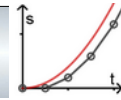


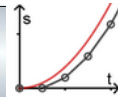
## Numerische Verfahren in der Mechanik (3.2.3.3.)

Stunden	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Inhalt / Material
1 - 2	(1) beschreiben, wie man physikalische Abläufe (zum Beispiel radioaktiver Zerfall) mithilfe iterativer Verfahren modelliert und diese Verfahren implementiert (zum Beispiel Tabellenkalkulation, visuelle Programmiersprache, Modellbildungsprogramm)	<p>Schärfung der in der Modellbildung verwendeten Begriffe in <b>2_kopiervorlagen/01_02_nvm_begriffe</b></p> <p>Einführung einer Symbolik für die Darstellung des Modells und Übungsaufgaben zur Erstellung von Flussdiagrammen in <b>2_kopiervorlagen/01_02_nvm_flussdiagramme</b></p> <p>Zur Wiederholung kann auch vereinzelt das Material aus Klasse 9 verwendet werden, welches im Ordner <b>2_kopiervorlagen/01_wiederholungsmaterial/</b> zu finden ist.</p>
3 - 4	<p>(2) Bewegungen (zum Beispiel [...] ohne Berücksichtigung der Reibungskraft) [...] mithilfe iterativer Verfahren modellieren.</p> <p>(3) die Ergebnisse der Modellierung [...] vergleichen (zum Beispiel Einfluss der Parameter, Größe des Zeitschrittes, Fehlerfortpflanzung)</p>	<p>Die Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit und konstanter Beschleunigung werden modelliert und die Simulation mit der exakten Bewegungsgleichung verglichen. Hierbei untersucht man den Einfluss der Größe des Zeitschrittes und des zugrundeliegenden Rechenverfahrens.</p> <p>Arbeitsblatt: <b>03_04_nvm_bewegungen_ohne_lw</b></p> <p>Materialien haben den Vorsatz <b>03_04_nvm</b></p> <p>Zur Vertiefung kann man noch den Bewegungsablauf eines Flummis ohne und mit Energieabgabe beim Sprung modellieren.</p>
5-6	<p>(2) Bewegungen (zum Beispiel [...] ohne Berücksichtigung der Reibungskraft) computergestützt aufzeichnen (zum Beispiel Videoanalyse, [...]) und mithilfe iterativer Verfahren modellieren.</p> <p>(3) die Ergebnisse der Modellierung</p>	<p>Aufzeichnen von Videos zum „freien Fall“ und Durchführen einer Videoanalyse.</p> <p>Zwei Wege werden dargestellt: Mit einem iPad und der Software Viana und mit einem Computer mit der Software Tracker</p> <p>Unterrichtsmaterialien sind entsprechend der beiden Wege aufgeteilt und haben den</p>

# STOFFVERTEILUNGSPLAN



Stunden	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Inhalt / Material
	von Bewegungen mit den entsprechenden Messwerten vergleichen [...]	<p>Vorsatz <b>05_06_nvm</b></p> <p>Aus den Messwerten der Videoanalyse wird der Ortsfaktor bestimmt und mit <math>g</math> verglichen.</p> <p>Vertiefung: Messung eines springenden Flummis kann mit der Simulation aus Stunde 4 (Vertiefung) verglichen werden.</p>
7-8	Modellbildung des Falls mit Luftwiderstand.	<p>Die Formel für den Luftwiderstand wird deduktiv hergeleitet und das Modell des Falls mit Luftwiderstand entwickelt.</p> <p>Das Arbeitsblatt ist <b>07_08_nvm_luftwiderstand</b> und die dazugehörige Präsentation <b>07_08_nvm_fall_mit_luftwiderstand_praesentation</b></p> <p>Ein paar Rechenaufgaben und Modellbildungsaufgaben sind zur Vertiefung vorhanden.</p> <p>Materialien haben den Vorsatz <b>07_08_nvm</b></p>
9-11	<p>(2) Bewegungen (zum Beispiel Fall mit [...] Berücksichtigung der Reibungskraft) computergestützt aufzeichnen (zum Beispiel Videoanalyse, [...]) und mithilfe iterativer Verfahren modellieren.</p> <p>(3) die Ergebnisse der Modellierung von Bewegungen mit den entsprechenden Messwerten vergleichen [...].</p>	<p>Bei verschiedenen Körpern wird der Fall mit Luftwiderstand mit der Videoanalyse vermessen. Die Daten werden in die bereits fertigen Modelle aus Stunde 7-8 importiert. Hierzu gibt es Lehrvideos:</p> <p><b>09_11_nvm_datenimport_in_xx</b></p> <p>Aus der Messung sind Querschnitt und Masse bekannt. In der Simulation wird nun der <math>c_w</math>-Wert so verändert, dass Simulation und Messung übereinstimmen.</p> <p>Materialien haben den Vorsatz <b>09_11_nvm</b></p>
12-13	(4) einen Bewegungsablauf aus dem Themenbereich der Raumfahrt mit der Methode der kleinen Schritte modellieren, unter Zuhilfenahme einer geeigneten Software implementieren und die Ergebnisse grafisch darstellen (zum Beispiel Raketenstart mit konstantem Brennstoffverbrauch, Satellitenbahn, Mondlandung)	<p>Der Start einer Rakete wird modelliert.</p> <p>Hierbei wird der Schwierigkeitsgrad immer weiter erhöht, indem mehr und mehr Faktoren berücksichtigt werden.</p> <p>Als Ergänzung kann man eine Satellitenbahn modellieren.</p> <p>Materialien haben den Vorsatz <b>12_13_nvm</b></p>



## Dateiübersicht im Modul nvm

### 1\_hintergrund\

- 00\_nvm\_stoffverteilung.odt
- 00\_nvm\_stoffverteilung\_Ursprung.odt
- 00\_nvm\_unterrichtsgang.odt

### 2\_kopiervorlagen\

- 01\_02\_nvm\_begriffe.odt
- 01\_02\_nvm\_flussdiagramme.odt
- 03\_04\_nvm\_bewegungen\_ohne\_lw.odt
- 05\_06\_nvm\_arbeitsauftrag\_videoanalyse\_mit\_ipad.odt
- 05\_06\_nvm\_arbeitsauftrag\_videoanalyse\_ohne\_ipad.odt
- 05\_06\_nvm\_videoanalyse\_beim\_filmen\_darauf\_achten.odt
- 07\_08\_nvm\_luftwiderstand.odt
- 09\_11\_nvm\_anleitung\_csv\_import\_coach.odt
- 09\_11\_nvm\_vergleich\_simulation\_messung.odt
- 12\_13\_nvm\_raketenstart.odt

#### 01\_wiederholungsmaterial\

- 07\_cgp\_aufheizen\_lsg.ggb
- 07\_cgp\_euler\_verfahren\_anwenden.odt
- 07\_cgp\_euler\_verfahren\_anwenden.pdf
- 07\_cgp\_euler\_verfahren\_anwenden\_lsg.odt
- 07\_cgp\_euler\_verfahren\_anwenden\_lsg.pdf
- 07\_cgp\_temperatur\_600s\_lsg.ggb
- 07\_cgp\_v6\_wasserheber\_1\_lsg.ggb
- 07\_cgp\_v7\_wasserheber\_2\_lsg.ggb

### 3\_vorlagen\_tauschordner\

#### lehrvideos\

- 03\_04\_nvm\_e\_beschleunigung\_mit\_runge\_kutta.webm
- 05\_06\_nvm\_videoanalyse\_ipad.mp4
- 05\_06\_nvm\_videoanalyse\_tracker.MOV

#### calc\

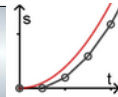
- 00\_nvm\_libreoffice\_calc\_bildlaufleiste.mp4
- 00\_nvm\_libreoffice\_calc\_diagramm.mp4
- 00\_nvm\_libreoffice\_calc\_fehlerquellen\_bei\_simulationen.mp4
- 00\_nvm\_libreoffice\_calc\_formel-und\_zahlenansicht.mp4
- 00\_nvm\_libreoffice\_calc\_namen\_von\_zellen.mp4

#### coach\

- 03\_04\_nvm\_a\_konstante\_geschwindigkeit\_coach.mp4
- 03\_04\_nvm\_b\_konstante\_beschleunigung\_coach.mp4
- 03\_04\_nvm\_c\_beschleunigung\_eulerverfahren\_und\_genauigkeit\_coach.mp4
- 03\_04\_nvm\_f\_ereignis\_coach.mp4
- 09\_11\_nvm\_datenimport\_in\_coach .mp4

#### geogebra\

- 00\_nvm\_geogebra\_tipps\_und\_tricks.mp4
- 03\_04\_nvm\_a\_konstante\_geschwindigkeit\_geogebra.mp4
- 03\_04\_b\_nvm\_konstante\_beschleunigung\_geogebra\_teil1.webm
- 03\_04\_c\_nvm\_konstante\_beschleunigung\_geogebra\_teil2.webm
- 03\_04\_nvm\_d\_beschleunigung\_eulerverfahren\_und\_genauigkeit\_geogebra.webm
- 09\_11\_nvm\_datenimport\_in\_geogebra.mp4



## vorlagen\

### calc\

12\_13\_nvm\_Raketenstart\_Vorlage.ods

### coach\

09\_11\_nvm\_fall\_mit\_luftwiderstand\_vergleich\_vorlage.cmr7

### geogebra\

03\_04\_nvm\_1\_konstante\_geschwindigkeit\_vorlage.ggb

03\_04\_nvm\_2\_konstante\_beschleunigung\_vorlage.ggb

05\_06\_nvm\_freier\_fall\_vorlage.ggb

07\_08\_nvm\_fall\_mit\_lw.ggb

09\_11\_nvm\_fall\_mit\_lw\_vorlage.ggb

## 4\_loesungen\

03\_04\_nvm\_bewegungen\_ohne\_lw\_loesung.odt

05\_06\_nvm\_videoanalyse\_beim\_filmen\_darauf\_achten\_loesung.odt

07\_08\_nvp\_luftwiderstand\_loesungen.odt

09\_11\_nvm\_fall\_mit\_luftwiderstand\_a\_messung.csv

12\_13\_nvm\_abnahme\_von\_g.ggb

12\_13\_nvm\_raketenstart\_loesung.odt

### Calc\

12\_13\_nvm\_raketenstart\_a1\_loesung.ods

12\_13\_nvm\_raketenstart\_a2\_loesung.ods

12\_13\_nvm\_raketenstart\_a2\_loesung\_M1.ods

12\_13\_nvm\_raketenstart\_a2\_loesung\_M2.ods

12\_13\_nvm\_raketenstart\_a3\_loesung.ods

### Coach\

03\_04\_1\_nvm\_konstante\_geschwindigkeit.cma7

03\_04\_2\_freier\_fall.cma7

03\_04\_2\_freier\_fall\_flummi.cma7

03\_04\_2\_nvm\_freier\_fall.cmr7

03\_04\_2\_nvm\_freier\_fall\_positives\_a.cmr7

03\_04\_2\_nvm\_konstante\_Beschleunigung.cma7

03\_04\_2\_nvm\_konstante\_Beschleunigung.cmr7

05\_06\_nvm\_freier\_fall\_a\_modell.cmr7

05\_06\_nvm\_freier\_fall\_b\_hintergrundgraph.cma7

07\_08\_nvm\_fall\_mit\_luftwiderstand\_loesung.cmr7

07\_08\_nvm\_fall\_mit\_luftwiderstand\_loesung\_fallschirmspringer.cmr7

07\_08\_nvm\_fall\_mit\_luftwiderstand\_loesung\_g\_fallschirmsprung.cmr7

07\_08\_nvm\_fall\_mit\_luftwiderstand\_loesung\_h\_Baumgartner.cmr7

09\_11\_nvm\_fall\_mit\_lw\_messung\_luftballon.cmr7

12\_13\_nvm\_raketenstart\_a1\_loesung.cmr7

12\_13\_nvm\_raketenstart\_a3\_loesung.cmr7

12\_13\_nvm\_raketenstart\_a2\_m1\_loesung.cmr7

12\_13\_nvm\_raketenstart\_a2\_m2\_loesung.cmr7

12\_13\_nvm\_raketenstart\_a2\_m3\_loesung.cmr7

12\_13\_nvm\_satellitenbahn\_loesung.cma7

12\_13\_nvm\_satellitenbahn\_loesung.cmr7

12\_13\_nvm\_satellitenbahn\_loesung\_erste\_kosmische.cmr7

### Geogebra\

03\_04\_1\_konstante\_geschwindigkeit\_geogebra.ggb

03\_04\_2\_konstante\_beschleunigung\_lsg.ggb

03\_04\_3\_eulernaeherung\_genauigkeit\_geogebra.ggb

03\_04\_4\_konstante\_beschleunigung\_Flummi.ggb

05\_06\_nvm\_freier\_fall\_loesung.ggb

09\_011\_fall\_mit\_lw\_loesung.ggb

## 6\_praesentationen\

07\_08\_nvm\_fall\_mit\_luftwiderstand\_praesentation.odp