V. Erklärung des veränderten t-v-Diagramms bei neuem Axiom

1) V. Konstanter Impulsstrom mit Energie und neuem Axiom.cmr:
- Zunächst wächst v bei konstantem Impulsstrom linear mit t, wie im klassischen Fall auch ($v(t) = a \cdot t = F/m \cdot t = p/m = v$). Der klassische Fall ist also als Spezialfall im relativistischen Fall für kleine Impulse enthalten (siehe p-v-Diagramm mit v_klass).

- Aber mit zunehmender Zeit bzw. zunehmendem Impuls wächst v immer weniger und strebt schließlich gegen eine obere Grenze v_Grenz

- Daraus ergeben sich die Fragen, **warum ist das so** und von welchen **anderen Größen** hängt der Wert von v_Grenz ab?

- Sieht man sich die Zahlenwerte von k und der konstanten Endgeschwindigkeit v_Grenz an, so vermutet man, dass v_Grenz = sqrt(k) ist. Mit Hilfe der Option Simulation Parameter k Werte 16, 9, 4, 1 (Quadratzahlen) überprüfen wir die Vermutung und finden sie bestätigt.

2) V. Wassermodell.cmr:
Zur **Erklärung** des t-v- bzw. p-v-Diagramms ist das Wassermodell sehr hilfreich:
- Dazu muss man berücksichtigen, dass **Impuls ein Energieträger** ist ($P = v \cdot F$ **|**$\cdot \Delta t$, $\Delta E = v \cdot \Delta p$, d.h. mit jeder Portion Impuls (Δp) wird auch eine Portion Energie (ΔE) geliefert).

- Der Körper, in den **Impuls hineinfließt**, nimmt daher gleichzeitig **auch an Energie zu**, was nach dem neuen Axiom eine **Zunahme der Masse** bedeutet.

- Da die Masse des Körpers seine Impulskapazität ist, bedeutet dies, dass der Körper mit zunehmendem Impulsinhalt immer mehr Impuls aufnehmen kann und dabei immer weniger an Geschwindigkeit (Füllstandsanzeiger) zunimmt. Während ein **klassischer Körper** eine konstante Masse und damit ein konstantes Fassungsvermögen für Impuls hat – wie ein **zylindrisches Gefäß** für Flüssigkeiten – kann man sich einen **relativistischen Körper** wie ein **Gefäß mit elastischen Wänden** vorstellen, das umso mehr Kapazität hat, je mehr Flüssigkeit er enthält (wie ein Luftballon). Obwohl ständig weiter Impuls in ihn hineinfließt, wächst sein Fassungsvermögen so an, der Füllstand immer langsamer steigt. Wenn er schließlich einen konstanten Füllstand besitzt, dann muss seine Kapazität im Grenzfall im selben Maße wachsen wie der Zufluss.

3) Software Wassermodell: Sie verdeutlicht den beschriebenen Zusammenhang zwischen Impulszufluss, Fassungsvermögen und Füllstand.

VI. Verhalten von m und E bei wachsendem Impuls, Lösung. cmr:
Wenn die genannten Überlegungen richtig sind, muss also die Kapazität **m** im Grenzfall für **große Impulse p proportional zu p** sein, damit der **Quotient v = p/m konstant sein kann**. Daher lassen wir als nächstes p-m- und p-E-Diagramme ausgeben. Wegen $E = k \cdot m$ muss auch die Energie dasselbe Verhalten zeigen wie die Masse. Das Modell zeigt, dass sowohl m als auch E sich mit wachsendem p einer linearen Asymptoten nähern, d.h. im Grenzfall ist m~p bzw. E~p. Damit strebt also v = p/m gegen eine Konstante v_Grenz.