

# Habt ihr schon gewusst 139 Strom-Antrieb-Widerstand

## Stolperfallen bei der Analogie „Strom-Antrieb-Widerstand“

Bei fast jeder Fortbildung, bei der die Analogie-Betrachtung „Strom-Antrieb-Widerstand“, kommt regelmäßig die Frage, warum die Analogie nicht „perfekt“ ist ... d.h. konkret: Warum steht zwar bei den Antrieben überall die Differenz der intensiven Größe, in die Formel für die Energiestromstärke geht aber manchmal die Differenz ein (z.B. bei der E-Lehre – die Potenzialdifferenz) und manchmal geht die volle intensive Größe ein (z.B. die absolute Temperatur T bei der Wärmelehre oder der Druck p bei der Hydrodynamik oder die Geschwindigkeit v bei der Mechanik).

Die folgenden Abschnitte diskutiere ich diese Frage ... ☺

Teilgebiet	extensive G.	intensive G.	Stromstärke	Gleichung
<b>Mechanik</b>	p Impuls	$\Delta v$ Geschwindigkeits- Differenz	F Impuls- Stromstärke	$P = v (\Delta p / \Delta t)$ $P = v F$

Eigentlich müsste bei der Energiestromstärke  $P = \Delta v \cdot F$  stehen, denn man setzt bei einem Auto z.B. die Geschwindigkeit v gegenüber dem Bezugssystem Straße ein ... also setzt man eigentlich die Geschwindigkeitsdifferenz  $\Delta v$  zwischen Auto und Straße ein ... man muss bei der Geschwindigkeit ein Nullniveau **NN** willkürlich festlegen... üblicherweise wählt man das Bezugssystem „Erd-Oberfläche“ ... und vergisst dabei, dass das eine absolut willkürliche Festlegung ist.

→ Eine Geschwindigkeitsdifferenz führt (z.B. bei einem Stoß) zu einem Impulsübertrag ... zu einem Impuls-Strom (Strom-Antrieb-Widerstand) ...

→ **Wenn auf dem Geschwindigkeitsniveau v ( v-Auto relativ zur Straße – also eigentlich  $\Delta v$  ...) die Kraft F (Impulsbild:  $\Delta p / \Delta t^1$ ) vorhanden ist, dann ist damit eine Energiestromstärke (Leistung) von  $P = v \cdot F$  verbunden**

Diese Leistung wird vom Motor auf das Auto übertragen .... ohne Reibung würde diese Energie pro Sekunde, die dem Auto zufließt als Bewegungsenergie des Autos auftreten (ideale Beschleunigungsphase ohne Reibung). Im realen Fall führen aber Reibung (Lagerreibung u.a. , Luftwiderstand usw.) dazu, dass zumindest ein Teil dieser Energie wieder in die Umgebung abfließt – bei der Höchstgeschwindigkeit fließt so viel Energie ab, wie zugeführt wird ... das Auto fährt dann mit der konstanten Höchstgeschwindigkeit..

Wärmelehre	S Entropie	$\Delta T$ Temperatur- Differenz	$I_S$ Entropie- Stromstärke	$P = T (\Delta S / \Delta t)$ $P = T I_S$
------------	---------------	--	-----------------------------------	--

Bei der absoluten Temperatur ist das Nullniveau NN nicht frei – bzw. beliebig – wählbar. Die Temperaturskala hat einen absoluten Nullpunkt.

→ Eine Temperaturdifferenz führt (z.B. bei einem offenen Fenster im Winter) zu einem Entropiestrom von Stellen höherer Temperatur zu Stellen tieferer Temperatur.

→ **Wenn auf dem Temperaturniveau T ( z.B. bei einem Tauchsieder) die Entropiestromstärke ( $\Delta S / \Delta t$ ) auftritt, dann ist damit eine Energiestromstärke  $P = T \cdot (\Delta S / \Delta t)$  verbunden.**

Eine Elektroheizung erzeugt die Entropie  $\Delta S$  bei einem Temperaturniveau T ( z.B. Temperatur im Zimmer 22°C) – also benötigt sie für die Erzeugung der Entropie  $\Delta S$  die Energie  $\Delta E = \Delta S \cdot T$

Eine Wärmepumpe bringt die Entropie  $\Delta S$  z.B. aus der Luft vor dem Haus vom Niveau  $T_1$  (Außentemperaturniveau z.B.  $T_1 = -10^\circ\text{C}$ ) in das Haus auf das Niveau  $T_2$  (Innentemperaturniveau z.B.  $T_2 = 22^\circ\text{C}$ ) Die hierzu benötigte Energie ist natürlich kleiner als bei der Elektroheizung, denn die Wärmepumpe muss nur die Differenz zwischen  $\Delta E_{\text{außen}}$  und  $\Delta E_{\text{innen}}$  aufbringen. Es gilt

$\Delta E_{\text{Luft außen}} = \Delta S \cdot T_1$  und  $\Delta E_{\text{Luft innen}} = \Delta S \cdot T_2$  ... und damit benötigt die Wärmepumpe die Energie  $\Delta E_{\text{Wärmepumpe}} = \Delta S \cdot (T_2 - T_1)$

<sup>1</sup> ... in der KPK wird diese Größe als Impulsstromstärke bezeichnet

<b>E-Lehre</b>	Q elektr. Ladung	$\Delta\varphi$ oder U Potential- Differenz	I elektr. Strom- stärke	P = U I
<p>Eigentlich müsst bei der Energiestromstärke <math>P=\Delta\varphi \cdot I</math> schreiben, um nicht zu vergessen, dass 1. nur die Potentialdifferenz eine Rolle spielt ... und man beim Potenzial ein willkürliches Nullniveau annehmen darf.</p> <p>→ Eine Potentialdifferenz führt (z.B. bei einem geschlossenen elektrischen Stromkreis aus Batterie und Glühlampe) zu einem Ladungsstrom von der Stelle des höheren Potentials (Pluspol) zur Stelle mit dem tieferen Potential (Minuspol).</p> <p>→ <b>Wenn die elektrische Stromstärke <math>I=\Delta Q/\Delta t</math> vom Potentialniveau <math>\varphi</math> zum Nullpotential vorhanden ist, dann ist damit eine Energiestromstärke <math>P = \varphi \cdot (\Delta Q/\Delta t)</math> verbunden.</b></p> <p>Fließt die Ladung <math>\Delta Q</math> in der Zeit <math>\Delta t</math> nur vom Potentialniveau <math>\varphi_1</math> zum Potentialniveau <math>\varphi_2</math>, dann berechnet sich die Energiestromstärke nur als Differenz: <math>P= (\varphi_1-\varphi_2) \cdot (\Delta Q/\Delta t)</math> oder <math>P=U \cdot I</math></p>				

<b>„Materie- Ströme“</b>	V Wassermenge	$\Delta p$ Druck- Differenz	$I_{\text{Wasser}}$ Wasser- Stromstärke	P = p I <sub>W</sub>
<p>Beim Druck ist das NN nicht frei – bzw. beliebig – wählbar. Die Druckskala hat einen absoluten Nullpunkt.</p> <p>→ Eine Druckdifferenz führt (z.B. bei einem luftgefüllten Reifen, wenn man das Ventil öffnet) zu einem Luftstrom von Stellen höheren Drucks zu Stellen niederen Drucks.</p> <p>→ <b>Wenn auf dem Druckniveau p die Stromstärke (<math>\Delta V/\Delta t</math>) vorhanden ist, dann ist damit eine Energiestromstärke <math>P = p \cdot (\Delta V/\Delta t)</math> verbunden.</b></p> <p>Selbstverständlich kann der Druck p - z.B. während eines „Ausströmvorgänge“ - eine Funktion der Zeit sein.</p> <p>Verwendet man diese Energiestromstärke, um einen Kolben gegenüber dem Vakuum zu bewegen, dann kann dieser Kolben im Idealfall (keine Reibungsphänomene oder sonstige Verluste) diese Energie, die in dem Luftvolumen gespeichert ist, in Bewegungsenergie umwandeln. Funktioniert dieser Kolben aber zwischen den beiden Druckniveaus <math>p_1</math> und <math>p_2</math>, dann steht auch nur die Druckdifferenz <math>\Delta p=p_1-p_2</math> als „Antrieb“ zur Verfügung.</p> <p>Fließt die Flüssigkeit (mit vernachlässigbarem Strömungswiderstand) in einem Rohr den „Berg hoch“, dann benötigt man am „unteren Ende“ die Energie <math>\Delta E_1 = p_1 \cdot \Delta V</math> pro Sekunde, um die Flüssigkeit in das Rohr zu pressen ... am anderen Ende steht (auf Grund des Höhenunterschiedes, den die Flüssigkeit überwinden muss) nur noch die Energie <math>\Delta E_2=p_2 \cdot \Delta V</math> zur Verfügung. Die Differenz zwischen <math>E_1</math> und <math>E_2</math> haben wir als „Lagenenergie“ im System „Flüssigkeit Planet“ – also im Gravitationsfeld.</p> <p>Wenn eine Flüssigkeit durch eine Leitung mit einem Strömungswiderstand strömt, dann benötige ich am einen Ende die Energie <math>\Delta E_1 = p_1 \cdot \Delta V</math> pro Sekunde, um die Flüssigkeit in das Rohr zu pressen ... am anderen Ende steht (auf Grund des Leitungswiderstandes und den damit verbundenen Energieverlusten in die Umgebung) nur noch die Energie <math>\Delta E_2=p_2 \cdot \Delta V</math> zur Verfügung.</p>				