

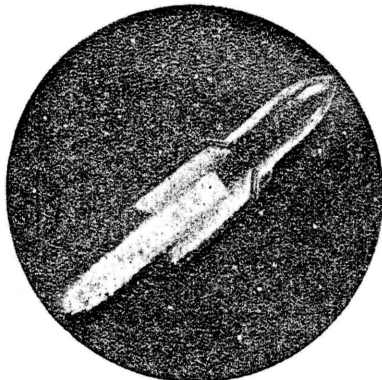
---

---

# RAKETENFLUG

---

---



**MITTEILUNGSBLATT DES RAKETENFLUGPLATZES BERLIN.**

**September 1932**

**Nr. 6**

**Wir laden Sie hierdurch ein**

**zu der am 24. 9. 1932 abends 8,30 Uhr im gelben Saal  
der Städtischen Oper, Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 34, stattfind**

## **Mitgliederversammlung**

des Vereins für Raumschiffahrt e. V., mit folgender Tagesordnung:

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Bericht des Geschäftsführers über das Geschäftsjahr 1931/32</li><li>2. Wahl des Vorstandes</li><li>3. Satzungsänderungen</li><li>4. Verschiedenes</li></ol> |
|--|

**D e r V o r s t a n d**

---

Herausgeber: **Raketenflugplatz Berlin** des Vereins für Raumschiffahrt e. V.  
Verantwortlich: Dipl. ing. Rudolf Nebel, Berlin-Reinickendorf.  
Fernspr.: D9 Reinickendorf 4617. Postsch.-K.: Raketenflugplatz Nr. 61591.

# Ueber den Wirkungsgrad des Raketenantriebs

Von Ingenieur Guido von Pirquet, Wien

Während wir gewöhnt sind, unter dem Wirkungsgrad von Maschinen eine für die einzelnen Typen mehr oder weniger feststehende Ziffer zu verstehen (wenngleich auch diese mit der „Beaufschlagung“ etc. schwankt) liegen beim Raketenantrieb grundsätzlich andersartige Verhältnisse vor — und wir müssen hier, um keinen Irrtümern anheim zu fallen, von vorn herein zwei auseinandergehende Werte statt eines einzigen ins Auge fassen.

Diese zwei Werte sind der **momentane Wirkungsgrad**  $\xi_m$  und der **totale oder Gesamt-** „ „  $\xi_s$ ;

Dieselben sind streng auseinanderzuhalten, da sie untereinander ganz verschiedene Werte haben; überdies zeigt auch jeder der beiden keinen Konstanten, sondern einen für jede Phase des Antriebs verschiedenen Wert.

Bei einer Raumrakete, welche während des Antriebs ständig ihre Geschwindigkeit vergrößert, wechselt selbstredend auch der momentane Wirkungsgrad von Sekunde zu Sekunde, und wir dürfen hier den Gesamtwirkungsgrad nicht unbeachtet lassen.

Anders liegt es bei den kleinen terrestrischen Raketen, welche schon nach wenigen Stunden an ihrer durch den Luftwiderstand gegebenen sogenannten „Grenzgeschwindigkeit“ gleichsam hängen bleiben — sowie auch bei Stratosphärenflugzeugen, die dann in der Höhe mit einer konstanten Geschw. von z. B.: 2 Km/sek. fahren sollen — sowie auch bei Gasreaktionsturbinen; bei diesen wird dann der „momentane“ zum stationären, dauernden Wirkungsgrad.

Beiden dieser Wirkungsgrade ist aber gemeinsam, daß sie sich aus mehreren Faktoren zusammensetzen, welche ich zur leichteren Unterscheidung als Wirkungsziffer  $Z$  bezeichnen will.

Dabei tritt die thermische und die Düsenverlustziffer  $Z_t$  und  $Z_d$  sowohl für den momentanen  $\xi_m$  als auch für den totalen Wirkungsgrad  $\xi_s$  ganz gleichartig auf, da diese Werte  $Z_t$  und  $Z_d$  von der Raketengeschwindigkeit  $v$  unabhängig sind — während die mechanische Wirkungsziffer  $Z_m$  für diese beiden ganz verschieden ist und von der jeweiligen Geschwindigkeit  $v$  der Rakete abhängt.

## I Bezeichnungen:

$\xi_m$	momentaner Wirkungsgrad		$d_m$	= $m'$ Sekundenauspuff
$\xi_s$	totaler oder Gesamt-		$d_t$	Energie der Rakete
$v$	Geschw. der Rakete		$dE$	Element der Rakete

C	Geschw. der Auspuffgase	E <sub>c</sub>	Energie des Treibstoffes in Calorien pro Kg, wobei
C <sub>h</sub>	hypothetische " "	c <sub>h</sub> <sup>2</sup>	= Z <sub>g</sub> · 427 · E <sub>c</sub>
C <sub>i</sub>	ideelle " "	Q	= $\frac{m_0}{m_z}$ Massenquotient der Rakete = Anfangs- durch Endgewicht
t u. dt	Zeit und Zeitelement	g	terrestrische Beschleunigung
m	Masse der Rakete		
m <sub>0</sub>	Anfangsmasse der Rakete		
m <sub>z</sub>	Endmasse " "		

$$Z_t = \text{thermische Wirkungsziffer (durch unvollkommene Expansion)} \left\{ \begin{array}{l} Z_t = C_i^2 / C_h^2 \\ = [1 - T/T_d] \dots 44 - 65 \% \end{array} \right.$$

$$Z_d = \text{Düsenwirkungsziffer, durch Wandreibung und Wirbelverluste etc.} \left\{ \begin{array}{l} Z_d = C^2 / C_i^2 \dots 60 - 90 \% \end{array} \right.$$

Z = Konstante „innere“ Wirkungsziffer  $Z = Z_t \cdot Z_d = C^2 / C_h^2 \dots 30 - 60\%$

Z<sub>m</sub> = mechanische (oder „äußere“) Wirkungsziffer des Impulsantriebes

## II Der momentane Wirkungsgrad ξ<sub>m</sub>

$$\xi_m = \frac{\Delta E \text{ der Rakete}}{\Delta E \text{ des Treibstoffs}}$$

$$= \underbrace{\frac{\Delta E \text{ der Auspuffgase}}{\Delta E \text{ des Treibstoffs}}}_{Z} \times \underbrace{\frac{\Delta E \text{ der Rakete}}{\Delta E \text{ der Auspuffgase}}}_{Z_m}$$

konstante, od. „innere“ Wirkungsziffer  $Z = C^2 / C_h^2$

mechan. od. „äußere“ Wirkungsziffer des Antriebs Z<sub>m</sub>

$$1) \xi_m = Z \cdot Z_m, Z_m = \frac{\frac{d}{dt} \left( \frac{m}{2} v^2 \right)}{\frac{m}{2} C^2}$$

$$2) d \left( \frac{m}{2} v^2 \right) = \frac{dE}{dv} dv - \frac{dE}{dm} dm = dE \text{ der Rakete}$$

$$\frac{dE}{dv} = mv, \frac{dE}{dm} = \frac{v^2}{2}$$

$d \left( \frac{m}{2} v^2 \right) = dE = \frac{v}{2} (2m dv - v dm)$  Dieser Ausdruck durch dt dividiert und dabei für

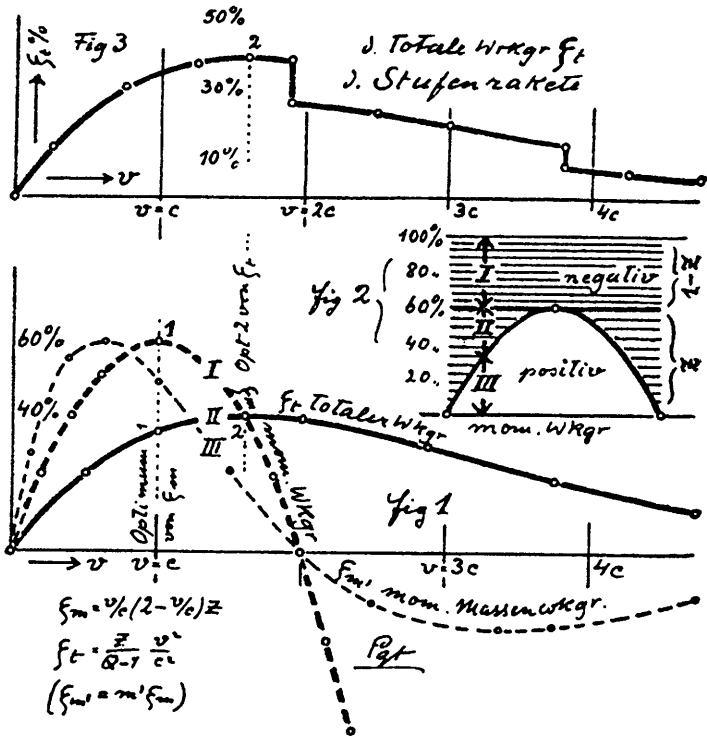
$\frac{dm}{dt} = m'$  und für  $\frac{dv}{dt} = C \frac{m'}{m}$  gesetzt, ergibt:

$$\frac{dE}{dt} = E'_1 = \frac{v}{2} (2 m c \frac{m'}{m} - v m') \text{ oder } E'_1 = \frac{m'}{m} v (2 - v/c) \text{ und also}$$

$$Z_m = \frac{E'_1}{\frac{m'}{2} C^2} = v/c (2 - v/c) \text{ und somit}$$

4)  $m = v/c (2 - v/c) Z$

An m. Eine besondere Erklärung und Erläuterung dieser Formeln kann hier unterbleiben, weil dieselben aus den beigegebenen Diagrammen am anschaulichsten aufgefaßt werden können und auch im Figurentext noch erläutert sind.



(Fortsetzung folgt)