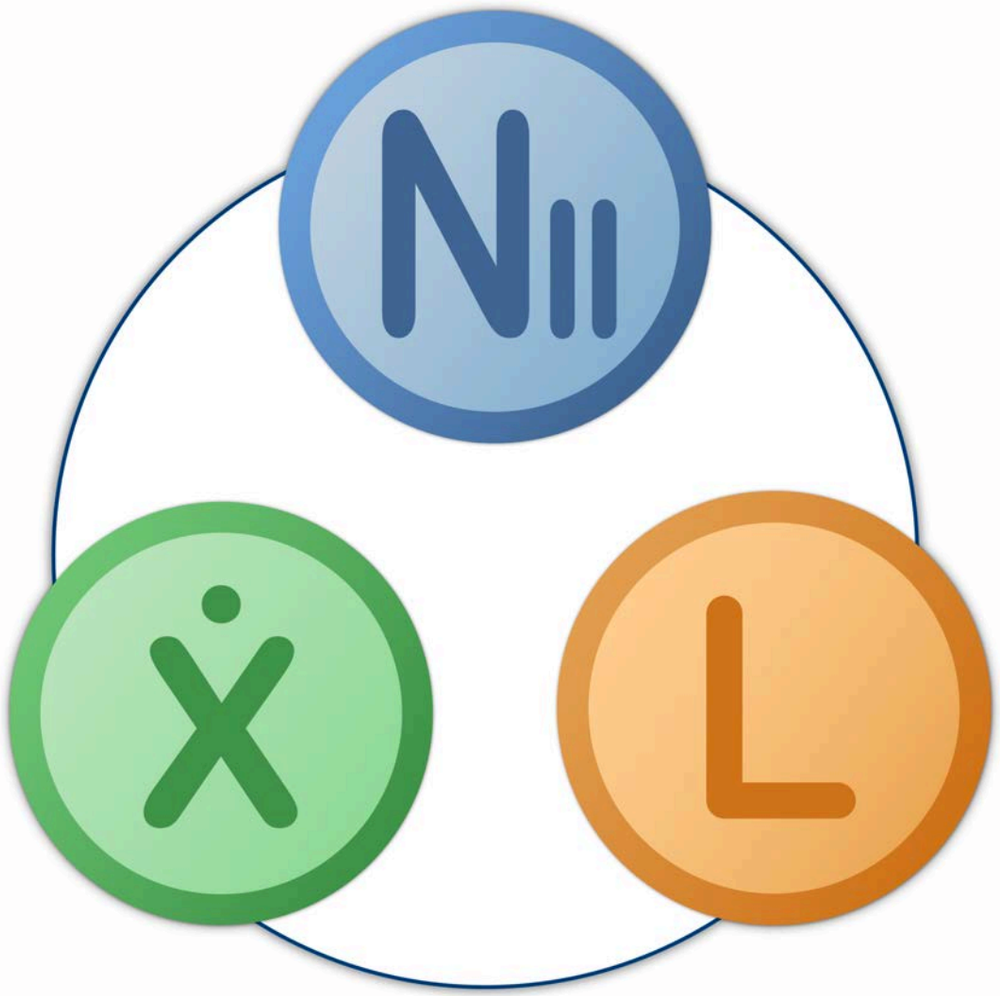


Modellierung

(am PC)

Stephan Lück
Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik

slueck@physik.uni-wuerzburg.de

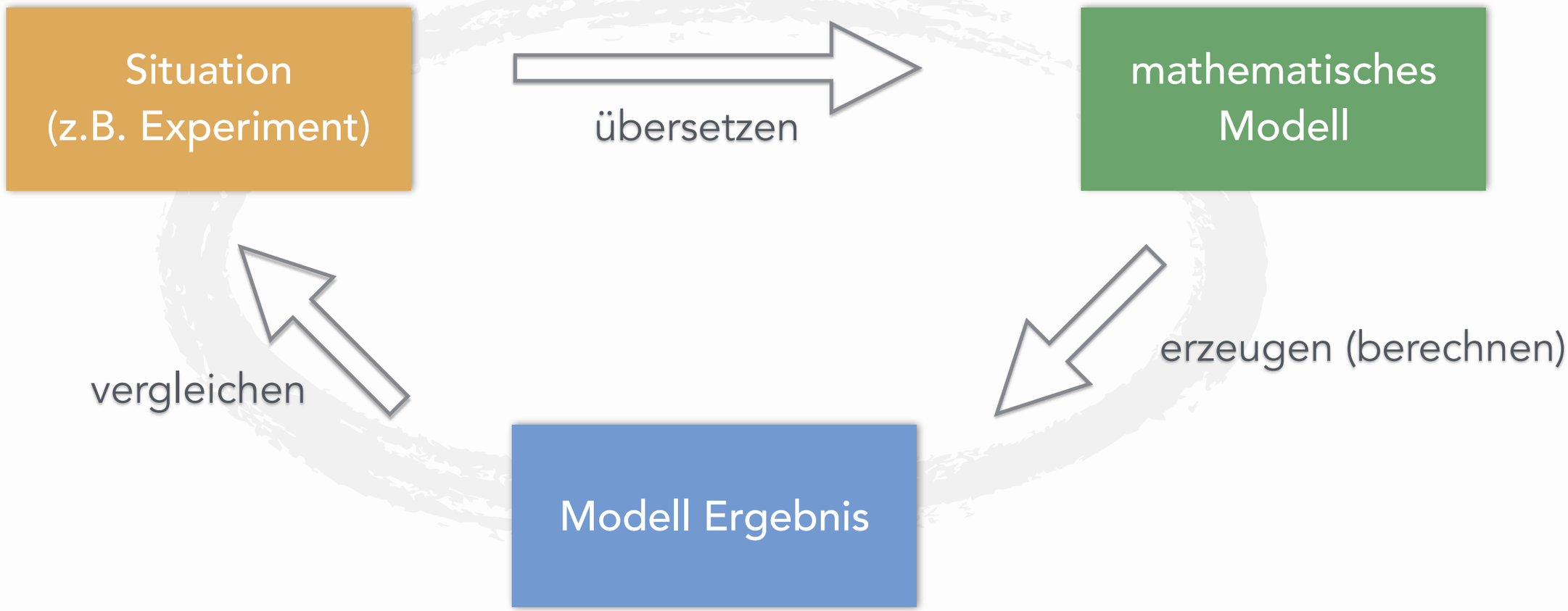
ALLGEMEINES ZUR BILDUNG VOM MODELLEN

Bei der Modellierung lassen sich folgende Prozesse differenzieren:

- *Abgrenzung:* Nichtberücksichtigung irrelevanter Objekte
- *Reduktion:* Weglassen von Objektdetails
- *Dekomposition:* Zerlegung, Auflösung in einzelne Segmente
- *Aggregation:* Vereinigung, Zusammenfassen von Segmenten zum Ganzen
- **Abstraktion:** Begriffs- bzw. Klassenbildung

⇨ es werden allgemeine kognitive Fähigkeiten geschult

TYPISCHER MODELLIERUNGSKREISLAUF IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN



(VEREINFACHT)

MODELLIERUNG BEIM PHYSIK-LERNEN

Die Modellierung physikalischer Systeme bietet vielschichtige Lernaspekte:

- Unterstützung der Hypothesenbildung
- Fördert systemisches Denken
- Vertieft das Verständnis von physikalischen Zusammenhängen
- Nachhaltigeres Behalten von physikalischen Konzepten
- Nachahmung wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung
- Übt den Umgang mit abstrakten Beschreibungen (Symbole/Formeln)
- Motivationssteigerung durch die Möglichkeit realistische Kontexte zu behandeln

AUS DEN FACHPROFILEN PHYSIK

- typische Methoden der Physik und Vorgehensweisen zur Erkenntnisgewinnung kennen (**Modellbildung**, Gültigkeitsbereich von Modellen, experimentelle Überprüfung…)
- die Bedeutung physikalischer Grundprinzipien einsehen (z. B. Erhaltungssätze …)
- **fachspezifische Darstellungsformen**, wie etwa **Tabellen, Diagramme** sowie physikalische und mathematische Symbole, gezielt und korrekt zu verwenden
- Im Rahmen experimenteller Auswertungen verwenden SuS Formen der Mathematisierung und entwickeln theoretische **Modelle**.
- **mathematische Formulierungen physikalischer Aussagen nutzen** und verstärkt deduktive Elemente zur Erkenntnisgewinnung einsetzen können
- befähigt werden, **selbständig Standard- und Simulationssoftware zu verwenden**, um physikalische Einsichten zu vertiefen und komplizierte Sachverhalte zu veranschaulichen

ZUSAMMENFASSUNG STATUS QUO

- Mathematische Modellierung ist ein wichtiger Aspekt im mediengestützen Physikunterricht

- Mathematische Modellierung wird in bestimmten Physik-Schulbüchern integriert

- Modellierung im Physikunterricht ist trotz wichtiger Lernaspekte und Lehrplanvorgaben noch (zu) wenig verbreitet.

MÖGLICHE SCHÜLER-PROBLEME BEI DER MODELLIERUNG

Vor allem lernschwächere Schüler haben Probleme bei der eigenständigen Modellierung physikalischer Systeme.

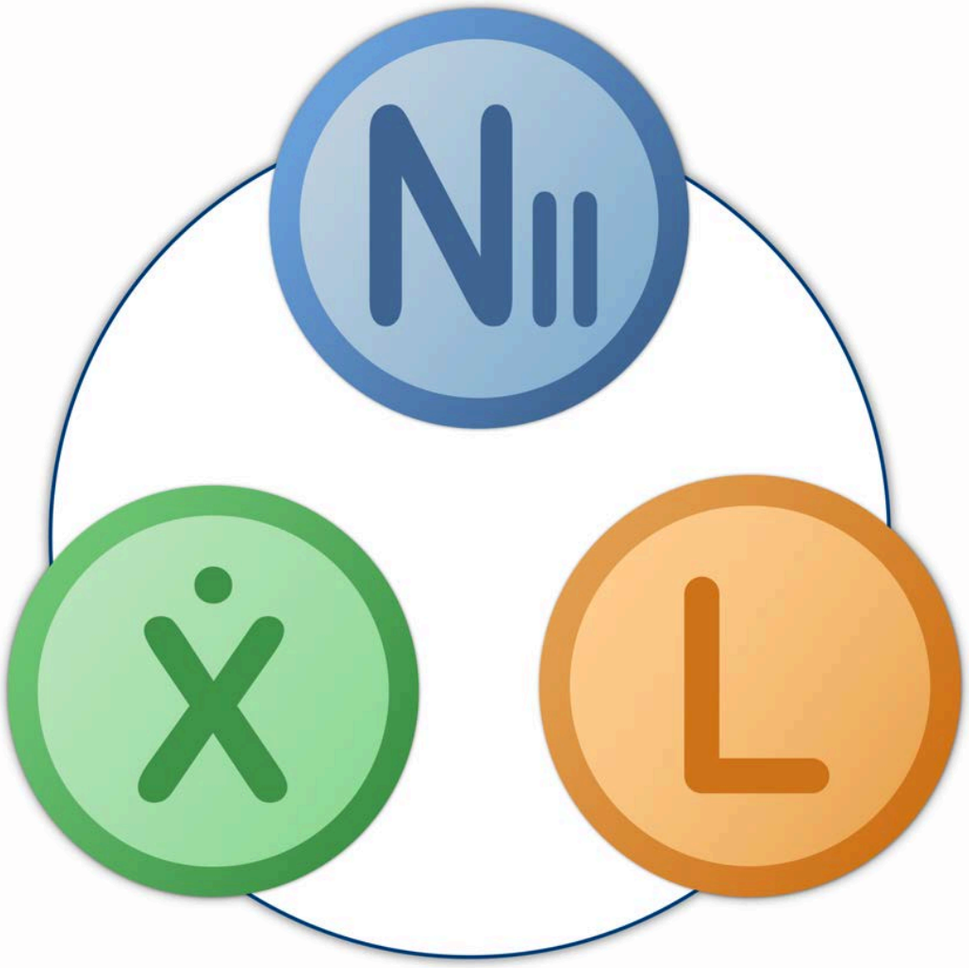
Gründe:

- ungewohntes Vorgehen
- früherer Lernstoff nicht präsent (nur oberflächlich gelernt, vergessen)
- simple Anwendung von Kochrezepten nicht möglich
- Probleme bei der Bedienung der Software (zu viel auf einmal)

ANFORERUNGEN AN SOFTWARE FÜR DIE MODELLIERUNG PHYSIKALISCHER VORGÄNGE

- Einfache grafische Benutzeroberfläche (GUI)
  - Idealfall: nur Gleichung / Parameter eingeben und auf „go" drücken
  - Anpassbare GUI mit allen Funktionen im direkten Zugriff
- Interaktivität, um das Problem zu erkunden
- Simultane Darstellung von Modell und Lösung
- Möglichkeit, die Ergebnisse mit Theorie und Experiment zu vergleichen
- Schnelle und robuste Numerik
- Plattformunabhängigkeit

DIE PROGRAMME DES LEHRSTUHLS

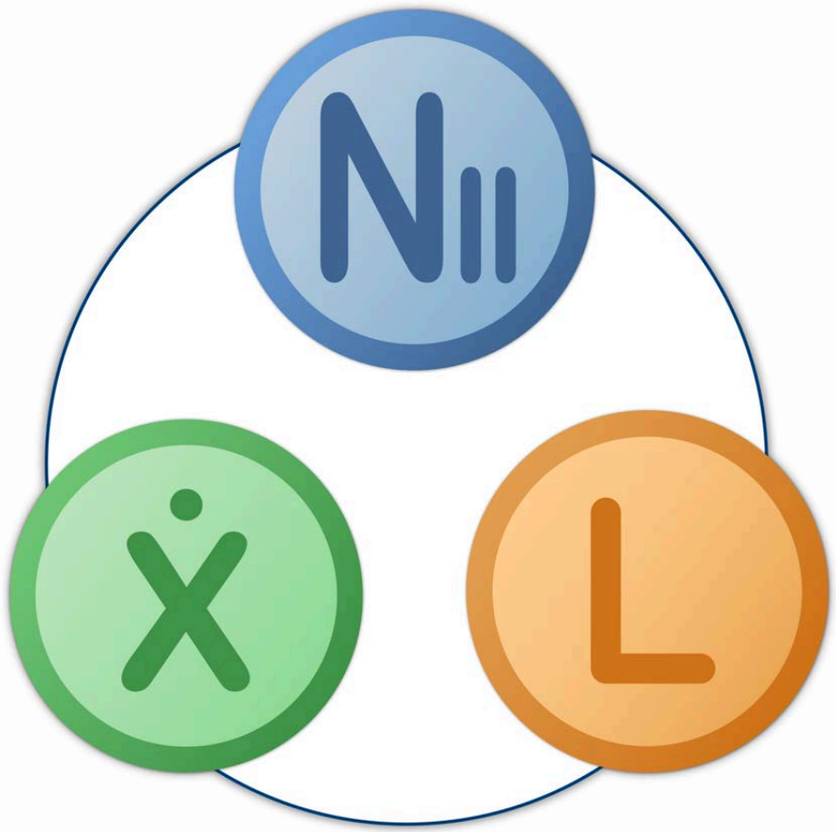




did-apps.physik.uni-wuerzburg.de

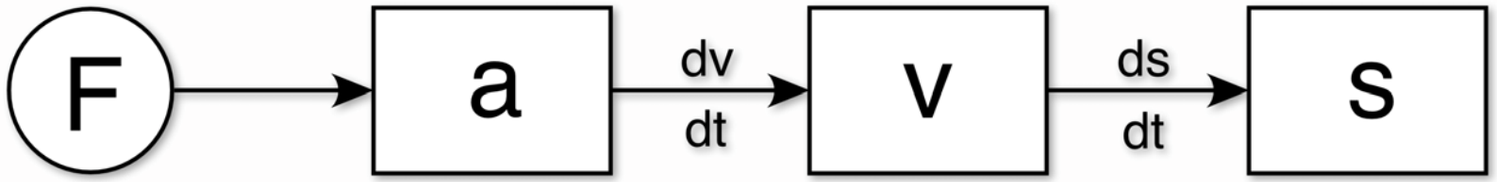
GEMEINSAME FEATURES DER NUMAPPS UNSERES LEHRSTUHLS

- "Smart-Input", um Gleichungen so einfach wie möglich einzugeben
- Einstellbare Parameter mit Live-Berechnung
- Zusätzliche Möglichkeit für komplexe Definitionen
- Überlagerte Funktionen zum Vergleich
- Import von Messwerten
- Mehrere und interaktive Diagramme
- 3D-Darstellung
- Export und Drucken von Daten und Werte
- Mehrere Dokumente gleichzeitig
- Option die Modellgleichungen zu sperren
- Möglichkeit, detaillierte Dokumentbeschreibungen hinzufügen

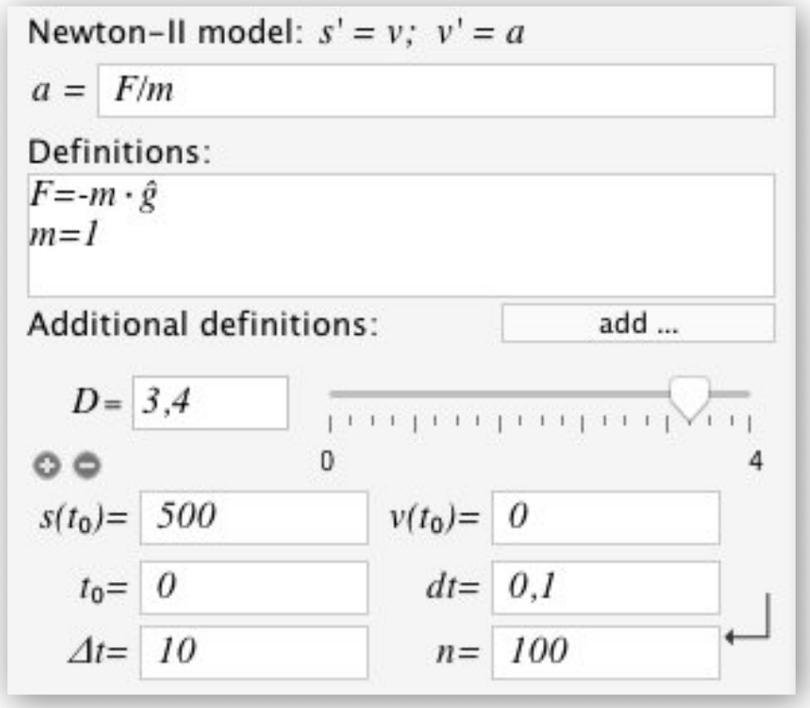


NEWTON-II

Implementiert die „Newton-Maschine“



Die Modellierung erfolgt durch die Eingabe der Summe des **Beschleunigungsterms** und der dazu nötigen **Definitionen**.

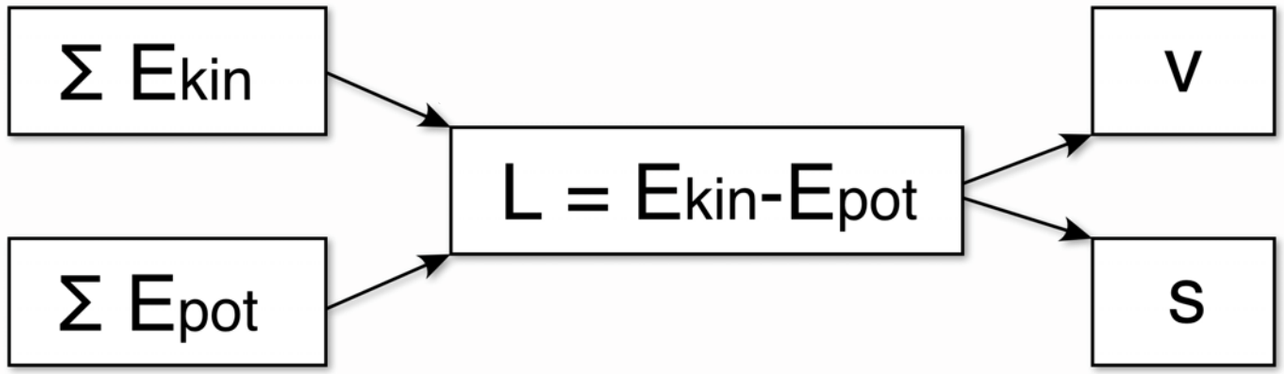




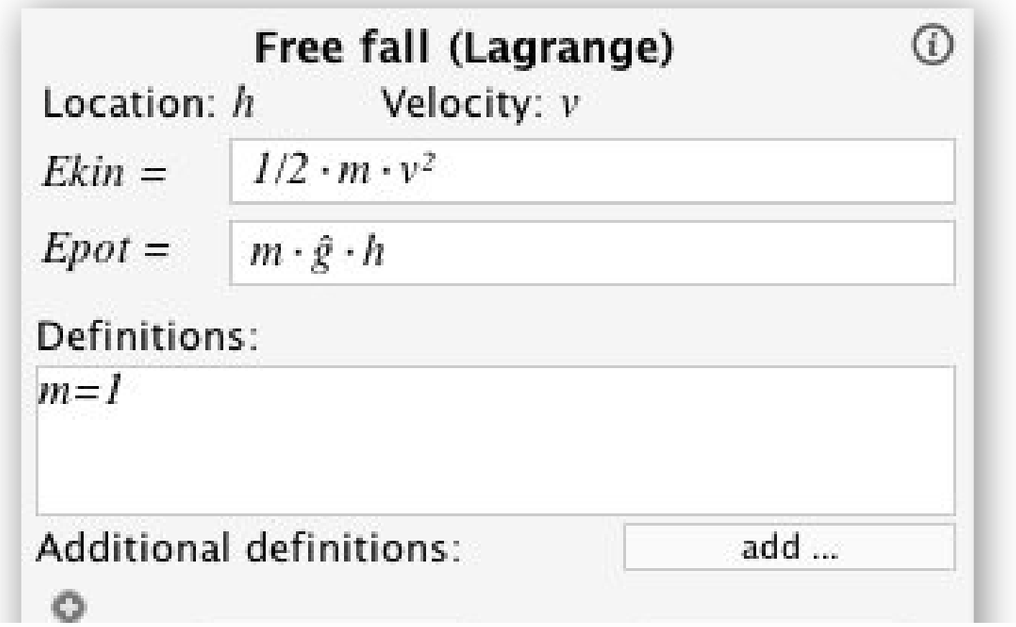
LAGRANGE



Implementiert die „Lagrange-Maschine“



Die Modellierung erfolgt durch die Eingabe der **Summe der kinetischen und potentiellen Energien**.

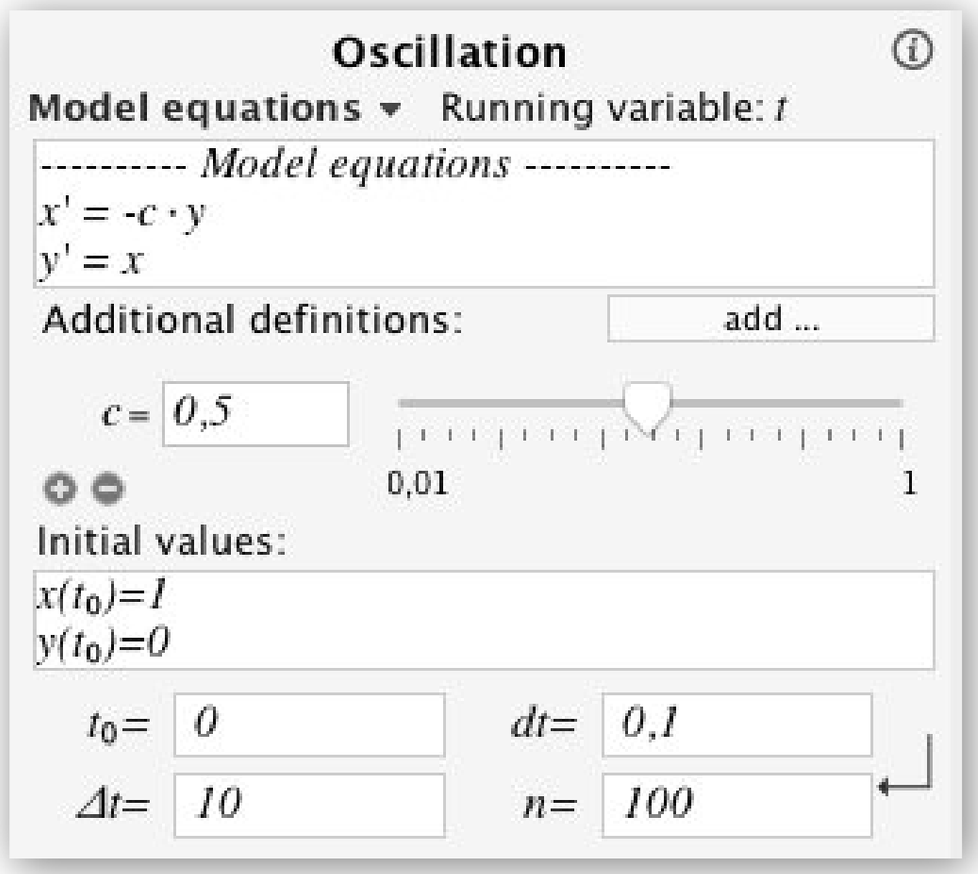


FLUXION

Großer Bruder von Newton-II

Implementiert die Lösung beliebiger Systeme, die mit gewöhnlichen Differentialgleichungen 1. Ordnung beschrieben werden können.

Die Modellgleichungen bestehen lediglich aus der Angabe von einfachen **Veränderungsgrößen**.



MUSS ES IMMER MODELLIERUNG SEIN?

Alle Programme der Num-Apps Suite sind auch als reine Simulationsprogramme zur Vorführung einsetzbar.

Lernaspekte hier können sein:

- Diagramm-Verständnis
- Einfluss von Abhängigkeiten (Parametern) erkunden

  z.B. Was bewirkt die Veränderung von … auf das Ergebnis?
- Vergleich mit Vorhersage (Vermutung) durchführen
- Vergleich mit Experiment durchführen

EINSATZMÖGLICHKEITEN IN DER SCHULE (GYM SEK I)

Lehrplanthemen Gymnasium Mittelstufe	Newton-II	Fluxion	Lagrange
Ph 8.1 Die Energie als Erhaltungsgröße - Überblick über verschiedene Energiearten - Prinzip der Energieerhaltung *- Energieformen in der Mechanik*	(👍)		(👍👍)
Ph 9.3 Kinematik und Dynamik geradliniger Bewegungen *- Darstellung von Bewegungsabläufen in Diagrammen* *- Bewegungsfunktionen (Zeit-Ort, Zeit-Geschwindigkeit, Zeit-Beschleunigung) für Bewegungen unter konstanter Krafteinwirkung*	👍👍👍		
Ph 9.4 Profilbereich am NTG - Elektrotechnik - Halbleiter und Mikroelektronik - Neurobiologie Medizintechnik und weitere Anwendungen der Atom- und Kernphysik *- Transport und Verkehr*	👍👍		
Ph 10.1 Astronomische Weltbilder - Entwicklung des astronomischen Weltbilds von der Antike bis zu *Kepler* - Aspekte der modernen Kosmologie	👍👍		
Ph 10.2 Die Mechanik Newtons *- Newtons Gesetze als Grundlage für die Erklärung von Bewegungsabläufen* *- Eindimensionale Bewegungen* *- Impuls als Erhaltungsgröße* *- Waagrechter Wurf* *- Kreisbewegung mit konstanter Winkelgeschwindigkeit* *- Ausblick auf die Grenzen der Newton'schen Mechanik (Chaosf. / relat.Theorie)*	👍👍👍		👍👍
Ph 10.4 Profilbereich am NTG *- Probleme aus der Dynamik* *- Physik am Computer* - Kosmologie - Wellen und Quanten in der Technik	👍👍👍	👍👍👍	👍👍👍

EINSATZMÖGLICHKEITEN IN DER SCHULE (GYM SEK II)

Lehrplanthemen Gymnasium Oberstufe	Newton-II	Fluxion	Lagrange
Ph 11.3 Bewegung geladener Teilchen in Feldern und Einblick in die spezielle Relativitätstheorie - *Bewegung geladener Teilchen in homogenen elektrischen Feldern* - *Bewegung geladener Teilchen in homogenen Magnetfeldern* - *Anwendungen in der Wissenschaft* - *Grundaussagen der speziellen Relativitätstheorie*	👍👍👍	👍	👍
Ph 11.4 Elektromagnetische Induktion - *Induktion* - *Selbstinduktion* - *ein Beispiel einer technischen Anwendung*		👍👍	
Ph 11.5 Elektromagnetische Schwingungen und Wellen - *elektromagnetische Schwingungen* - elektromagnetische Wellen - *ein Beispiel eines Phänomens oder einer Anwendung*		👍👍👍	👍👍
Ph 12.2 Ein Atommodell der Quantenphysik - *Beschreibung eines Elektrons im eindimensionalen Potentialtopf* - *quantenphysikalisches Modell des Wasserstoffatoms* - Ausblick auf Mehrelektronensysteme - experimentelle Befunde und Anwendungen zum quantenphysikalischen Atommodell - ein Beispiel einer Anwendung in Wissenschaft und Technik		👍?	
Ph 12.4 Ein einfaches Kernmodell der Quantenphysik - Protonen und Neutronen im Potentialtopf der Kernkraft		👍?	
Ph 12.5 Radioaktivität und Kernreaktionen - *Radioaktive Strahlung* - Kernreaktionen, Aspekte der Nutzung der Kernenergie		👍👍	

EINSATZMÖGLICHKEITEN IN DER SCHULE (RS)

Lehrplanthemen Realschule	Newton-II	Fluxion	Lagrange
Ph 8.1 Mechanik und Energie	(👍)		
Ph 8.2 Elektrizitätslehre			
Ph 8.3 Wärmelehre			
Ph 8.4 Astronomie	(👍)		
Ph 9.1 Mechanik von Flüssigkeiten und Gasen			
Ph 9.2 Wärmelehre			
Ph 9.3 Elektrizitätslehre			
Ph 10.1 Mechanik • Bezugssysteme • Schülerversuch (verpflichtend): Aufnahme von Weg-Zeit-Diagrammen • *gleichförmige Bewegung, Geschwindigkeitsbestimmung* • *Momentangeschwindigkeit* • *gleichmäßig beschleunigte Bewegung* • Schülerversuch (optional): Aufnahme von Weg-Zeit-Diagrammen beim freien Fall • *freier Fall* • *Grundgleichung der Mechanik* • *kinetische Energie (quantitativ), Energieerhaltung* • Impuls und Impulserhaltung	👍👍👍		👍
Ph 10.2 Elektrizitätslehre			
Ph 10.3 Atom und Kernphysik		👍	
Ph 10.4 Energieversorgung			