

“Abenteuer im All”,

Bd. 1 *Der Grüne Planet*

Ein paar Details für alle, die es genauer wissen wollen

Michael Bonitz

*Institut für Theoretische Physik und Astrophysik,*

*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel, Germany*

(Dated: August 16, 2025)

## I. DIE DREI RAUMSCHIFFE IN BAND 1

Der *Grüne Planet* befindet sich am Rande des Sternbildes Orion, in einer Entfernung von der Erde von 6 Lichtjahren,

$$L_{E-GP} = 6 \text{ LJ},$$

das bedeutet, dass ein starker Lichtstrahl, der von der Erde ausgesandt wird, in 6 Jahren dort ankommt:  $t_{\text{Licht}} = L_{E-GP}/c$ .

Im Buch fliegen drei Raumschiffe zum *Grünen Planeten*:

1. Das von Jos Vater: es benötigt 9 Jahre hin und 9 Jahre wieder zurück zur Erde. Jos Vater verbringt 1 Jahr auf dem Planeten. Er ist also 19 Jahre unterwegs.
2. Das Raumschiff von Jo und den anderen Kindern, die Deuteron D2-38: sie ist deutlich schneller als das erste Raumschiff und benötigt 7 Jahre hin und 7 wieder zurück. Die Besatzung verbringt 2 Jahre auf dem Planeten.
3. Das zweite Raumschiff von Jo, die Graphena: sie ist schneller als die Deuteron, muss aber unterwegs abbremesen und braucht so ebenfalls 7 Jahre.

Alle drei Raumschiffe sind extrem schnell, viel schneller als die gegenwärtig vorhandenen Raketen. Die Geschwindigkeiten, mit denen sie unterwegs sind, sind aber – im Prinzip – zu erreichen, wenn entsprechend leistungsstarke Antriebe entwickelt werden und wenn die Insassen die Beschleunigung aushalten können. Hier dürfen wir aber optimistisch sein.

## II. SPEZIELLE RELATIVITÄTSTHEORIE

Die Spezielle Relativitätstheorie wurde 1905 von Albert Einstein entdeckt und ist inzwischen hervorragend durch Messungen bestätigt worden.

### A. Wie schnell kann ein Raumschiff fliegen?

Nach der Relativitätstheorie kann ein Raumschiff nicht schneller als das Licht sein,

$$v_R < c \approx 300,000 \text{ km/s} . \quad (1)$$

Die Lichtgeschwindigkeit  $c$  in Gleichung (1) ist eine unfassbar große Geschwindigkeit. Ein Raumschiff kann sie nie ganz erreichen, ihr aber beliebig nah kommen. Da das Licht bis zum *Grünen Planeten* 6 Jahre benötigt, muss jedes Raumschiffe länger brauchen. Für unsere drei Raumschiffe ist das erfüllt [1].

### B. Wird man in einem Raumschiff schneller oder langsamer alt als auf der Erde?

Eines der bemerkenswertesten Ergebnisse der Speziellen Relativitätstheorie ist, dass Uhren in unterschiedlichen Bezugssystemen (also z.B. Erde oder Raumschiff) i.a. nicht die gleiche Zeit anzeigen. Dafür gibt es leider keine einfache Erklärung [2]. Für die Kinder im Raumschiff verlaufen alle Prozesse genauso als wären sie auf der Erde. Die Uhren an ihrem Handgelenk zeigen die sogenannte “Eigenzeit”  $\tau$ . Innerhalb eines Jahre werden alle natürlich genau ein Jahr älter. Wenn aber jemand auf der Erde auf seiner eigenen Uhr nachprüft, wieviel Zeit (wir nennen sie  $t$ ) inzwischen im Raumschiff vergangen ist, so wird er immer feststellen, dass das mehr als ein Jahr ist, und der Unterschied ist umso größer je schneller das Raumschiff fliegt. Aus der Relativitätstheorie folgt der Zusammenhang mit der Geschwindigkeit  $v$ :

$$t(\tau; v) = \tau \cdot \gamma(v) \geq \tau , \quad (2)$$
$$\gamma(v) = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \geq 1 , \quad \text{für } v = \text{const und } v < c ,$$

Gleichung (2) ist Einsteins berühmte Formel für die Verlängerung der Zeit (“Zeitdilatation”) in einem mit  $v$  bewegten Bezugssystem. Ein Beobachter, der nicht von der Erde aus zuschaut, sondern von einem anderen Raumschiff aus, wird nach der Formel (2) auf seiner Uhr wieder

eine andere Zeit ablesen [3]. Den Kindern im Raumschiffe ist das natürlich egal: ihre Uhr zeigt immer  $\tau$ .

### **C. Wieviel Zeit ist bis zur Rückkehr auf der Erde vergangen?**

Eine besondere Auswirkung der Zeitdehnung spüren unsere Kinder, wenn sie nach dem ersten Flug zur Erde zurückkehren. Sie waren selbst (nach ihrer Uhr) eine Zeit  $\tau = 16$  Jahre unterwegs (s. oben, Fall 2). Während ihrer Reise sind aber die Uhren auf der Erde viel schneller gelaufen: dort sind schon 37 Jahre vergangen! [4]. Dass auf der Erde inzwischen wirklich 37 Jahre vergangen und nicht nur die Uhren schneller gelaufen sind, stellt ja Tamara erschreckt beim Wiedersehen mit ihrer Zwillingsschwester fest: Als ihr Raumschiff zum *Grünen Planeten* gestartet ist, waren sie und ihre Schwester 11 Jahre alt. Bei der Rückkehr war Tamara 27, ihre Schwester aber 48 Jahre alt! Und sie hat auch inzwischen 37 mal Geburtstag gefeiert, genauso wie es Tamara getan hätte, wenn sie auf der Erde geblieben wäre.

### **D. Wieviel Zeit ist auf dem *Grünen Planeten* vergangen zwischen Jos Abflug und seiner Rückkehr?**

Den Uhren der Bewohner des *Grünen Planeten* ergeht es genauso wie denen auf der Erde: auf ihnen ist mehr Zeit vergangen als auf den Uhren im Raumschiff (z.B. auf der von Gurikus). Er fliegt 7 Jahre zur Erde und 7 zurück, nachdem er dort 12 Jahre verbracht hatte. Er ist also bis zu seiner Rückkehr um 26 Jahre gealtert, während seine auf dem Planeten zurückgebliebenen Freunde um 47 Jahre gealtert, bzw. bereits verstorben sind [5].

### **E. Schlussbemerkung**

Die Betrachtungen in diesem Text geben nur die Grundzüge der Physik wider, mit der es die Kinder in diesem Buch zu tun haben. Für die folgenden Bände werde ich diese Erläuterungen fortsetzen. Genaueres zur Relativitätstheorie erfährt man z.B., wenn man Physik studiert.

Wenn es Unklarheiten gibt oder Fragen, wendet Euch gern an mich per

e-mail: bonitz@physik.uni-kiel.de.

---

- [1] Man beachte, dass Gleichung (1) für Raumschiffe gilt, die die meiste Zeit mit konstanter Geschwindigkeit fliegen. Es gibt durchaus die Möglichkeit, schneller ans Ziel zu kommen. Damit befassen wir uns im 3. Band.
- [2] Das liegt an den besonderen Eigenschaften des Lichtes.
- [3] Aus dieser unerwarteten Abhängigkeit der angezeigten Zeit von der Geschwindigkeit, mit der sich die Uhr bewegt, resultiert auch der Name “Relativitätstheorie”.
- [4] Dafür benutzt man die Formel (2). Rückwärts kann man daraus auch die Geschwindigkeit  $v$  des Raumschiffes bestimmen.
- [5] Die Tage auf dem *Grünen Planeten* sind zwar viel kürzer, aber ein Jahr ist genauso lang wie auf der Erde.