## Die Drake Gleichung

### Was ist die Drake-Gleichung?

Die Drake-Gleichung dient zur Abschätzung der Anzahl technischer, intelligenter Zivilisationen in unserer Galaxie. Sie wurde 1961 von Frank Drake auf einer Konferenz vorgestellt und ist auch als *Green-Bank-Formel* oder *SETI-Gleichung* bekannt.

Die Gleichung lautet:

**N = R\* × fₚ × nₑ × fₗ × fᵢ × f𝚌 × L**

### Erklärung der Faktoren:

* **R\***: Sternentstehungsrate pro Jahr
* Anzahl neuer Sterne pro Jahr in unserer Galaxie, die prinzipiell Planetensysteme mit lebensfreundlichen Bedingungen hervorbringen könnten. Nur bestimmte Sternarten, vor allem G- und K-Sterne, kommen dafür infrage. Dieser Faktor ist durch empirische Beobachtungen relativ gut abschätzbar und wurde in einer Studie von Evans et al. (2022) bestätigt. Sie liegt bei ca. 1,46 Sonnenmassen pro Jahr.

<https://arxiv.org/pdf/0810.1656v1>

* **fₚ**: Anteil der Sterne mit Planetensystemen
* Dieser Faktor beschreibt, **wie viele Sterne in unserer Galaxie überhaupt von Planeten umkreist werden.**

Durch Beobachtungen – besonders durch das **Kepler-Weltraumteleskop** – weiß man heute:  
**Ein großer Teil (mindestens ca. 50 %) aller Sterne hat ein Planetensystem.**

<https://www.nature.com/articles/nature10684>

https://science.nasa.gov/mission/kepler/in-depth/

* **nₑ**: Anzahl bewohnbare Planeten pro System
* Dieser Faktor gibt an, **wie viele Planeten sich durchschnittlich in der habitablen Zone eines Sterns befinden** – also im Bereich, in dem flüssiges Wasser existieren könnte. Beobachtungen und Modelle zeigen:  
  **Viele Sterne besitzen mindestens einen erdähnlichen Planeten in der habitablen Zone.**

https://science.nasa.gov/mission/kepler/in-depth/

* **fₗ**: Anteil bewohnbarer Planeten, auf denen Leben entsteht
* Dieser Faktor beschreibt**, wie viele Planeten in der habitablen Zone tatsächlich Leben entwickeln**. Da wir bislang nur **ein einziges bekanntes Beispiel** (die Erde) haben, ist dieser Wert **rein spekulativ**.  
  Zukünftige Missionen sollen durch **Analyse von Exoplaneten-Atmosphären** erste Hinweise liefern.
* **fᵢ**: Anteil an Planeten mit intelligentem Leben
* Wenn sich auf einem Planeten Leben entwickelt, so muss es sich nicht zu intelligentem Leben entwickeln. Auch für diesen Faktor gibt es keine wissenschaftlich belegbaren Zahlen.
* **f𝚌**: Anteil mit kommunizierenden Zivilisationen
* Dieser Faktor gibt an, wie hoch der Anteil an Zivilisationen mit Interesse an der Kommunikation mit anderen intelligenten Wesen hat.
* **L**: Lebensdauer einer technischen Zivilisation in Jahren
* Dieser Faktor gibt an, **wie lange eine Zivilisation in der Lage ist, mit technischen Mitteln Signale ins All zu senden.**

Die Lebensdauer kann durch **natürliche Katastrophen, Selbstzerstörung** oder **äußere Bedrohungen** begrenzt sein. Auch die **Lebenszeit des Heimatsterns** setzt eine natürliche Obergrenze.

### Hintergrund und Bedeutung

Die **Drake-Gleichung** wurde 1961 vom US-amerikanischen Astrophysiker **Frank Drake** im Rahmen eines Treffens von Wissenschaftlern am National Radio Astronomy Observatory in Green Bank, West Virginia, formuliert. Ziel war es, eine strukturierte Diskussion über die Möglichkeiten außerirdischer intelligenter Lebensformen zu ermöglichen – insbesondere im Rahmen des SETI-Projekts (*Search for Extraterrestrial Intelligence*), das sich der Suche nach außerirdischen Radiosignalen widmet.

Drakes Idee bestand darin, die vielen unbekannten Faktoren, die zur Existenz intelligenter Zivilisationen beitragen könnten, in eine mathematische Formel zu fassen. Die Gleichung selbst liefert **keine exakte Zahl**, sondern dient als **Werkzeug zur Schätzung** – basierend auf den jeweils besten verfügbaren Daten. Je besser unsere astronomischen Instrumente werden, desto genauer lassen sich einzelne Parameter der Gleichung bestimmen.

Trotz ihrer Unsicherheiten ist die Drake-Gleichung ein ikonisches Modell in der Astrobiologie und spielt eine zentrale Rolle in der Diskussion über die **Fermi-Paradox-Frage**:

*„Where is everybody?“*

Die Gleichung macht deutlich, wie viele Bedingungen erfüllt sein müssen, damit intelligentes Leben entsteht – und wie empfindlich das Ergebnis auf einzelne Annahmen reagiert. Insbesondere die Faktoren, die mit der **Entstehung und Langlebigkeit von Leben** zu tun haben, unterliegen bislang großen Unsicherheiten.

Die Drake-Gleichung zeigt auch: Selbst bei relativ konservativen Annahmen kann das Ergebnis eine beachtliche Zahl kommunizierender Zivilisationen ergeben – oder eben auch nur **eine einzige**: **uns selbst**.

### Wissenschaftlicher Nutzen

Obwohl die Gleichung große Unsicherheiten enthält, hilft sie dabei:

* Forschungsziele zu definieren (z. B. Exoplanetensuche),
* interdisziplinäre Fragen zu stellen (Biologie, Astronomie, Technik, Soziologie),
* zu quantifizieren, wie selten oder häufig intelligentes Leben sein **könnte**.