

# Mathematikaufgabe 136

[Home](#) | [Startseite](#) | [Impressum](#) | [Kontakt](#) | [Gästebuch](#)

**Aufgabe:** Lösen Sie den Widerspruch im Fermi-Paradoxon auf.

**Lösung:** Das Fermi-Paradoxon lautet: „Der weitverbreitete Glaube, es gebe in unserem Universum viele technisch fortschrittliche Zivilisationen, in Kombination mit unseren Beobachtungen, die das Gegenteil nahelegen, ist paradox und deutet darauf hin, daß entweder unser Verständnis oder unsere Beobachtungen fehlerhaft oder unvollständig sind.“<sup>1</sup> Kurzgefaßt: „Wenn es sie gibt, warum sind sie nicht hier?“<sup>2</sup>

Wandeln wir das Fermi-Paradoxon zunächst in Verknüpfungen der Aussagenlogik um. Mit den Aussagen

- A* Es gibt langlebige fortschrittliche Zivilisationen
- B* Sie sind nicht hier
- C* Wir verstehen nicht warum
- D* Sie geben sich uns nicht zu erkennen

können wir dieses als materiale Implikation bzw. Subjunktion ausdrücken:

Es gibt langlebige fortschrittliche Zivilisationen  $\Rightarrow$

ENTWEDER (Sie sind nicht hier UND Wir verstehen es nur nicht) ODER (Sie sind hier UND Wir erkennen sie nur nicht)

Das entspricht der Kurznotation

$$A \Rightarrow (B \wedge C) \vee (\neg B \wedge D),$$

deren rechte Seite eine Kontravalenz ausdrückt. Es ergeben sich somit die verschiedenen Möglichkeiten gemäß nachfolgender Tabelle.

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	$B \wedge C$	$\neg B \wedge D$	$A \Rightarrow (B \wedge C) \vee (\neg B \wedge D)$
<i>f</i>	<i>w</i>	<i>f</i>	$w \vee f$	<i>f</i>	<i>f</i>	<i>w</i>
<i>w</i>	<i>w</i>	<i>w</i>	$w \vee f$	<i>w</i>	<i>f</i>	<i>w</i>
<i>w</i>	<i>w</i>	<i>f</i>	$w \vee f$	<i>f</i>	<i>f</i>	<i>f</i>
<i>w</i>	<i>f</i>	$w \vee f$	<i>w</i>	<i>f</i>	<i>w</i>	<i>w</i>

Wenn es also außer der unsrigen keine weiteren langlebigen<sup>3</sup> Zivilisationen im Universum gibt, wenn also die Aussage *A* falsch ist, können die Außerirdischen natürlich auch nicht hier sein und die Aussage *B* ist wahr. In diesem Fall verstehen wir selbstverständlich, warum sie nicht hier sein können und die Aussage *C* ist falsch. Wenn es diese Zivilisationen also gar

<sup>1</sup> Fermi bezog sich auf Annahmen, daß es intelligentes außerirdisches Leben gäbe, daß deren technisch hochentwickelte Zivilisationen über Millionen von Jahren aufrecht bestehen können sollten, daß es ihnen in dieser Zeitspanne mittels interstellarer und intergalaktischer Raumfahrt möglich sei, ganze Galaxien zu kolonisieren, und daß dies der Wahrscheinlichkeit nach bereits geschehen sein sollte.

<sup>2</sup> Bei uns auf der Erde

<sup>3</sup> Wir wissen im übrigen noch gar nicht, ob unsere Zivilisation überhaupt langlebig ist.

## Mathematikaufgabe 136

---

nicht gibt, spielt es auch keine Rolle, ob wir die Außerirdischen erkennen würden, und die Aussage  $D$  darf sowohl wahr als auch falsch sein.

Gibt es umgekehrt diese langlebigen fortschrittlichen Zivilisationen, könnten sie auch auf der Erde angekommen sein und die Aussage  $B$  wäre demnach falsch. Dennoch sind Außerirdische bis heute nicht gesichtet worden, d.h. die Aussage  $D$  ist wahr. Wenn sie denn hier sind, ist es egal, ob die Aussage  $C$  wahr oder falsch ist.

Schwieriger wird es, wenn es diese langlebigen fortschrittlichen Zivilisationen zwar gibt, sie sich aber aus irgendwelchen Gründen gemeinschaftlich entschlossen haben, auf eine Kolonisation des Weltalls zu verzichten, weshalb sie dann auch nicht hier sein können.<sup>4</sup> Demnach wäre die Aussage  $B$  zutreffend. Da die Aussage  $\neg B \wedge D$  in diesem Fall falsch ist, spielt es auch keine Rolle, welchen Wahrheitswert die Aussage  $D$  hat. Die Aussage  $B \wedge C$ , daß wir nicht verstehen, warum sie nicht hier sind, ist aber nach wie vor richtig, und damit auch die Aussage  $C$ . Paradox wird die Schlußfolgerung erst, wenn wir zu wissen vorgeben, warum sie nicht hier sind. Dann wird nämlich die Aussage  $B \wedge C$  falsch, und weil die Kontravalenz falsch ist, wenn beide Aussagen falsch sind, kann aus einer wahren Aussage auch keine falsche folgen. Letztere Möglichkeit scheidet also aus, d.h. wir wissen nicht, warum sie nicht hier sind.

Das könnte folgenden Grund haben. Unsere Galaxis ist etwa 10 Milliarden Jahre alt, d.h.  $t = 10^{10}$  a, und ungefähr  $d = 10^5$  Lj =  $10^5 c \cdot a$  im Durchmesser. Daraus folgt eine minimale und maximale Zeitdauer für ihre Durchquerung bei einer Geschwindigkeit zwischen 1 bis 10 Prozent der Lichtgeschwindigkeit von

$$t_{\min} = \frac{d}{v_{\max}} = \frac{10^5 c \cdot a}{0,1c} = 10^6 \text{ a} \quad \text{bzw.} \quad t_{\max} = \frac{d}{v_{\min}} = \frac{10^5 c \cdot a}{0,01c} = 10^7 \text{ a.}$$

Geht man davon aus, daß intelligentes Leben über einen Zeitraum von 20-40 Millionen Jahren überleben kann, so liegt der minimale und maximale Weg, den ein Raumschiff in dieser Zeit mit 1 bis 10 Prozent der Lichtgeschwindigkeit zurücklegen kann, zwischen

$$s_{\min} = 20 \cdot 0,01c \cdot 10^6 \text{ a} = 2d \quad \text{und} \quad s_{\max} = 40 \cdot 0,1c \cdot 10^6 \text{ a} = 40d.$$

Ein Raumschiff hätte also unsere Galaxis bereits 2 bis 40mal durchqueren können, so daß überall intelligentes Leben anzutreffen sein müßte. Die Tatsache, daß wir noch kein intelligentes Leben in unserer Milchstraße entdeckt haben, legt demnach nahe, daß dieses sehr wahrscheinlich weniger als eine Million Jahre überdauern kann, was wiederum bedeutet, daß der Widerspruch, den das Fermi-Paradoxon aufzeigt, überhaupt nicht paradox ist. Es gilt ebenfalls zu bedenken, daß ein Raumschiff, das sich gerade einmal mit 10 % der Lichtgeschwindigkeit bewegt, irgendwo Station machen müßte. Ein 10 Lichtjahre entfernter Planet

---

<sup>4</sup> Es ist unwahrscheinlich, daß sämtliche außerirdischen Zivilisationen den gleichen Beschluß gefaßt haben.

## Mathematikaufgabe 136

---

wäre demnach erst in 100 Jahren zu erreichen.<sup>5</sup> Schließlich kann ein ganzer Planet nicht einfach umziehen.

Wenn man nun bedenkt, daß jeder Planet hinsichtlich seiner Ressourcen schneller erschöpft ist, als dieser Zivilisation die interstellare Raumfahrt glückt, kommt man zu dem Schluß, daß sie sich früher ausgelöscht haben dürfte, als ihr der Absprung von ihrem Planeten gelingt.

---

<sup>5</sup> Auch Außerirdische dürften eine bestimmte Lebenserwartung nicht überschreiten.