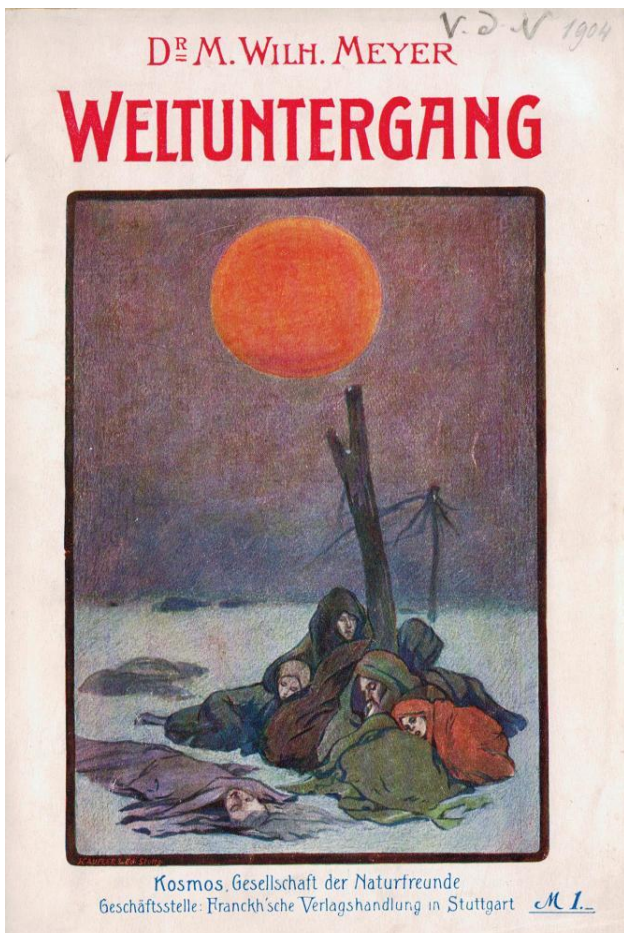


Unsere Sonne in ihrer zweiten Lebenshälfte - ein Roter Riesenstern am irdischen Firmament ...

... zum VORTRAG von Wolfgang M. Wettlaufer / AVT, Sternwarte Tübingen: Freitag, 20.4.2018

Von Tag zu Tag und Jahr für Jahr scheint uns unser Tagesgestirn verlässlich mit einem stetigen Energiefluss zu versorgen, welcher mehr oder weniger milde Klimazonen auf unserem Blauen Planeten erzeugt. Doch wie jeder andere Stern unterliegt auch unsere Sonne diversen Entwicklungszyklen. Bevor solche im Einzelnen bekannt waren - insbesondere auch bevor die Kernfusion als primäre Energiequelle der Sterne erkannt war - konnten gar keine gesicherten Aussagen über stellare Lebensläufe gegeben werden. Gravitationsenergie aus der Kontraktion junger Protosterne nach ihrer Bildung, von *Hermann von Helmholtz* 1862 vorgeschlagen als Quelle der Sonnenenergie, ließ als vermeintliches Sonnenalter nur wenige Millionen Jahre zu. Ein 'Ausglühen' des Tagesgestirns war demzufolge alsbald zu erwarten, und ein von mir erworbenes *KOSMOS*-Bändchen von 1904 bildet auf der Titelseite ein beklemmendes Szenario ab - würde sich das Ende unserer irdischen Existenz so darstellen, wie unten malerisch wiedergegeben?



Die Sonne hier als ein matter roter Ball von zusehends abnehmender Leuchtkraft; ihre mächtige Ausdehnung am Firmament wohl eher künstlerisch übersteigert - von einer Expansion des Sonnenballs in späten Phasen ihres Lebenslaufs war damals ja noch nichts bekannt. Doch mit dem Schicksal ihres Planeten dramatisch verknüpft sehen wir hier das bang erwartete Los der Menschheit: dahingerafft in einem kosmischen Kältetod.

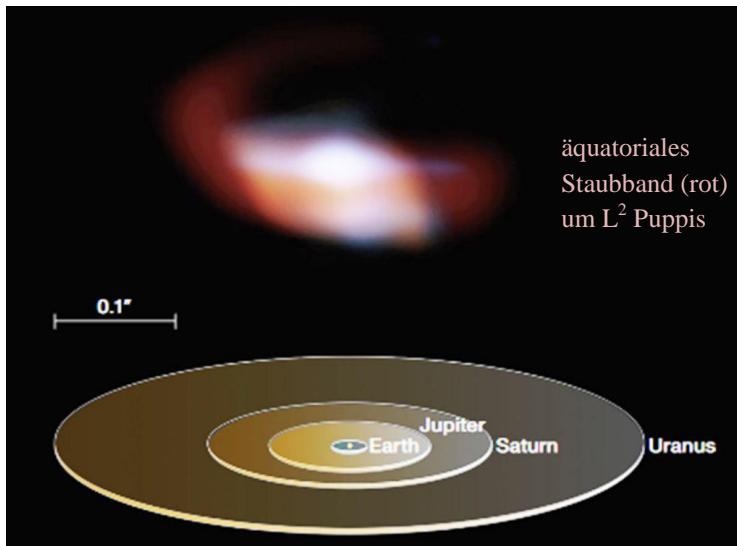
Über die Erforschung stellarer Lebensläufe vermittelt der Beispiele zahlloser 'Mustersterne' - von ganz frühen Lebensphasen wie "T Tauri" über "Hauptreihensterne" (im *Hertzsprung-Russell*-Diagramm) hin zu den "Roten Riesen" bzw. "Roten Überriesen" und schließlich den "Weißen Zwergen" und "Neutronensternen" nach der Umwandlung über "AGB"- bzw. Supernovae-Stadien - konnten letztlich auch für unsere Sonne verlässliche Entwicklungsmodelle abgeleitet werden. Und dies mit der Genauigkeit von Bruchteilen einer Spanne, welche etwa zwölf Milliarden Jahre bis zum Endstadium des solaren Lebenswegs umfasst: dem des Weißen Zwergs.

Dramatische Veränderungen stehen unserem Stern mithin also bevor - ohne dass freilich unsere eigene

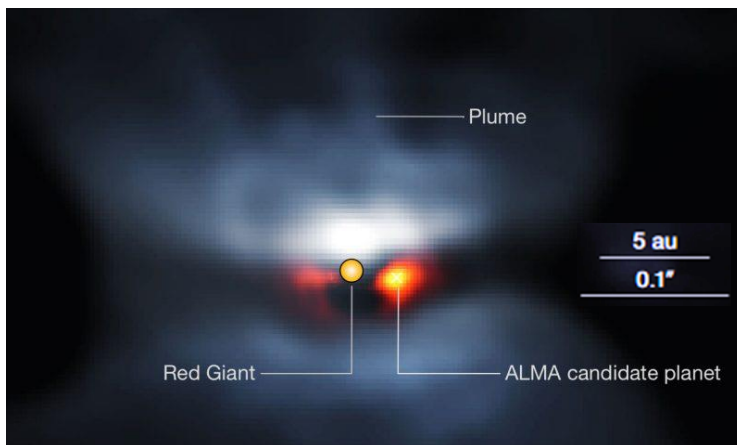
irdische Lebensspanne davon berührt sein wird. Die derzeit registrierte äußerst bedrohliche Erderwärmung ist nicht verursacht von beobachtbaren Schwankungen der Sonnenaktivität (wie etwa dem Sonnenfleckenzyklus) sondern durch 'hausgemachte' Auswirkungen unserer zivilisatorischen Aktivität auf die Biosphäre unseres Planeten: insbesondere durch Treibhausgasemission, Ozonschicht-Schädigung, Vernichtung von Urwäldern. (Ein mir gut bekannter Sonnenphysiker, Prof. *Sami K. Solanki*, hat mit seiner Arbeitsgruppe bereits 1997 eine Studie publiziert, die solaren Einflüssen den allerkleinsten Einfluss auf das aktuelle Klimageschehen zuweist; Prof. *Solanki* ist seit 1999 u.a. Direktor am Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen.) Probleme für die Fortexistenz irdischen Lebens erwachsen erst einer expansiven solaren Lebensphase: s.S.2.

Anm.: Das AGB-Stadium (Asymptotic Giant Branch) bezeichnet eine zweite Phase finaler Expansion, in der sonnenähnliche Sterne pulsierend ihre größte Ausdehnung und Helligkeit erlangen - 20 Millionen Jahre lang wird unsere Sonne da bis zu 5200x heller werden; die habitable Zone verschiebt sich bis zu 50 AE (Erde-Sonne-Distanzen) hinaus in den Kuiper-Gürtel - für biogenes Keimen kein Ort ...!

Wie mögen Zivilisationen auf Planeten anderer Sonnen mit solchen Problemen umgehen - vorausgesetzt es gäbe sie (mit vergleichbarem Lebensstil) auf erdähnlichen 'Exoplaneten'? Leicht nachweisbar (seit 1995) im Orbit um Sterne, sogar Doppelsterne, sind vor allem Riesenplaneten von mehrfacher Jupitergröße und - ab 13 Jupitermassen - auch 'Braune Zwerge' als Begleiter; die Letzteren sind bis hinauf zu 0,07 Sonnenmassen ohne nennenswerte Kernfusion (= stellares Kriterium). Ganz aktuell in den Fokus der Forschung gerückt ist seit 2016 ein 208 Lichtjahre fernes Sonnensystem im Sternbild *Puppis*, welches den Entwicklungsstand unseres eigenen Systems in 5-6 Milliarden Jahren verkörpern mag - mit einem solchen Exoplaneten: es kann so eben mit bloßen Augen gesehen werden (ist veränderlich), steht allerdings bei -45° Deklination südlich des hellen Sirius. Seine 'Hausnummer': L^2 Puppis (auch: L_2 Puppis).



Dieses Bild erschien in der Publikation von *P. Kervella et al.* in 2016 im europäischen Fachjournal *A&A* 596, A92. Es zeigt oben eine Kompositaufnahme im Nahinfraroten durch das NACO-System (bildgebender Spektrograph) am VLT-Teleskop der ESO / Mt. Paranal. Auf den AGB-Stern L^2 Puppis und die umgebende Gas- und Staubscheibe schauen wir von der Seite; maßstäblich ist unten das Sonnensystem eingefügt. Rechts unten findet sich eine schwache Quelle, die als jener Planetenkandidat gedeutet wird - auf dem unteren Bild (als Ausschnitt hier, von deren Abb. 5) zeigen Beobachtungen mit dem neuen RadioteleskopArray ALMA den Innenbereich hoch aufgelöst; die gelbe Scheibe entspricht dem realen Durchmesser des AGB-Sterns; die Massenabschätzung für den Planetenkandidaten wurde in einer Folgepublikation 2017 auf 1 Jupitermasse reduziert; noch 2015 hatte man mit einem Begleiter stellarer Dimensionen gerechnet! Die Umlaufdauer mag 5 Jahre betragen.



Weitere Forschung ist diesem nahen Objekt gewiss, und das "ELT" mit 39m-Teleskop-

spiegel (im Bau) wird detailliert auch noch Gasströme untersuchen, die von dem Planetenkandidaten ausgehen - in der Gesamtschau könnte sich hier \Rightarrow nachfolgend ein "bipolarer Planetarischer Nebel" bilden: ausgehend von der Interaktion zwischen dem entstehenden Weißen Zwerg und dem Planeten! Ob im Falle unseres Heimatsterns jedoch die Entwicklung dereinst ähnlich verläuft, ist noch nicht ausgemacht; ein weiteres Exemplar von AGB-Stern hat im Spätstadium ansatzweise bereits einen sphärischen "PN" ausgebildet: "*U Antliae*" - im Bild rechts: "wie eine Tomographie" des Nebels gelang *F. Kerschbaum et al.* diese Abbildung; publiziert in *A&A (Astronomy and Astrophysics)* im September 2017. - Unerheblich für unsere fernen Abkömmlinge jedoch: für kochende Ozeane auf der Erde wird die Sonne unter leichtem Strahlungsplus bereits in 400 Millionen Jahren sorgen ... damit bleibt nun die 'zweite Lebenshälfte' unseres Heimatsterns für uns Heutige philosophisch interessant!

