

Ein steiniger Weg zur Relativitätstheorie

Vallendar 12. 10. 2015 und 13.4.2016

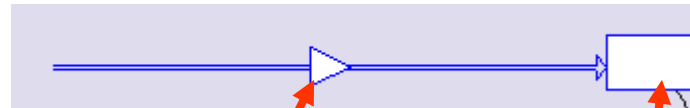
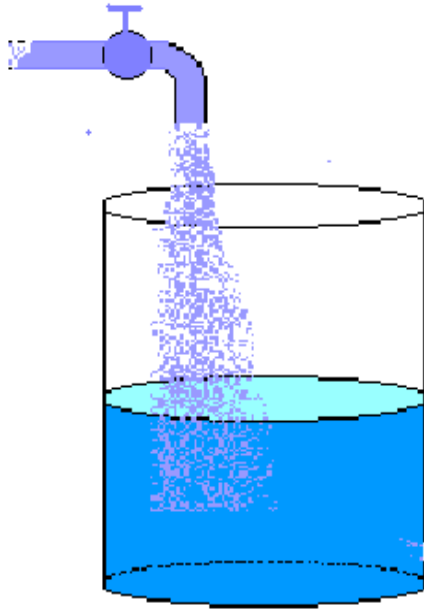
Einführung in Modellbildung mit Coach 6

Michael Pohlig - Hans M. Strauch

michael.pohlig@kit.edu - HansMStrauch@t-online.de



Das Modellbildungssystem Coach 6*

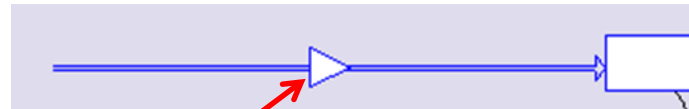


Änderungsrate	Zustandsgröße
Stromstärke der (mengenartigen) Größe X	Die in einem System gespeicherte, (mengen- artige) Größe X

* Klett Verlag

Das Modellbildungssystem

Physikalische Interpretation



Stromstärke I_x der mengenartigen Größe X	Mengenartige Größe
I_p Impulsstromstärke, Kraft F	p (Impuls)
I_Q el. Stromstärke, I	Q (Ladung)
I_S Entropiestromstärke	S (Entropie)
I_L Drehimpulsstromstärke, Drehmoment M	L (Drehimpuls)
I_n Stoffstromstärke, Umsatzrate	n (Stoffmenge),

Das Modellbildungssystem

Was passiert beim Simulieren?

Beim Simulieren mit Modellbildungssystemen werden Schleifen abgearbeitet:

x_{neu} = StartWert

Schleife:

$$x_{alt} := x_{neu}$$

$$x_{neu} = x_{alt} + \mathit{ÄndR}$$

Ende Schleife

$$x(t + \Delta t) = x(t) + \frac{\Delta x}{\Delta t} \Delta t$$

$$x(t + \Delta t) = x(t) + I_x \Delta t$$

Didaktische Aspekte

- Man wird zum genaueren Nachdenken über das gestellte Problem veranlasst und vertieft damit sein Wissen über Physik.
- Man kann die eigenen Konzepte und Formeln anhand bekannter Ergebnisse überprüfen.
- Durch Eingabe von Messwerten kann man berechnete Ergebnisse mit gemessenen vergleichen. Modellieren ersetzt das Experiment nicht, kann es aber sinnvoll ergänzen.
- Ein schrittweiser Aufbau komplexer Modelle erhöht das Verständnis und die Akzeptanz.
- Durch das Arbeiten mit den erstellten Modellen (Parametervariation) werden bessere Einsichten in die Zusammenhänge des konkreten Beispiels vermittelt.

Didaktische Aspekte

- Die Übertragung von Modellen auf andere Beispiele unter Ausnutzung von Strukturgleichheiten ist möglich.
- Die Verwendung von Modellbildungssystemen entlastet von mathematischem Aufwand.
- Dadurch werden neue Bereiche zugänglich, die sonst verwehrt bleiben.
- Durch Arbeiten mit fertigen Modellen als Simulation werden experimentell nicht zugängliche Bereiche (Gravitationsfeld und Satelliten, Teilchen in Feldern etc.) zugänglich.
- Man kann die Differentialgleichungen des Modells analytisch (CAS) lösen und erhält damit Terme nicht nur Diagramme.
- Modellbildung mit Animationssoftware und Simulationssoftware (fertige Modelle) nicht vergleichbar.

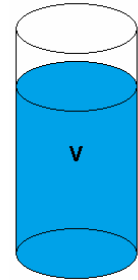
für den Unterricht

- Modellbildung ist eine Bereicherung des Physikunterrichts.
- Impuls und Impulsstromstärke, Ladung und el. Stromstärke, Entropie und Entropiestromstärke sowie Drehimpuls und Drehimpulsstromstärke sind die zentralen Größen der jeweiligen Teilbereiche der Physik.
- Die Verwendung von Modellbildungssoftware entlastet von mathematischem Aufwand.

Wassermodell zur Verdeutlichung

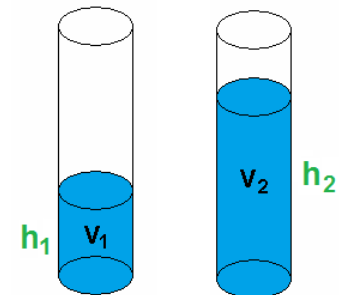
$V \leftrightarrow X$ (mengenartige Größe).

Das Wasservolumen kann zur Veranschaulichung mengenartiger Größen X dienen.



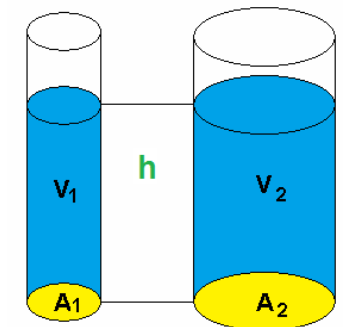
$h \leftrightarrow \xi$ (Potenzial).

Je mehr Wasser im Gefäß ist, desto höher ist der Füllstand h . Daher kann man die Füllhöhe h als Potenzial ξ der Größe X interpretieren.

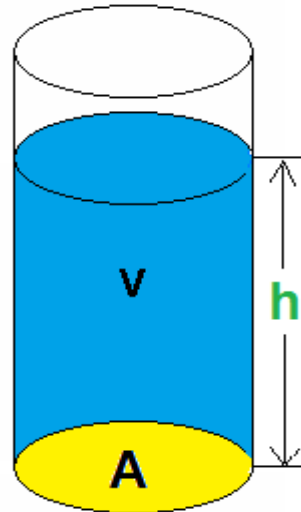


$A \leftrightarrow C$ (Kapazität).

Je größer die Querschnittsfläche A des Wassergefäßes ist, desto mehr Wasser enthält es bei gleichem Füllstand. Deshalb kann man die Querschnittsfläche A als Kapazität C interpretieren.



Wassermmodell zur Verdeutlichung



Die formelmäßigen Beziehungen sind auch entsprechend:

$$V = A * h \quad \leftrightarrow \quad X = C_x * \xi$$

$$A = V / h \quad \leftrightarrow \quad C_x = X / \xi$$

$$h = V / A \quad \leftrightarrow \quad \xi = X / C_x$$

mengenartige Größe

Kapazität

Potenzial

Strukturgleichheiten

Teilgebiet	Extensive Größe	Strom	Intensive Größe	Energie	Energiestrom
------------	--------------------	-------	--------------------	---------	--------------

Analogien-Tabelle

Mengen. Gr. X	Potenzial ξ	Kapazität $C_X = X/\xi$	Widerstand $R_X = \xi/I_X$
Q	φ, U	$C = Q/U$	$R = U/I = U^2/P = P/I^2$
p	v	$C_p = p/v = m$	$R_p = v/F = v^2/P = P/F^2$
S	T	$C_S = S/T$	$R_S = T/I_S = T^2/P = P/I_S^2$
L	ω	$C_L = L/\omega = J$	$R_L = \omega/M = \omega^2/P = P/M^2$