



HABITABLE ZONE

- (1) Öffnen Sie die Simulation der habitablen Zone:
<https://astro.unl.edu/nativeapps/> dort: „NAAB Labs – v1.1“ herunterladen.
→ 15. Habitable Zones → **Simulators** → „Circumstellar Habitable Zone Simulator“
- (2) Sie sehen die habitable Zone wie sie war, als die Planeten unseres Sonnensystems entstanden sind.
Verschieben Sie den Zeitregler auf **heute**: 4,5 Gy (Gigayears; 4,5 Milliarden Jahre)
- (3) Ermitteln Sie den Zeitpunkt, ab dem die habitable Zone nicht mehr im Erdborbit liegen wird. **5,44 Gy**
Nennen Sie die Konsequenz für die Erde: *Flüssiges Wasser verdampft.*
- (4) a) Ermitteln Sie den Zeitpunkt, zu dem die habitable Zone den Marsorbit erreichen wird.
b) Berechnen Sie, wie lange der Planet Mars in der habitablen Zone bleiben wird.
(Anmerkung: Das Leben hat sich auf der Erde nach 4 Gy entwickelt.)
a) **6,47 Gy** b) $\Delta t = 11,1 \text{ Gy} - 6,47 \text{ Gy} = 4,64 \text{ Gy}$
c) Nennen Sie die Folgen für den Planeten Mars:
Gefrorenes Wassereis wird flüssig, gegebenenfalls bilden sich Flüsse und Seen.
Theoretisch könnte sich primitives Leben auf dem Mars entwickeln, wenn die habitable Zone die einzige Voraussetzung hierfür wäre. (Zur Info: Der Mars hat aber z.B. auch kein Magnetfeld, was aber als Schutz gegen die hochenergetische Strahlung der Sonne und für die Entstehung von Leben notwendig ist.)
- (5) Ermitteln Sie den Zeitpunkt, zu dem im Sonnenkern der Wasserstoffvorrat aufgebraucht sein wird. **10,6 Gy**
- (6) Beschreiben Sie, wie sich die Sonne weiter entwickeln wird. Klicken Sie hierzu direkt auf den Zeitstrahl, ohne den Zeitregler zu verwenden (dieser ist zu grob) und verfolgen Sie die Daten wie Radius und Oberflächentemperatur.
11,1 Gy-11,9 Gy: Die Sonne bläht sich zu einem Roten Riesen auf:
 $R = 175 R_{\odot}$; $T = 3160 \text{ K}$
12 Gy: Äußere Schichten werden weggeblasen → Planetarischer Nebel.
Übrig bleibt ein Weißer Zwerg $R = 0,014 R_{\odot}$; $T = 200\,000 \text{ K}$, der über die nächsten Jahrtausende abkühlt.
- (7) Wählen Sie den Stern Gliese 581 aus. Beschreiben Sie seine Anfangssituation und seine Entwicklung. Vergleichen Sie diese Entwicklung mit derjenigen unserer Sonne. (Bemerkung: Gliese 581 befindet sich im Sternbild Waage, 20 Lj von der Sonne entfernt. Bei ihm sind Planeten in den markierten Abständen a, b, c, d entdeckt worden.)
Gliese 581 ist ein Roter Zwerg: $R = 0,301 R_{\odot}$; $T = 3580 \text{ K}$; Habitable Zone weit innerhalb der gedachten Merkurbahn, entdeckte Planeten nicht in der habitablen Zone. 240 Gy: Habitable Zone erreicht Planet d: $\Delta t = 150 \text{ Gy}$ (fast 28x so lange, wie bei der Erde). 444 Gy: Nova, Weißer Zwerg: $R = 0,0194 R_{\odot}$; $T = 137\,000 \text{ K}$; kühlt ab. Gliese 581 hat eine 40x größere Lebenserwartung (400 Mrd. a) als unsere Sonne.
- (8) Klicken Sie rechts oben auf „reset“ und stellen Sie mit dem Regler „initial star mass“ einen „Alnilam-ähnlichen Stern“ mit 30-facher Sonnenmasse her. Beschreiben Sie Größe, Temperatur und die Entwicklung dieses Sterns.
 $R = 7,59 R_{\odot}$; $T = 38\,900 \text{ K}$, Blauer Riese, extrem kurze Lebensdauer (ca. 6,5 Mio. a), Habitable Zone bei 400 AE, Wasserstoffvorrat bereits nach 6 Millionen Jahren aufgebraucht, wird zu einem Roten Überriesen, $R = 1680 R_{\odot}$; $T = 3350 \text{ K}$; Supernova, dann Schwarzes Loch.