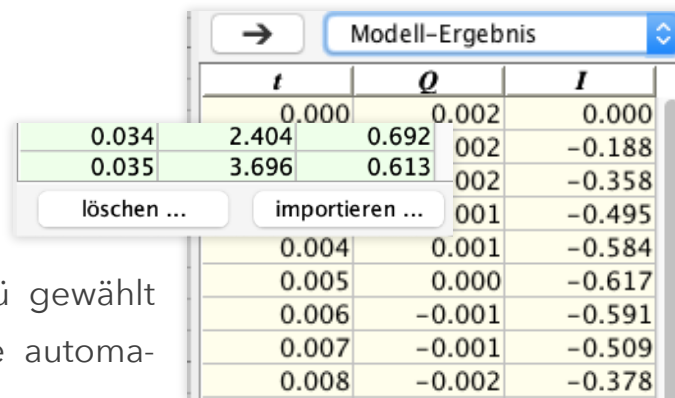
- „Klick & Drag“ an einer beliebigen Stelle ermöglicht das Drehen des Koordinatensystems.
- „Klick & Drag“ an einer beliebigen Stelle mit gedrückter SHIFT-Taste verschiebt das Koordinatensystem.
- Scrollen mit dem Mousrad ermöglicht zoomen im Graph. Dies schaltet die Autoskalierung aus.
- Scrollen mit dem Mousrad mit gedrückter „alt“ Taste (Mac: „option“) ermöglicht zoomen der ganzen Grafik.
- Rechtsklick in den Diagrammbereich öffnet ein Kontextmenü, für Einstellungen bezüglich der Darstellung.
- Ein Doppelklick in den Hintergrund schaltet die Autoskalierung wieder ein und stellt die Originalansicht wieder her.
- Ein Doppelklick auf den Koordinatenachsen öffnet das oben beschriebene Fenster für die Achseneinstellungen.
- Bei Doppelklick auf einen Datenpunkt werden die Darstellungsoptionen eingeblendet mit denen man Farbe, Darstellungsgröße oder Punktform einstellen kann.

Tabellenbereich

Über die Menüzeile „Tabelle -> Einblenden“ lässt sich der Tabellenbereich von Fluxion ein und ausblenden. In diesem können die Berechnungsergebnisse dargestellt werden oder Vergleichswerte (zum Beispiel aus Messungen) eingetragen werden.

Berechnungswerte

Die Werte der Modellberechnung sind eingeblendet, wenn über der Tabelle „Modell Ergebnis“ im Auswahlménü gewählt ist. Fluxion erstellt die Tabelle automatisch.



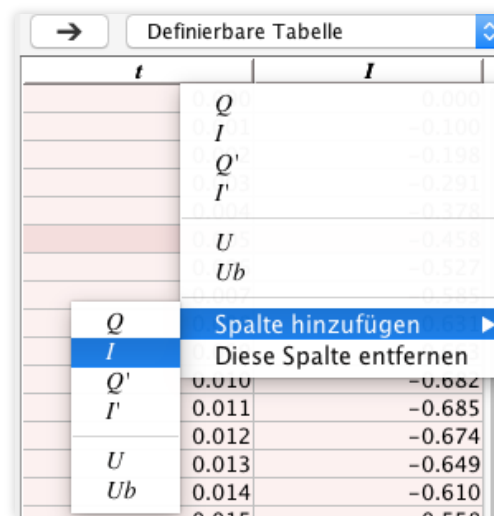
	t	Q	I
	0.000	0.002	0.000
0.034	2.404	0.692	0.002
0.035	3.696	0.613	0.002
			0.001
	0.004	0.001	-0.584
	0.005	0.000	-0.617
	0.006	-0.001	-0.591
	0.007	-0.001	-0.509
	0.008	-0.002	-0.378

Zieht man mit gedrückter Maustaste über einen bestimmten Datenbereich, wird dieser Datenbereich in der Tabelle selektiert und simultan im Diagramm blau markiert. So können auch gezielte Berechnungspunkte ausgewählt werden.

Über einen Rechtsklick in die Tabelle ist das Kontextmenü der Tabelle erreichbar, indem Einstellungen für die Tabelle gemacht werden können.

Definierbare Tabelle

In dieser Tabelle können beliebige Größen in beliebiger Reihenfolge dargestellt werden kann. Alle Daten, die auch graphisch aufgetragen werden können, können hier in Zahlenwerten dargestellt werden



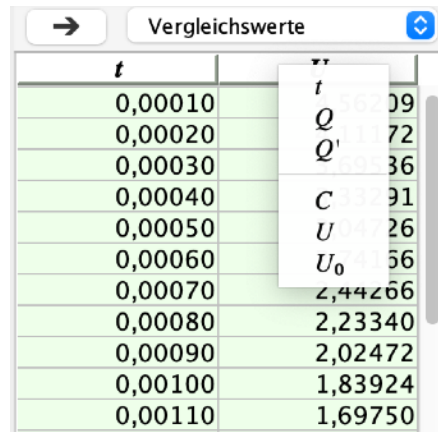
t	I
Q	0.000
I	-0.100
Q'	-0.198
I'	-0.291
U	-0.458
Ub	-0.527
Q	0.010
I	0.011
Q'	0.012
I'	0.013
U	0.014
Ub	0.015

Durch Rechtsklick auf die Namenszeile und „Spalte hinzufügen“ erzeugt man eine neue Spalte mit der ausgewählten Größe. Eine Größe kann durch Auswahl der zuoberst aufgeführten Variablen geändert werden.

Die so erstellten Tabellen können analog zur Ergebnistabelle selektiv markiert und dann in die Zwischenablage kopiert werden, um sie einfach und schnell in externen Programmen weiterverarbeiten zu können.

Vergleichswerte

Um die Vergleichswerte in der Tabelle anzeigen zu lassen, wählt man im Auswahlménü oberhalb der Tabelle „Vergleichswerte“. Nun können für die verschiedenen Variablen eigene bzw. experimentell bestimmte Werte in die Tabelle eingetragen werden.



t	
0,00010	0,56209
0,00020	1,172
0,00030	1,836
0,00040	2,391
0,00050	2,926
0,00060	3,456
0,00070	3,976
0,00080	4,486
0,00090	4,987
0,00100	5,479
0,00110	5,962

Hinweis:

Um die Vergleichswerte im Diagramm sichtbar werden zu lassen, muss im Modellierungsbereich der Haken bei „Vergleichswerte“ gesetzt sein.

Tipps:

Die Variablen der Tabellenspalten können über ein Kontextmenü, das sich bei Rechtsklick auf den Tabellenkopf öffnet, im Rahmen der dort angezeigten Auswahl geändert werden. Um die Skalierung so anzupassen so, dass alle Punkte angezeigt werden, kann im Diagrammbereich doppelgeklickt werden.

Zum Importieren von Daten aus einer externen Tabelle in die Tabelle für Vergleichswerte kann man „Copy & Paste“ verwenden. Dazu markiert man in dem andern Programm in einer Tabelle die gewünschten Daten und kopiert diese mit „Rechtsklick->Kopieren“ bzw. mit „Strg+C“ (Mac: cmd+C) in die Zwischenablage. Anschließend werden die Daten mit mit „Rechtsklick->Einfügen“ bzw. mit „Strg+V“ (Mac: cmd+V) an der aktuell markierten Zelle in der Wertetabelle eingefügt.

Über die Schaltfläche „importieren...“ ist es möglich zuvor gespeicherte Messdaten als Vergleich heranzuziehen, indem sie in die Tabelle geladen werden. Hierbei werden folgende Dateiformate unterstützt:

.txt (reine Text-Datei ohne Formatierungen)

.csv (Standardisiertes Tabellenformat)

.labx & .labm (Formate v. Messwerterfassungssystem CASSY)

.cmbl & .gambl (Vernier Messwerterfassungssystem)

.mmd (Phywe measureApp-Datei)

Nicht aufgeführte Messwerterfassungssysteme werden via .csv oder ‚copy & paste‘ unterstützt.

Bei Auswahl einer Datei im Format .txt oder .csv erscheint ein Dialog, indem genauere Angaben zu den Eigenschaften der zu importierenden Datei gemacht werden können (s. Handbuch).

Weitere Funktionen

Drucken

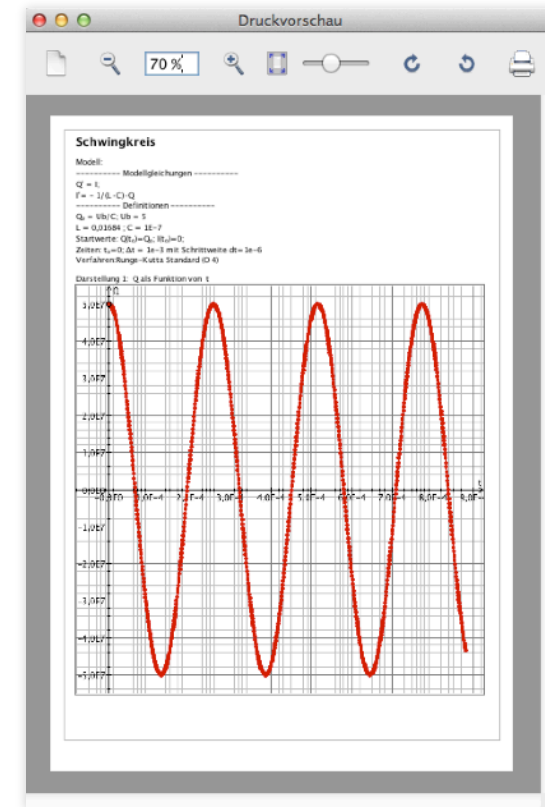
Bei einem Klick auf das „Drucken“ Symbol oder Auswahl im Menü werden alle gezeigten Koordinatensysteme auf einem Blatt zusammengefasst und es wird eine Druckvorschau geöffnet.

Der Ausdruck kann durch Ziehen mit der Maus auf dem Papier verschoben und per Scrollrad vergrößert und verkleinert werden. Zusätzlich wird immer eine Beschreibung des Modells auf dem Druck angezeigt. In der Kopfzeile des Druckvorschau Fensters stehen Funktionen zur Anpassung zur Verfügung (Näheres im Handbuch).

Dokumenteinstellungen

Im Fenster für die Dokumenteinstellungen können neben Name und dem Rechenverfahren (Näheres dazu im Handbuch) auch Einstellungen zur Darstellung und zur Mausunterstützung in Diagrammen gemacht werden.

Die Aktionsbuttons erlauben das pauschale Verändern der Darstellungsoptionen von Berechnung, Funktion und Vergleichswerten je nach Auswahl.



Einstellungen für das aktuelle Dokument

Grundeinstellungen:

- Name des Dokuments: LC-Schwingkreis
- Berechnungs-Verfahren: Runge-Kutta Standard (O 4)
- Maximale Abweichung: $1e-6$
- ☒ Systemgleichungen sind editierbar

Diagramm:

- Schriftart: Sans Serif – normal
- Größe: 14
- ☒ Gitter zeichnen ☒ auch feines Gitter
- ☒ Färben der Achsen bei Automatik
- ☒ Scrollradunterstützung
- ☒ Dehnen der Achsen mit der Maus erlauben

Aktionen:

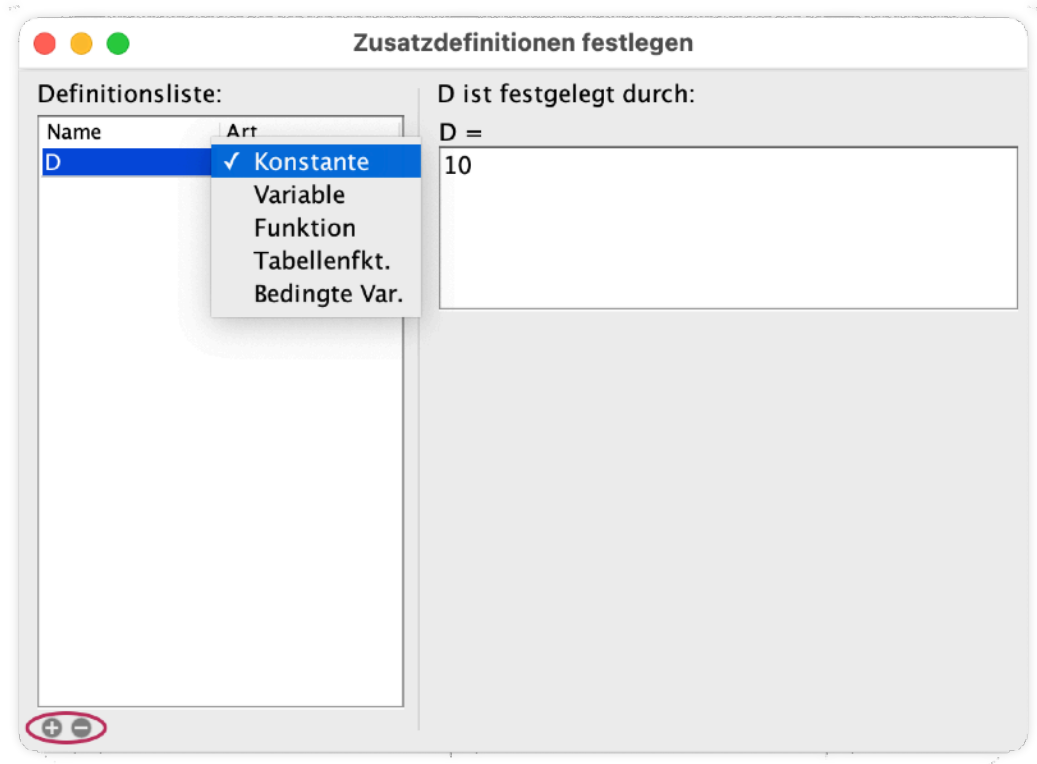
- Standard verwenden
- Vorlage anwenden
- zum Ladezustand

Erweiterte Definitionen

Im Eingabebereich der Modellgleichungen lassen sich noch weitere Definitionen festlegen um z.B. komplexere Probleme zu bearbeiten. Dazu zählen *Konstanten*, *Funktionen*, so wie *Tabellenfunktionen* und *bedingte Variablen* (Details hierzu im ausführlichen Handbuch).

Um das Eingabefenster für diese Definitionen aufzurufen, klickt man unter dem Eingabefeld für die Modellgleichungen hinter Weitere Definitionen auf den Button „hinzufügen ...“.

Links unten können mit dem „Plus-Symbol“ Objekte der Liste hinzugefügt oder mit dem „Minus-Symbol“ wieder gelöscht werden. Durch Doppelklick können Name und Art des Objekts bearbeitet werden.



Smart-Input

Smart-Input ist eine verkürzte „Eingabesprache“, die eine umständliche Eingabe von Sonderzeichen (Griechische Buchstaben, hoch- bzw. tiefgestellte Zahlen und physikalische Konstanten) erleichtert. (Zum Ein-/Ausschalten von „Smart-Input“ siehe Abschnitt „Programmeinstellung“). Hierbei gelten folgende Abkürzungen:

- Für Indizes (nur Zahlen 0 bis 9) verwendet man den Unterstrich, (zum Beispiel x_0 für x_0)
- Für die Exponenten (2 und 3) schreibt man z.B. x^2, bzw. x^3
- Bei der Multiplikation wird ‚*‘ in ein Malzeichen umgewandelt
- Durch Ausschreiben des Namens eines griechischen Buchstabens erscheint nach der Eingabe eines Zeichens (z.B. +, -, =, Leertaste, oder RETURN) der entsprechende griechische Buchstabe. z.B. ‚sigma‘ → σ bzw. ‚Sigma‘ → Σ .

Physikalische Konstanten:

Die nebenstehenden gängigsten physikalischen Konstanten sind bei Fluxion bereits vordefiniert und müssen nicht jedes Mal neu definiert werden.

Diese können über das Kontextmenü im Eingabefenster oder über die angegebenen Smart-Input-Eingabe verwendet werden.

Standardfunktionen:

In Fluxion sind folgende geläufige mathematische Funktionen vordefiniert:

$\exp(x)$, $\log(x)$, $\lg(x)$, $\ln(x)$, $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\tan(x)$, $\operatorname{asin}(x)$, $\operatorname{acos}(x)$, $\operatorname{atan}(x)$, $\sec(x)$, $\operatorname{cosec}(x)$, $\cot(x)$, $\sinh(x)$, $\cosh(x)$, $\tanh(x)$, $\operatorname{asinh}(x)$, $\operatorname{acosh}(x)$, $\operatorname{atanh}(x)$

Wurzeln gibt man über $\operatorname{sqrt}(x)$ ein. Mit $\operatorname{abs}(x)$ bestimmt man den Betrag und mit $\operatorname{rand}()$ erzeugt man eine Zufallszahl zwischen 0 und 1. Die Funktion $\operatorname{sgn}(x)$ liefert -1 für negative Werte und +1 für positive Werte (und 0 für 0).

KONSTANTE	EINGABE	SYMBOL	WERT
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	light	\hat{c}	$2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Fallbeschleunigung norm	gravit	\hat{g}	$9,80665 \text{ m/s}^2$
Gravitationskonstante	Gravit	\hat{G}	$6,67430 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kgs}^2$
Magnetische Feldkonstante	mag	μ_0	$1.25663706212 \cdot 10^{-6} \text{ VS/}$
Bohr'sches Magneton	bomag	μ_B	$9,2740100783 \cdot 10^{-7} \text{ J/T}$
Dielektrizitätskonstante	diel	ϵ_0	$8,8541878128 \cdot 10^{-12} \text{ C/Vm}$
Elementarladung	qel	q_e	$1,602176634 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Masse eines Elektrons	mel	m_e	$9,1093837015 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Masse eines Protons	mprot	m_p	$1,67262192369 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Masse eines Neutrons	mneut	m_n	$1,67492749804 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Masse eines Alpha-Teilchens	malpha	m_a	$6,6446573357 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Masse eines Myons	mmu	m_μ	$1,883531627 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$
Atommasse	atommass	\hat{u}	$1,66053906660 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Plancksches Wirkungsquantum	planck	\hat{h}	$6,62607015 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
Reduziertes Planck.WQuantum	hbar	\hbar	$1,054571817 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
Boltzmann Konstante	kboltz	k_B	$1.380649 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Avogadro Konstante	avog	\hat{N}	$6.02214076 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$
Euler'sche Konstante	euler	\hat{e}	$2,71828182845905$

Hinweis:

Die trigonometrischen Funktionen verlangen eine Angabe im Bogenmaß.

Ausführliches Handbuch: http://did-apps.physik.uni-wuerzburg.de/Download/Fluxion_Handbuch.pdf



© 2021 Universität Würzburg

Internetseite des Lehrstuhls:
<http://pid.physik.uni-wuerzburg.de>

Softwareseite des Lehrstuhls:
<http://did-apps.physik.uni-wuerzburg.de>

