



Lagrange

Kurzübersicht

Fassung für Version 2.6.1

Überblick

In der theoretischen Mechanik wurde herausgefunden, dass eine Bewegung durch die Angabe von kinetischer und potentieller Energie ebenfalls eindeutig bestimmt ist. Das Programm Lagrange bestimmt durch numerische Verfahren die Lösungen der mathematisch oft aufwendigen Rechnung.

Was macht Lagrange eigentlich?

In der Schule lernt man recht frühzeitig die Energie, ihre Formen und die Energieerhaltung als grundlegendes Prinzip der Physik kennen. Ebenso wie die Kräfte die Bewegung bestimmen, ist eine Bewegung ebenfalls durch die Angabe von potentieller Energie und kinetischer Energie eindeutig bestimmt.

Der Lagrange-Formalismus, mit dem man aus den kinetischen und potentiellen Energien den Ort und die Geschwindigkeit eines Objekts bestimmen kann, ist jedoch mathematisch anspruchsvoll und man benötigt höhere Mathematik um die Lösung zu berechnen.

Mit Hilfe des Programms „Lagrange“ können solche Berechnungen sehr einfach und in sehr intuitiver Weise numerisch durchgeführt werden.

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 Lagrange

- Menüleiste →
- Iconleiste →
- Modelldefinition →
- Veränderbare Parameter →
- Startwerte →
- Iterationsvorgaben →
- Aktionsleiste →
- Vergleichsfunktion →
- Vergleichswerte →

Modellierungsbereich

Trampolin

Ort(e): s Geschw.: v

$E_{kin} = 1/2 \cdot m \cdot v^2$

$E_{pot} = m \cdot \hat{g} \cdot s + 0,5 \cdot D \cdot \Delta s^2$

Definitionen:

$\Delta s = s - s_0$
 $s_0 = 0,8$
 $m = 75$
 $E_{ges} = E_{kin} + E_{pot}$

Weitere Definitionen: bearbeiten ...

$D_0 = 7000$ 4000 8000

Startwerte:

$s(t_0) = s_0 + 0,6; v(t_0) = 0$

$t_0 = 0$ $dt = 0,02$

$\Delta t = 2,3$ $n = 114$

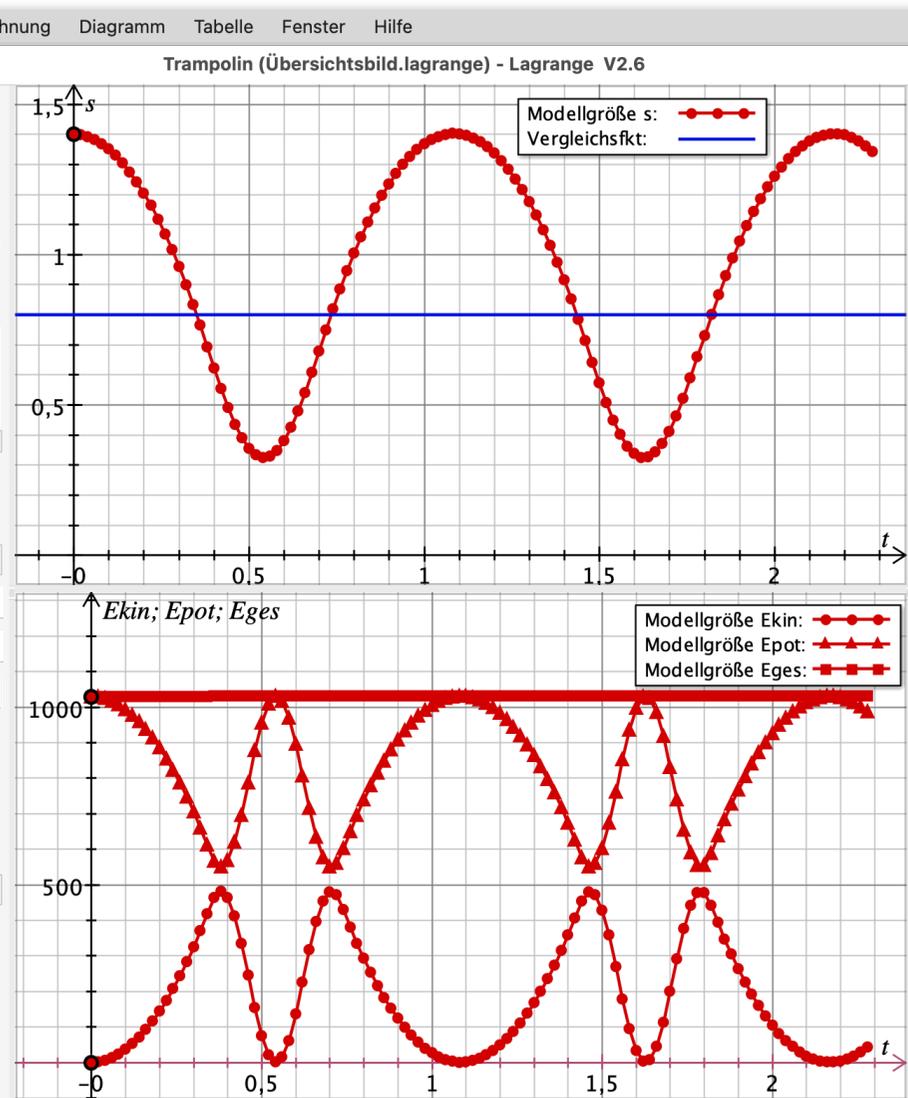
Abbrechen, wenn:

Vergleichsfunktion ▼

$s(t) = s_0$

Vergleichswerte

Diagrammbereich



Tabellenbereich

Modell-Ergebnis

t	s	v
0,000	1,400	0,000
0,020	1,398	-0,196
0,040	1,392	-0,392
0,060	1,382	-0,588
0,080	1,369	-0,785
0,100	1,351	-0,981
0,120	1,329	-1,177
0,140	1,304	-1,373
0,160	1,274	-1,569
0,180	1,241	-1,765
0,200	1,204	-1,961
0,220	1,163	-2,157
0,240	1,118	-2,354
0,260	1,069	-2,550
0,280	1,016	-2,746
0,300	0,959	-2,942
0,320	0,898	-3,138
0,340	0,833	-3,334
0,360	0,765	-3,518
0,380	0,693	-3,582
0,400	0,622	-3,512
0,420	0,554	-3,312
0,440	0,490	-2,988
0,460	0,435	-2,554
0,480	0,389	-2,024
0,500	0,354	-1,418
0,520	0,333	-0,760
0,540	0,324	-0,074
0,560	0,330	0,615
0,580	0,349	1,281
0,600	0,381	1,900
0,620	0,424	2,447
0,640	0,478	2,904
0,660	0,540	3,253
0,680	0,607	3,480
0,700	0,678	3,578
0,720	0,749	3,543
0,740	0,819	3,382
0,760	0,884	3,186
0,780	0,946	2,990

Modellierungsbereich

Icon-Leiste



Dokumentname

Unter der Icon-Leiste wird der Name des Dokuments angezeigt.

Trampolinspringer ⓘ

Modell eingeben

Zunächst müssen die Variablen für die Orte und die Geschwindigkeiten festgelegt werden.

Ort(e): s **Geschw.: v**

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

- Erstellen eines neuen Dokuments
- Laden eines Dokuments (.lagrange 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.)

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 Lagrange eine PDF-Datei mit Informationen zum vorliegenden Dokument (mehr dazu in Kapitel 4 im vollständigen Handbuch).

Bei mehrdimensionalen Bewegungen können durch verschiedene Ortsvariablen Komma getrennt angegeben werden. Es muss dazu eine gleich große Anzahl an Geschwindigkeitsvariablen spezifiziert werden. Die Bezeichnung „ s “ für den Ort bei 1D entstammt der ursprünglichen Konzeption für den Schulbereich.

Anschließend müssen die kinetische und die potentielle Energie in den angegebenen Koordinaten angegeben werden.

$$E_{kin} = 1/2 \cdot m \cdot v^2$$

$$E_{pot} = m \cdot \hat{g} \cdot s + 0,5 \cdot D \cdot \Delta s^2$$

Im Eingabefeld darunter werden die weiteren benötigten Größen definiert.

Definitionen:

$$\Delta s = s - s_0$$

$$s_0 = 0,8$$

$$m = 75$$

Weitere Definitionen:

bearbeiten ...

Zusätzlich können durch den Button „bearbeiten“ bzw. „hinzufügen“ selbst erstellte Größen, bedingte Variablen oder Funktionen definiert werden. Der Haken zeigt an, dass solche Definitionen gesetzt sind.

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

Bei Lagrange sind die E_{kin} und E_{pot} damit als Variablen festgelegt, die in Tabellen und Diagrammen angezeigt werden können.

Für die Eintragungen im Eingabefeld Definitionen gilt:

Funktion(Argument1, Argument2, ...) = Funktions-Term

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.

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.

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_a	m_μ
\hat{u}	\hat{h}	\hat{h}	k_B	\hat{N}	\hat{e}	.					

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

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.



Startwerte

Für die schrittweise Berechnung des über Ratengleichungen formulierten Lagrange Modells müssen Werte für Ort und Geschwindigkeit angegeben werden, die für den ersten Berechnungsschritt verwendet werden.

Startwerte:

$$s(t_0) = s_0 + 0,6; v(t_0) = 0$$

Iterationsvorgaben

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

$t_0 =$	<input type="text" value="0"/>	$dt =$	<input type="text" value="0,02"/>
$\Delta t =$	<input type="text" value="0+2"/>	$n =$	<input type="text" value="100"/>

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.

Wie aus der Abbildung ersichtlich, werden die einzelnen Startwerte in die entsprechenden Felder eingetragen.

Es ist auch 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 der Startwert für die Laufvariable (üblicherweise 0) angegeben. Das Feld darunter gibt die Spanne der Berechnung ab dem Startwert vor.

Die Schrittweite dt der einzelnen Iterations-Schritte 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

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

Abbrechen, wenn:

Hiermit kann bei Bedarf die Berechnung vorzeitig unterbrochen werden, sobald die eingegebene Bedingung wahr ist.

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.

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 wird auf die Achsen projiziert, um dort die Werte ablesen zu können.

Vergleichsfunktion(en)

Mit dieser Option kann man sich zusätzliche Funktionsgraphen einzeichnen lassen.



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 (s.u.).

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:

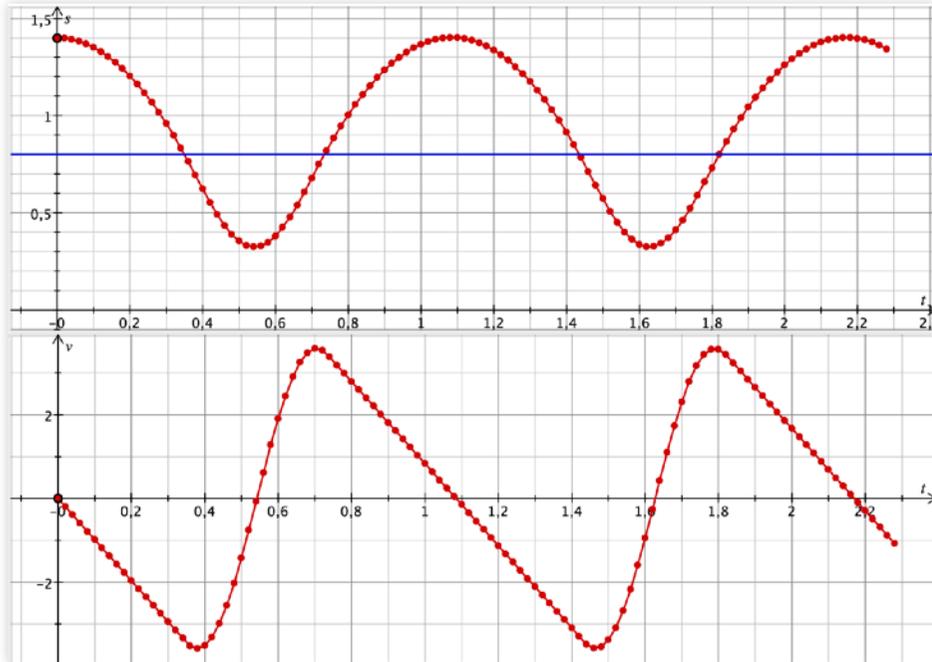
Man achte immer auf eine korrekte Eintragung der Spalte bzw. der Achsenauftragung (evt. Autoskalierung einschalten).

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 Mausrad** 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

Einstellungen der Koordinatenachsen

Rechtsachse: t

Anfang: Ende: auto

Einteilung: #Unterteilung: auto

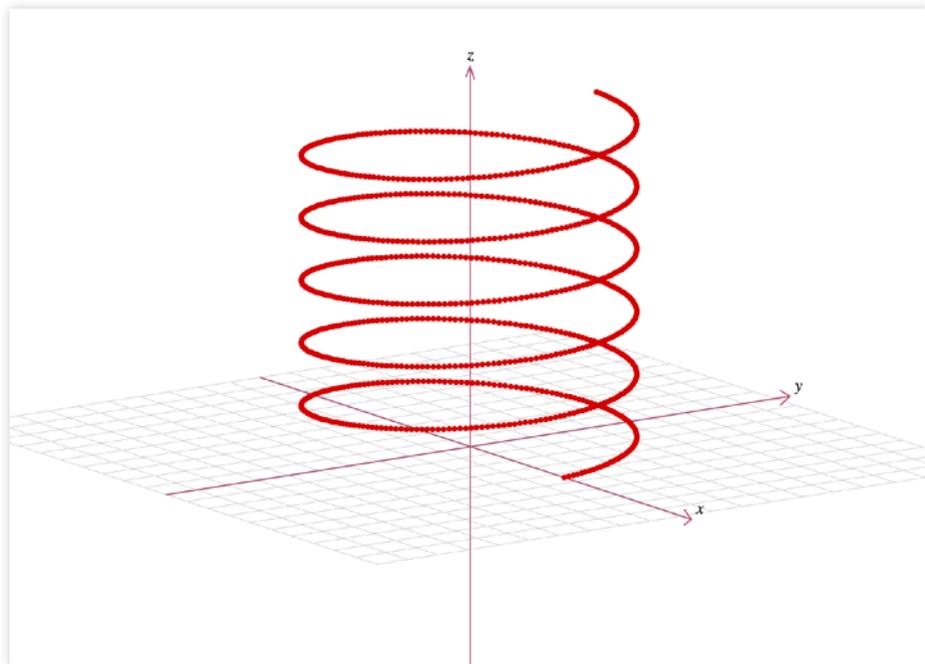
Hochachse: s

Anfang: Ende: auto

Einteilung: #Unterteilung: auto

Automatische Achsen so einstellen, dass die Achsen immer sichtbar sind.

3D - Koordinatensysteme



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.

In 3D-Koordinatensystemen gibt es folgende Mausaktionen:

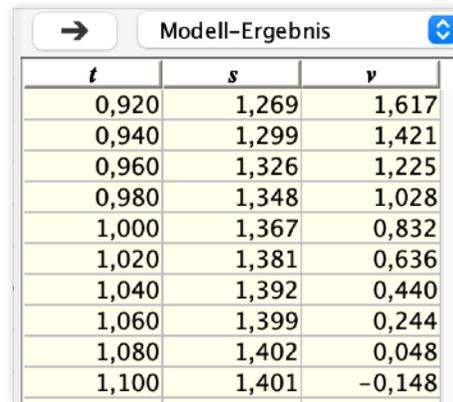
- „Klick & Drag“ an einer beliebigen Stelle ermöglicht das Drehen des Koordinatensystems.
- „Klick & Drag“ an einer beliebigen Stelle mit gedrückter SHIFT-Taste verschiebt das Koordinatensystem.
- Scrollen mit dem Mausrad ermöglicht zoomen im Graph. Dies schaltet die Autoskalierung aus.
- Scrollen mit dem Mausrad 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 Lagrange ein- und ausblenden. In diesem können die Berechnungsergebnisse dargestellt werden oder Vergleichswerte (zum Beispiel aus Messungen) eingetragen werden.

Berechnungswerte

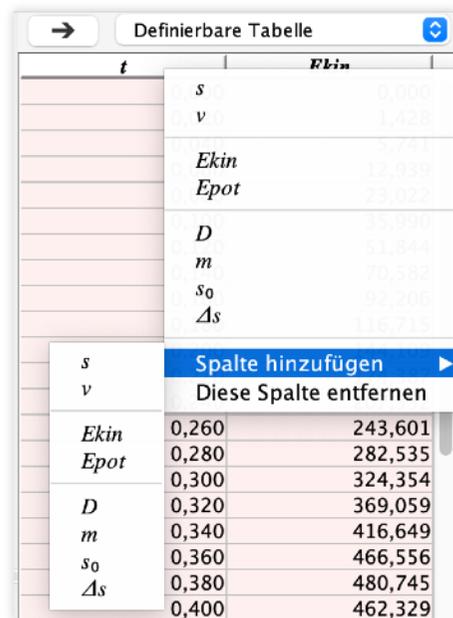
Die Werte der Modellberechnung sind eingublendet, wenn über der Tabelle „Modell Ergebnis“ im Auswahlmenü gewählt ist. Lagrange erstellt die Tabelle automatisch.



t	s	v
0,920	1,269	1,617
0,940	1,299	1,421
0,960	1,326	1,225
0,980	1,348	1,028
1,000	1,367	0,832
1,020	1,381	0,636
1,040	1,392	0,440
1,060	1,399	0,244
1,080	1,402	0,048
1,100	1,401	-0,148

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	s	v
	s	0,000
	v	1,428
	E_{kin}	12,939
	E_{pot}	33,022
	D	35,990
	m	51,844
	s_0	70,582
	Δs	92,206
		116,719

	s	v
E_{kin}	0,260	243,601
E_{pot}	0,280	282,535
	0,300	324,354
D	0,320	369,059
m	0,340	416,649
s_0	0,360	466,556
Δs	0,380	480,745
	0,400	462,329

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.

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

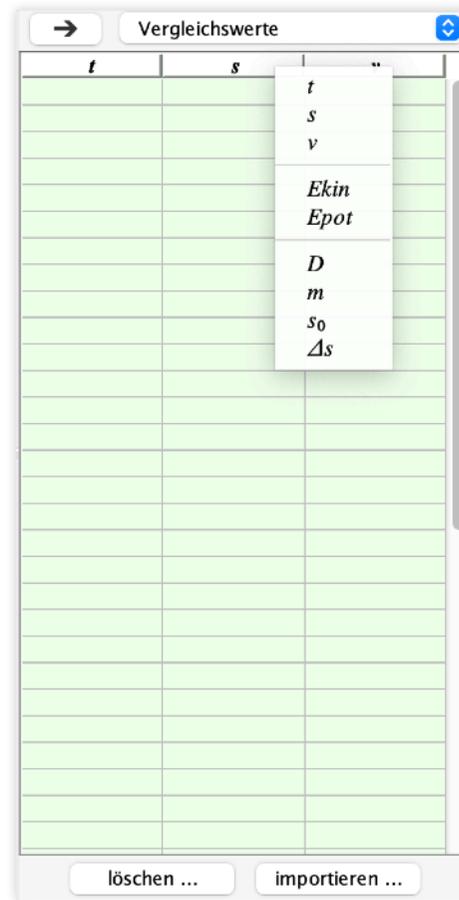
Um die Vergleichswerte in der Tabelle anzeigen zu lassen, wählt man im Menü oberhalb der Tabelle „Vergleichswerte“. Nun können für die verschiedenen Variablen anderweitig berechnete bzw. experimentell bestimmte Werte in die Tabelle eingetragen werden.

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 „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 Messwerterfassungssystem CASSY)

.cdbl & .gdbl (Vernier Messwerterfassungssystem)

.mmd (Phywe measureApp-Datei)

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

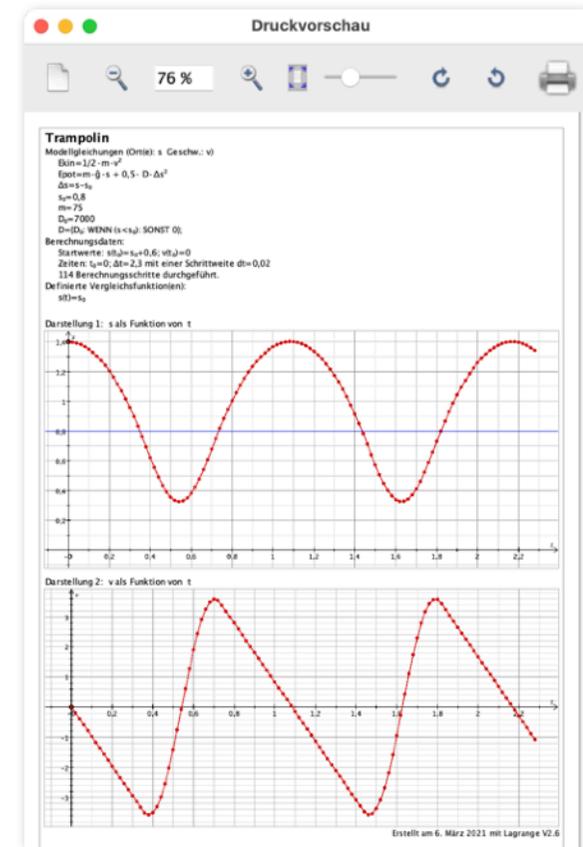
Bei Auswahl einer Datei im Format .txt oder .csv erscheint ein Dialog, indem genauere Angaben zu den Eigenschaften der zu importierenden Datei gemacht werden können (s. Handbuch).

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.

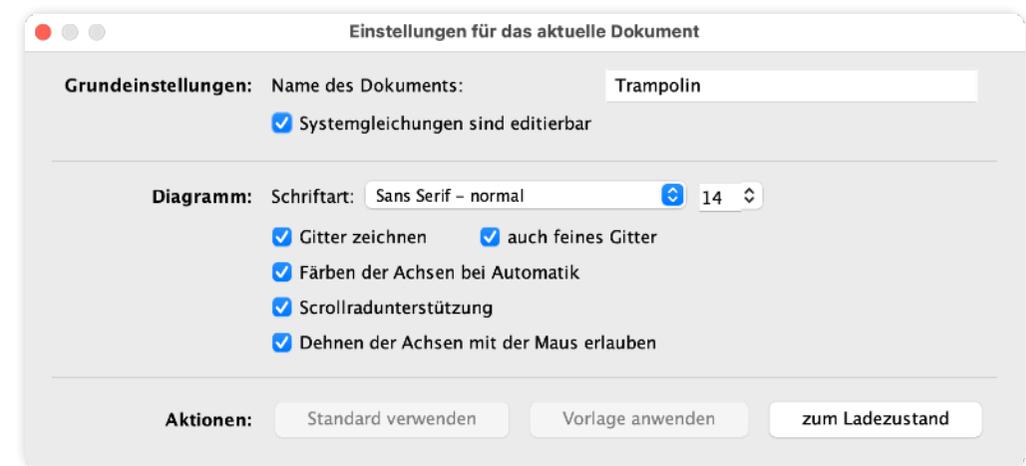
Der Ausdruck kann durch Ziehen mit der Maus auf dem Papier verschoben und per Scrollrad vergrößert und verkleinert werden. Zusätzlich wird immer eine Beschreibung des Modells auf dem Druck angezeigt. In der Kopfzeile des Druckvorschau Fensters stehen Funktionen zur Anpassung zur Verfügung (Näheres im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



Erweiterte Definitionen

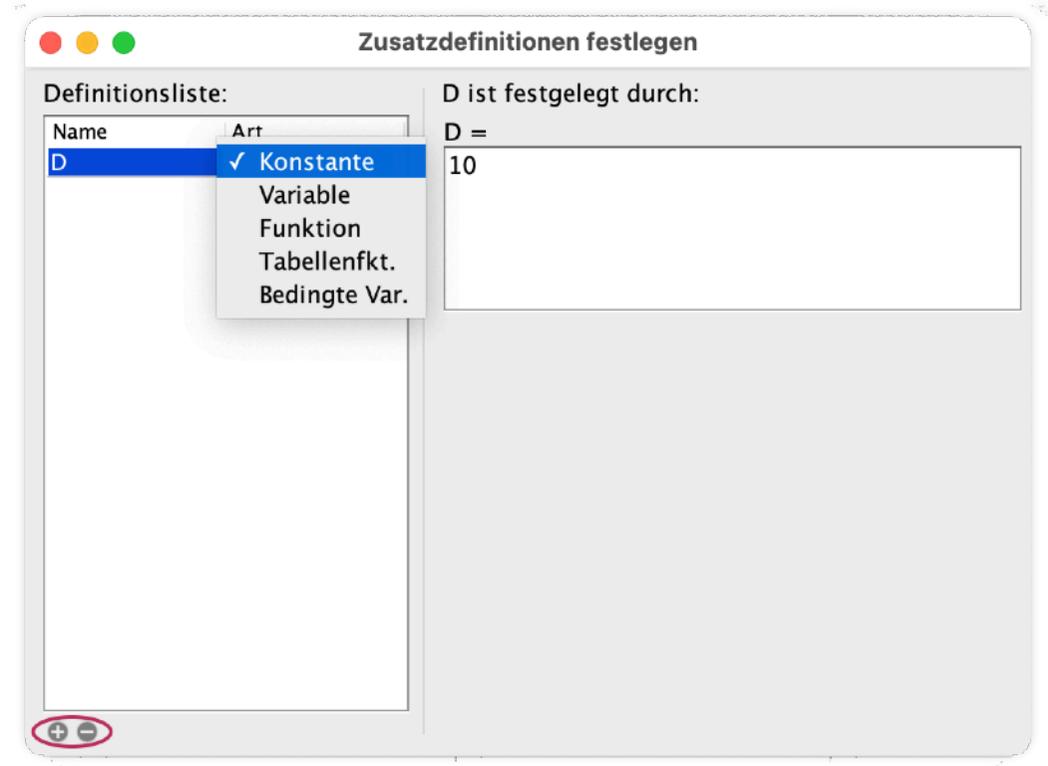
Im Eingabebereich der Modellgleichungen lassen sich noch weitere Definitionen festlegen um z.B. komplexere Probleme zu bearbeiten. Dazu zählen *Konstanten*, *Funktionen*, so wie *Tabellenfunktionen* und *bedingte Variablen* (Details hierzu im ausführlichen Handbuch).

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' $\rightarrow \sigma$ bzw. ,Sigma' $\rightarrow \Sigma$.

Physikalische Konstanten:

Die nebenstehenden gängigsten physikalischen Konstanten sind bei Lagrange 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 Lagrange sind folgende geläufige mathematische Funktionen vordefiniert:

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

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}	$2,99792458 \cdot 10^8$ m/s
Fallbeschleunigung norm	gravit	\hat{g}	$9,80665$ m/s ²
Gravitationskonstante	Gravit	\hat{G}	$6,67430 \cdot 10^{-11}$ m ³ /kgs ²
Magnetische Feldkonstante	mag	μ_0	$1,25663706212 \cdot 10^{-6}$ VS/
Bohr'sches Magneton	bomag	μ_B	$9,2740100783 \cdot 10^{-7}$ J/T
Dielektrizitätskonstante	diel	ϵ_0	$8,8541878128 \cdot 10^{-12}$ C/Vm
Elementarladung	qel	qe	$1,602176634 \cdot 10^{-19}$ C
Masse eines Elektrons	mel	me	$9,1093837015 \cdot 10^{-31}$ kg
Masse eines Protons	mprot	mp	$1,67262192369 \cdot 10^{-27}$ kg
Masse eines Neutrons	mneut	mn	$1,67492749804 \cdot 10^{-27}$ kg
Masse eines Alpha-Teilchens	malpha	ma	$6,6446573357 \cdot 10^{-27}$ kg
Masse eines Myons	mmu	m_μ	$1,883531627 \cdot 10^{-28}$ kg
Atommasse	atommass	\hat{u}	$1,66053906660 \cdot 10^{-27}$ kg
Plancksches Wirkungsquantum	planck	\hat{h}	$6,62607015 \cdot 10^{-34}$ Js
Reduziertes Planck.WQuantum	hbar	\hbar	$1,054571817 \cdot 10^{-34}$ Js
Boltzmann Konstante	kboltz	k _B	$1,380649 \cdot 10^{-23}$ J/K
Avogadro Konstante	avog	\hat{N}	$6,02214076 \cdot 10^{23}$ 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/Lagrange_Handbuch.pdf



© 2021 Universität Würzburg

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

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

