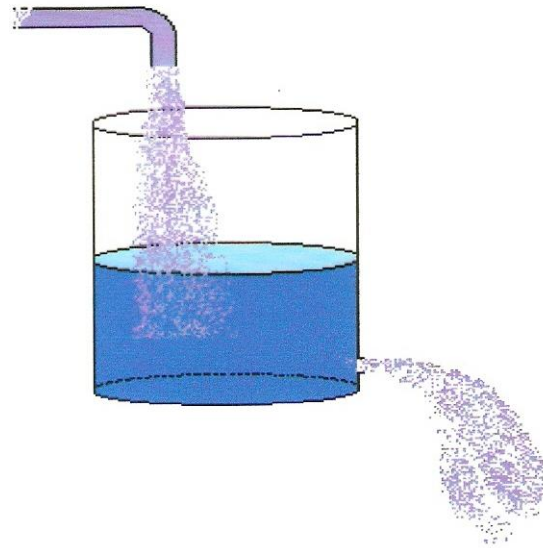


# Modellbildung – Fließgleichgewichte

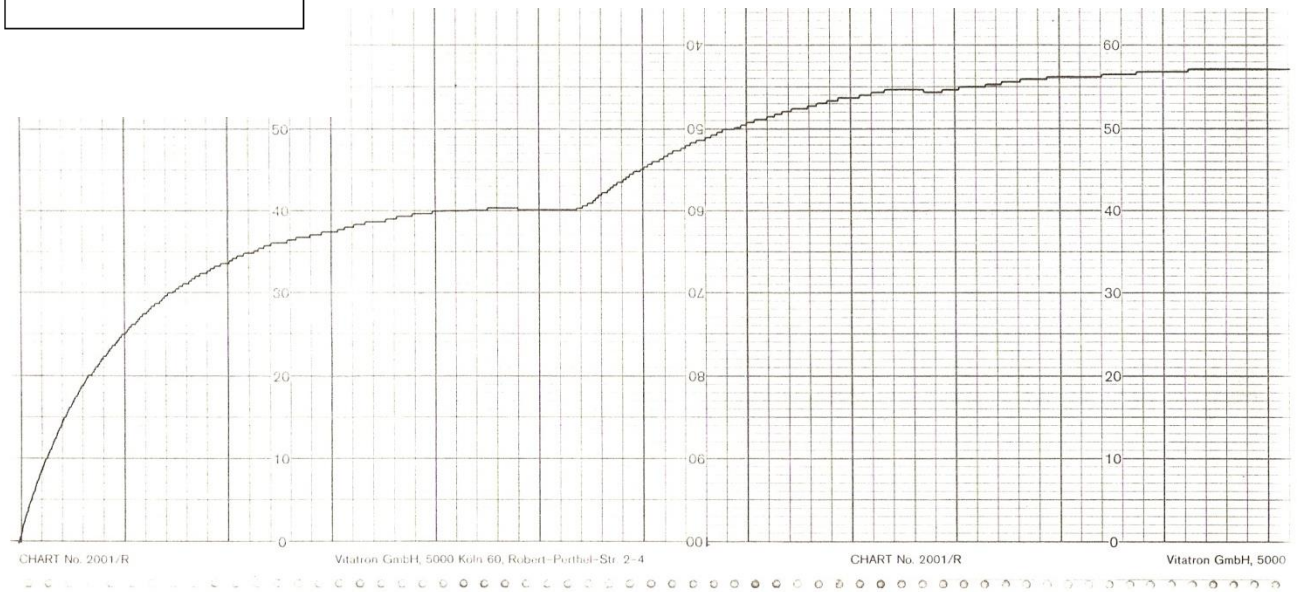
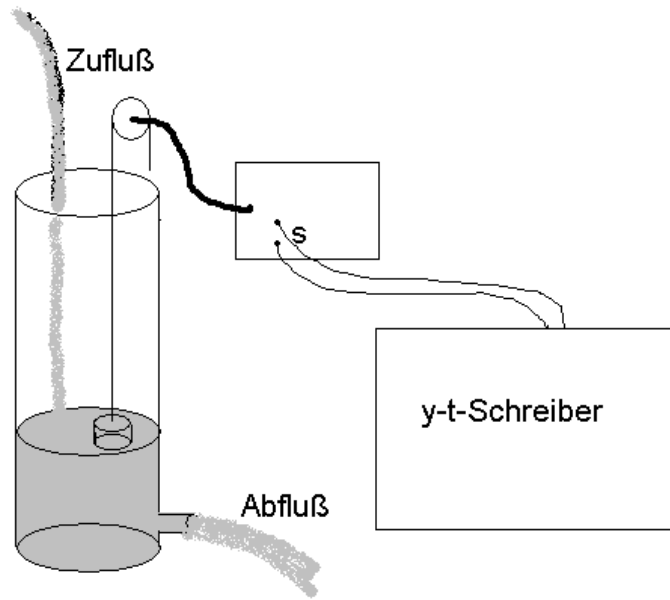
## Strukturen und Analogien im Physikunterricht der Sekundarstufe I Karlsruhe

9.-10. Juli 2007

Hans M. Strauch



# Experiment mit Wasser



UP

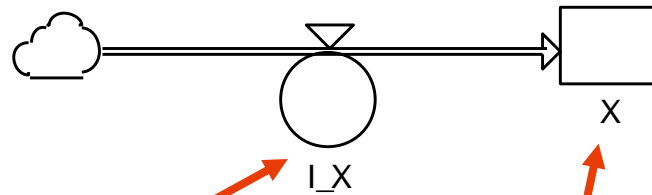


# Modelle

H. Hertz:

...dass die denknöwendigen Folgen der Bilder stets wieder die Bilder seien von den naturnotwendigen Folgen der abgebildeten Gegenstände.

# Bestand und Änderungsrate



Änderungsrate	Wachstumsgröße
Strom der mengenartigen Größe $X$	Die in einem System gespeicherte Menge $X$

UP



Beim Simulieren mit Modellbildungssystemen werden Schleifen abgearbeitet:

$X_{\text{neu}} = \text{StartWert}$

Schleife:

$$X_{\text{alt}} := X_{\text{neu}}$$

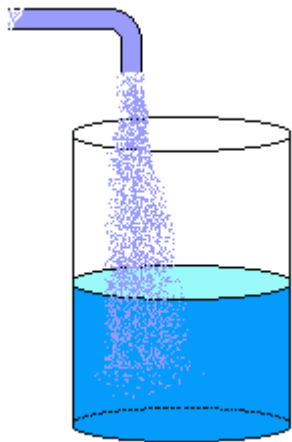
$$X_{\text{neu}} = X_{\text{alt}} + \ddot{\text{ÄndR}}$$

Ende Schleife

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

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

$I_x$  muss nicht  
konstant sein



**Powersim**

Datei Bearbeiten Ansicht Format Simulieren Farbe Werkzeug Fenster ?

Diagramm1

The screenshot shows the Powersim software interface. At the top is a blue title bar with the text "Powersim". Below it is a menu bar with options: "Datei", "Bearbeiten", "Ansicht", "Format", "Simulieren", "Farbe", "Werkzeug", "Fenster", and "?". There are two toolbars below the menu bar. The first toolbar contains icons for file operations (new, open, save, undo, redo, delete, copy, paste), navigation (home, back, forward), and simulation control (play, pause, stop, refresh). The second toolbar contains icons for object creation (rectangle, circle, diamond, arrow), editing (move, rotate, zoom), and simulation (run, stop, refresh). Below the toolbars is a blue header for the current diagram, labeled "Diagramm1". The main workspace contains a simple flow diagram: a cloud-shaped source on the left, a horizontal line connecting to a diamond-shaped component labeled "LV" (representing a valve), and another horizontal line connecting to a rectangular component labeled "V" (representing a vessel).

## POWERSIM

# Bestimmung der abfließenden Stromstärke

$$I_{V\_ab} = \frac{\Delta p}{R_V} = \frac{P_{Schwere}}{R_V} = \frac{\rho \cdot g \cdot h}{R_V} = \frac{\rho \cdot g}{R_V} \cdot h$$

$$R_V = \frac{\Delta p}{I_V}$$

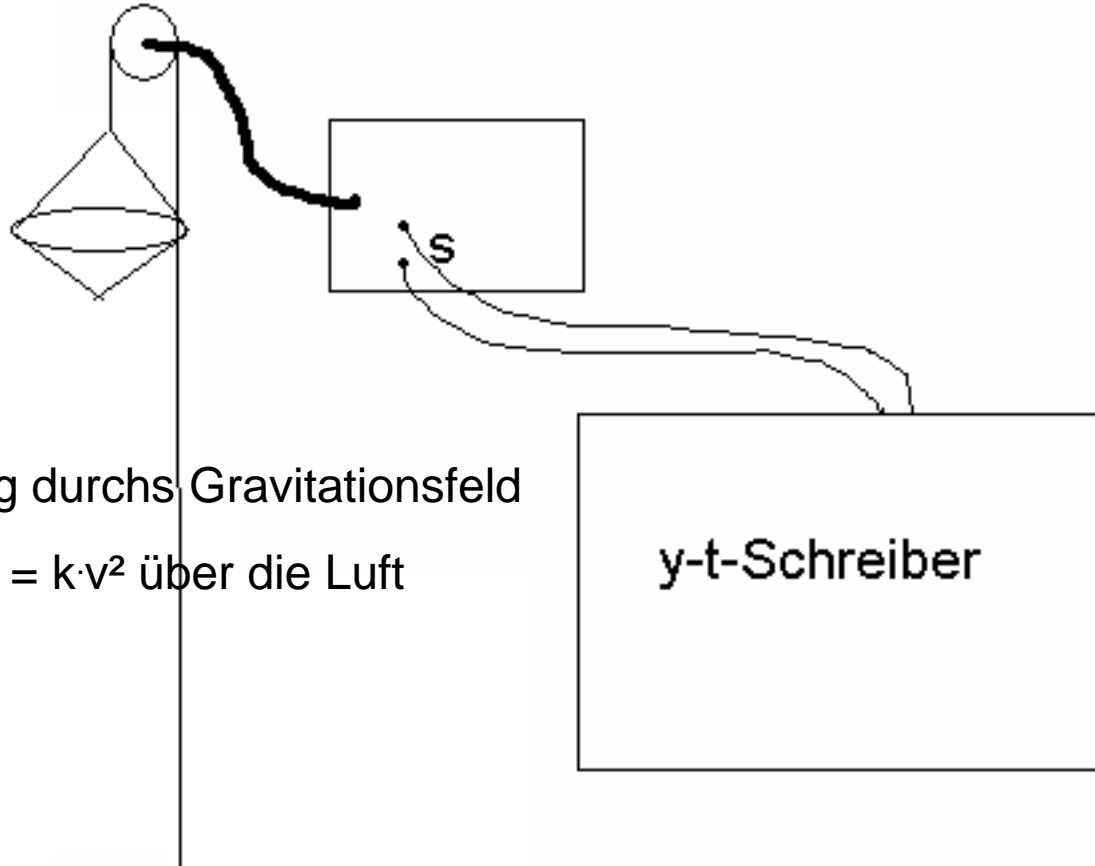
Im Experiment kann man  $I_V$  aus  $V$  und  $t$  bestimmen und  $\Delta p$  aus der Höhe im Gleichgewicht berechnen, Dann ist  $I_{V\_ab} = I_V$

Oder

$$I_{V\_ab} = k \cdot h \quad \Leftrightarrow \quad k = \frac{I_{V\_ab}}{h} = \frac{2 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}}{20 \text{cm}} = 0,1 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$$

POWERSIM

# Experimente zu mechanischen Fließgleichgewichten

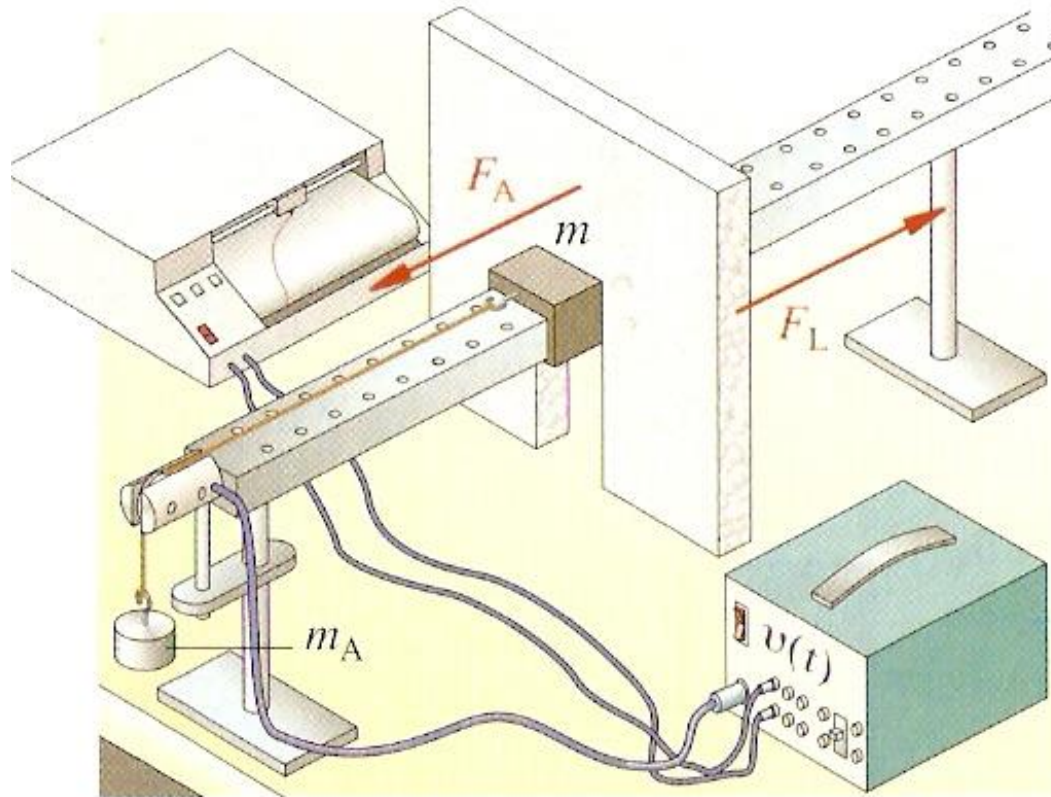


Impulszufluss  $F = m \cdot g$  durchs Gravitationsfeld

Impulsabfluss  $F_{ab} = k \cdot v^2$  über die Luft



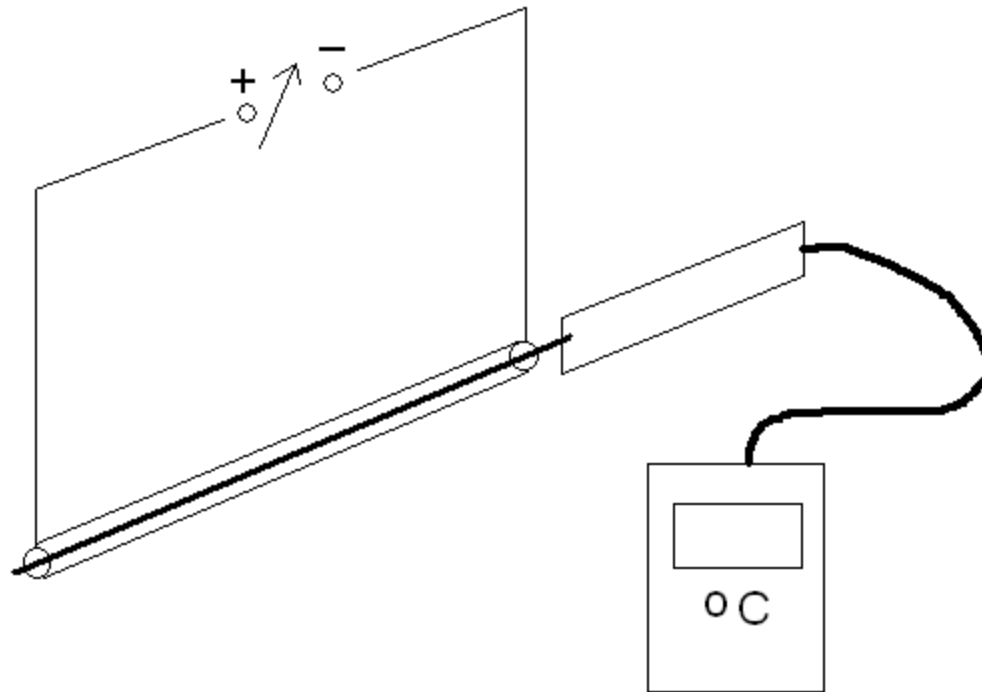
# Experimente zu mechanischen Fließgleichgewichten



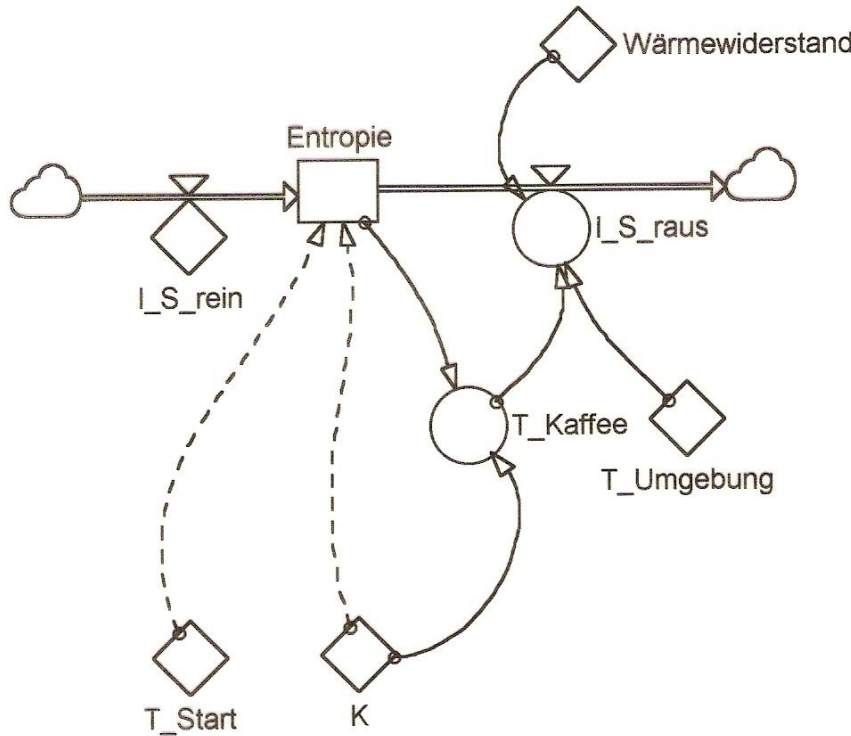
Dorn-Bader Physik 11 Ausgabe A

Weitere Beispiele und eine Einführung finden Sie auf: [www.pohlig.de](http://www.pohlig.de)  
unter „Modellbildung mit Powersim“

# Experimente zu thermischen Fließgleichgewichten

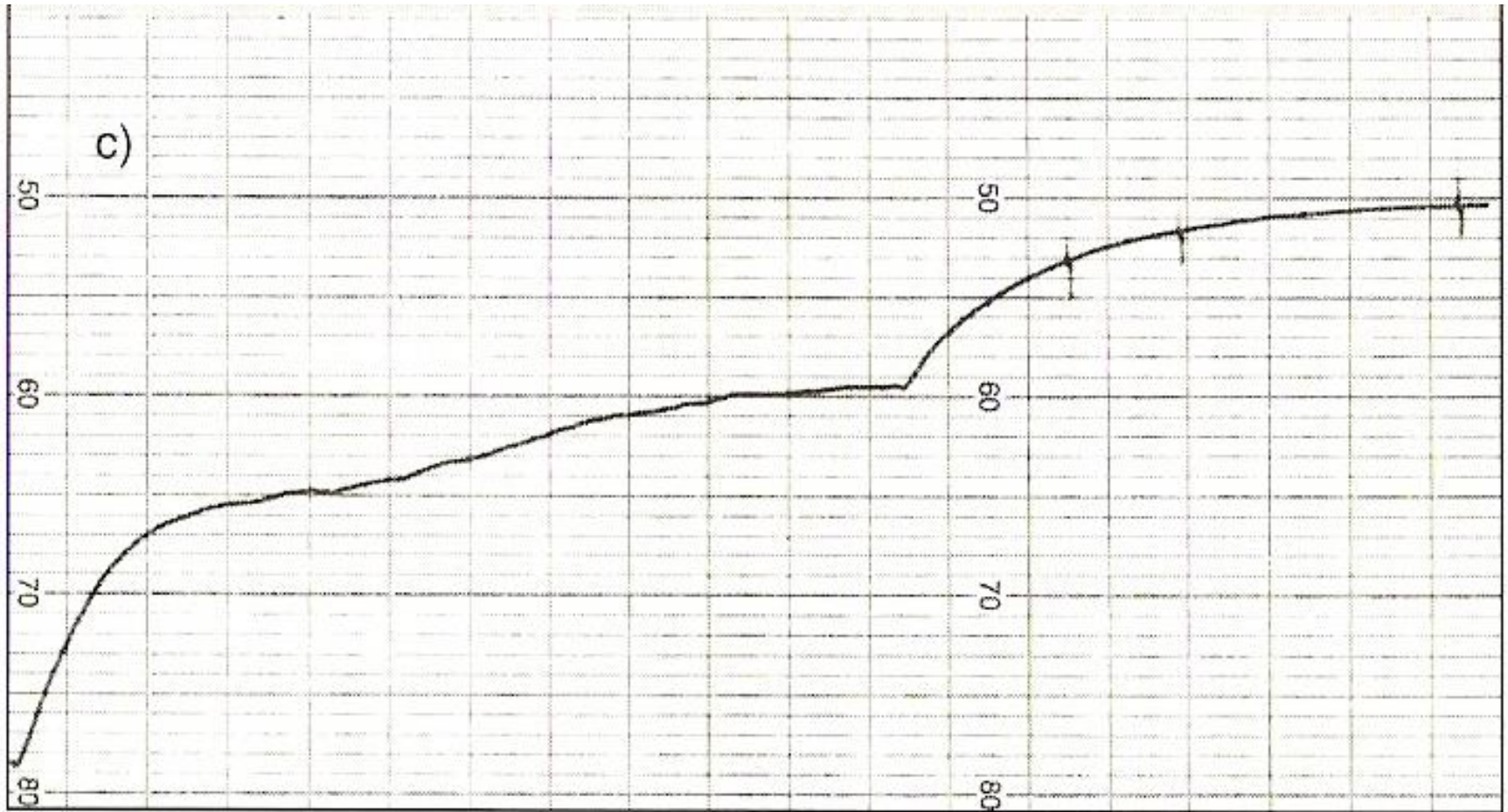


# Fließgleichgewicht in der Wärmelehre



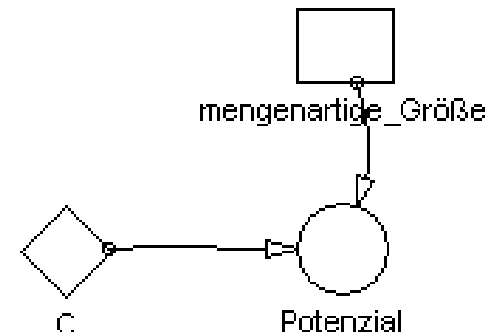
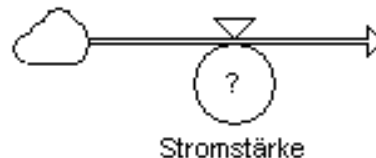
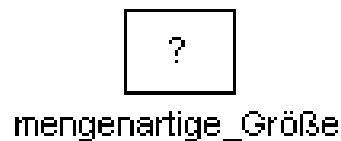
$$\begin{aligned} \text{Entropie} &= (T_{\text{Start}} - 273.15) \cdot K + 3530 \\ \text{Entropie} &= +dt \cdot I_{S\_rein} - dt \cdot I_{S\_raus} \\ I_{S\_raus} &= (T_{\text{Kaffee}} - T_{\text{Umgebung}}) / \text{Wärmewiderstand} \\ T_{\text{Kaffee}} &= (\text{Entropie} - 3530) / K + 273.15 \\ I_{S\_rein} &= 1 \\ K &= 12.7 \\ T_{\text{Start}} &= 350.15 \\ T_{\text{Umgebung}} &= 300 \\ \text{Wärmewiderstand} &= 7 \end{aligned}$$

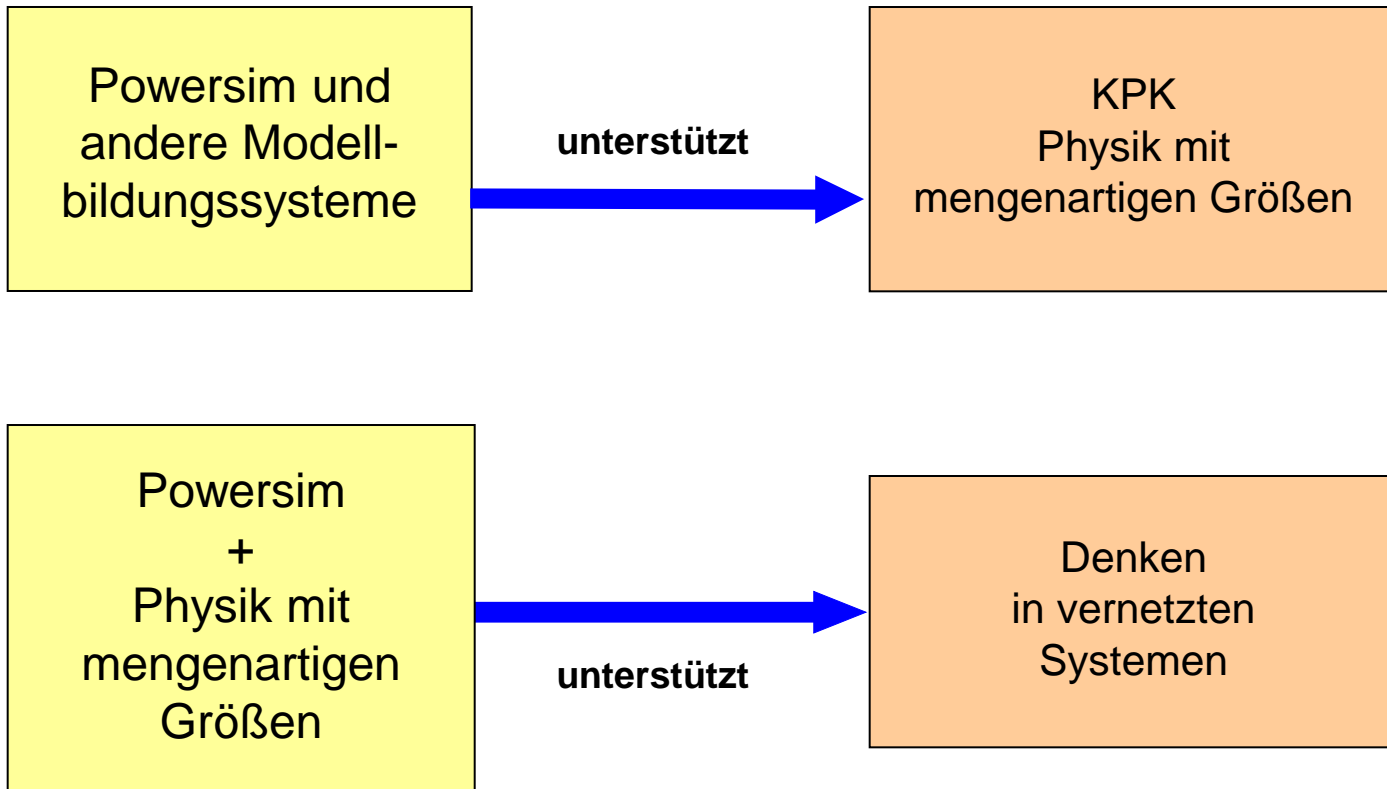
# Messung des thermischen Fließgleichgewichtes



# Bemerkungen zu Powersim

- Außer den verwendeten **Zeitplots**, bei denen die unabhängige Größe  $t$  ist und nur die abhängige Größe frei gewählt werden kann, gibt es auch **Phasendiagramme**, bei denen sowohl die unabhängige als auch die abhängige Größe frei aus den Systemgrößen gewählt werden kann. Während es bei den Zeitplots möglich ist, mehrere Größen im gleichen Diagramm darzustellen und die Größen zu verschiedenen Parametern im gleichen Diagramm darzustellen, kann man beim Phasendiagramm immer nur eine Größe auftragen lassen. Auch die Darstellung einer Größe zu verschiedenen Parametern im gleichen Diagramm ist leider nicht möglich.
- Falls ein analytischer Term zur Beschreibung einer Systemgröße existiert, kann er als Rechengröße eingegeben und zur Kontrolle im Zeitplot zusätzlich zur simulierten Größe eingetragen werden.
- Der KPK unterstützt die Erstellung der Modelle:







## Vorteile der Modellbildung

- Die Schülerinnen und Schüler werden veranlasst, das vorhandene Wissen zu aktivieren und zu reorganisieren.
- Sie müssen über die Zusammenhänge des jeweiligen Problems nachdenken und nicht nur Einzelfakten berücksichtigen.
- Modellbildungssoftware liefert mit Hilfe von Diagramme Einsichten, die sonst nur schwer zu bekommen sind. Der Einfluss von Systemgrößen auf das Ganze kann durch gezielte Variation der Werte untersucht werden.
- Analoge oder ähnliche Strukturen in verschiedenen Teilbereichen der Physik werden bewusst gemacht bzw. ausgenutzt.



Vielen Dank für Ihr Interesse