

Sternwarte Brentenriegel

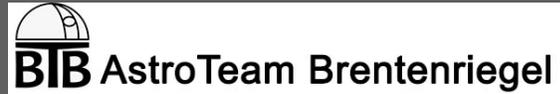


24. Mai 2024 – Lange Nacht der Forschung

Geburt, Leben und Sterben der Sterne

DI Wolfgang Mandl
sternwarte@brentenriegel.at

Verein Sternwarte Breitenriegl



Wer sind wir?

Mitglieder



Wolfgang Mandl, Obmann



Johannes Puschitz, Kassier



Christian Liska, Schriftführer



Franz Gruber, Rechnungsprüfer



Josef Pratl, Gründer



Josef Schwarz, 2. Rechnungsprüfer

Supporter



Kurt Ludikovsky



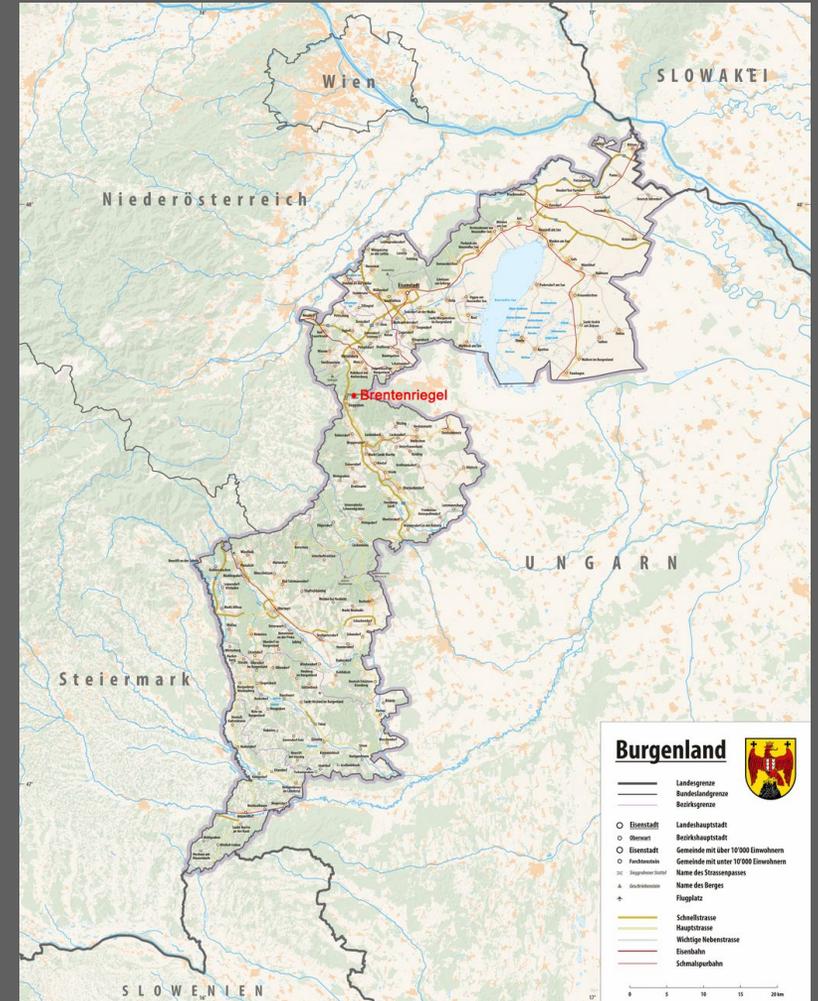
Manfred Wasshuber



Gerald Wechselberger, Old Wexi

Sternwarte Brentenriegel

Das Burgenland ist das östlichste und kleinste Bundesland Österreichs am Übergang von den Alpen in die pannonische Tiefebene. Im Gegensatz zu Rest-Österreich gibt es hier keine besonderen Erhebungen, einer der höchsten Berge ist der 603 m hohe Brentenriegel. Er kann zwar betreffend Himmelsqualität mit hochalpinen Top-Lagen nicht ganz mithalten, hat aber einen recht dunklen Südhorizont. Eine Diplomarbeit am Institut für Astrophysik der Uni Wien weist den Brentenriegel als eine der besten astronomischen Lagen des Burgenlandes mit einer Hintergrundhelligkeit bis $21,5 \text{ mag/arcsec}^2$ aus. Es ist daher nicht verwunderlich, dass an diesem Standort eine Sternwarte steht



Geschichte

1989 Errichtung der Sternwarte durch Dr. Pratl
zunächst mit dem 16“ Meade DS-16A



1998 Umbau der Sternwarte durch Dr. Pratl
Gabelmontierung nach Ing Pressberger.
Tubus für 600-mm-Spiegel ausgelegt,
aber provisorisch mit altem
Meade 16“-Spiegel bestückt.



2007 Nutzung und Adaptierung der Sternwarte
durch Mandl und Puschitz.
Moderate Verbesserungsmaßnahmen,
wie Guidingfähigkeit für Astrofotografie.



2010 Gründung des Vereins “Sternwarte Brentenriegel“

- Kuppel und Teleskop sind ausschließlich manuell bedien- und positionierbar.
- Nach über dreißig Jahren Betrieb ist die Sternwarte langsam ins Alter gekommen und entsprach nicht mehr dem Stand der Technik.

- **2018 11 22 - Beschluss der Generalversammlung:
Heranführung der Sternwarte an den Stand der Technik**

Elektromechanische Adaptierung des Teleskops

- Motorantrieb in allen Achsen

Optische Adaptierung des Teleskops

- Ersatz des 400-mm-Spiegels durch einen 600-mm-Spiegel.
- Verlängerung der Brennweite des Teleskops von 1800 mm auf 2340 mm.

Adaptierung Kuppel

- Elektrischer Antrieb der Kuppel und des Kuppelspaltes.

Adaptierung und Sanierung Außenbereich

- Befestigung des Vorplatzes
- AllSky – Kamera zur Remote-Wetter-und Himmelsbeobachtung
- Errichtung von drei Montierungssäulen außerhalb der Kuppel zum Betrieb kleinerer Nebenteleskope für Führungen

Digitalisierung, Remotefähigkeit

Am Anfang war nichts...

... *entstand aus dem Nichts* ...
Dann, vor 13,8 Mrd.
Jahren...

Energie



Die 4 Grundkräfte der Physik

	KRAFT	RELATIVE STÄRKE	REICHWEITE
	starke Wechselwirkung	100	$2,5 \cdot 10^{-15}$ m
	elektromagnetische Wechselwirkung	1	unendlich
	schwache Wechselwirkung	10^{-11}	$1 \cdot 10^{-18}$ m
	Gravitation	10^{-36}	unendlich

<https://www.schubu.org/p635/grundkraefte>

*
 $10^9 = 1$ Mrd = 1.000.000.000
 $10^6 = 1$ Mio = 1.000.000
 $10^3 = 1.000$
 $10^2 = 100$
 $10^1 = 10$
 $10^0 = 1$
 $10^{-1} = 1/10$
 $10^{-2} = 1/100$
 $10^{-6} = 1/1.000.000$
 $10^{-9} = 1/1.000.000.000$
*
 $10^{-15} = 1/ 1$ Billionarde
*

Der Urknall

- bis 10^{-43} s nichts, keine Materie, keine Energie, kein Raum, nicht einmal die Zeit
- bis 10^{-36} s **Planck-Ära**, Singularität – extrem heiß, extrem dicht, Quantengravitationstheorie wird gesucht
- bis 10^{-32} s **Inflation** – in diesem Zeitraum bläht sich das Universum um den Faktor 10^{26} !!! auf
- bis 10^{-6} s **Quark-Ära** – in dieser Zeit bilden sich die Grundbausteine unserer Materie (Quarks, Leptonen, Photonen) und die 4 Grundkräfte der Natur
- bis 10^{-4} s **Hadronen Ära** – aus den Quarks bilden sich Hadronen (Protonen, Neutronen und ihre Antikörper)
- bis 1 s **Leptonen Ära** – Hadronen und Antihadronen vernichten sich. Leptonen (Elektronen, Positronen, Neutrinos) dominieren. Ein winziger Überschuss der Materie bildet das heutige Universum.
- bis 3 Minuten **primordiale Nukleosynthese** – bei etwa 1 Milliarde Grad vereinigen sich Protonen und Neutronen zu ersten Atomkernen von hauptsächlich Wasserstoff und seinen Isotopen Deuterium, Tritium (75%), Helium (25%) und Spuren von Lithium
- bis 100000 Jahre **Strahlungs-Ära** – Durch die fortschreitende Expansion und Abkühlung erliegt die Nukleosynthese, elektromagnetische Strahlungsenergie dominiert, Energiedichte der Strahlung nimmt aber mit der Expansion ab
- bis heute **Materie-Ära** – Energiedichte der Materie ($e=mc^2$) wird größer als die Energiedichte der Strahlung – kosmische Hintergrundstrahlung entsteht nach 380000 Jahren – Universum wird durchsichtig

Die ersten Sterne

- Materie-Ära: Materie ist in Form von **Gaswolken aus überwiegend Wasserstoff** vorhanden.
- Die Materie ist aber nicht völlig gleichmäßig über den Raum verteilt. **Konzentration entlang von Filamenten** → wie Seifenblasenschaum.
- Es bilden sich **Gravitationsssenken**.
- Bereits einige 100 Millionen Jahre nach dem Urknall werden Gasklumpen zur **Wiege der Sterne**.
- Es gibt auch heute noch zahlreiche **Sternentstehungsgebiete**, welche wir mit unserem Teleskop fotografieren können.

Geburt von Sternen (Sternentstehungsgebiete)



M16 – Adlernebel, Entfernung 7000 LJ

Die „Säulen der Schöpfung“



Geburt von Sternen

bekannte Sternentstehungsgebiete



Geburt von Sternen

Sternentstehungsgebiete in anderen Galaxien



NGC 4395

Galaxie im Sternbild Jagdhunde

Entfernung ca. 15 Mio. LJ

Durchmesser ca. 55.000 LJ



NGC 2903

Galaxie im Sternbild Löwe

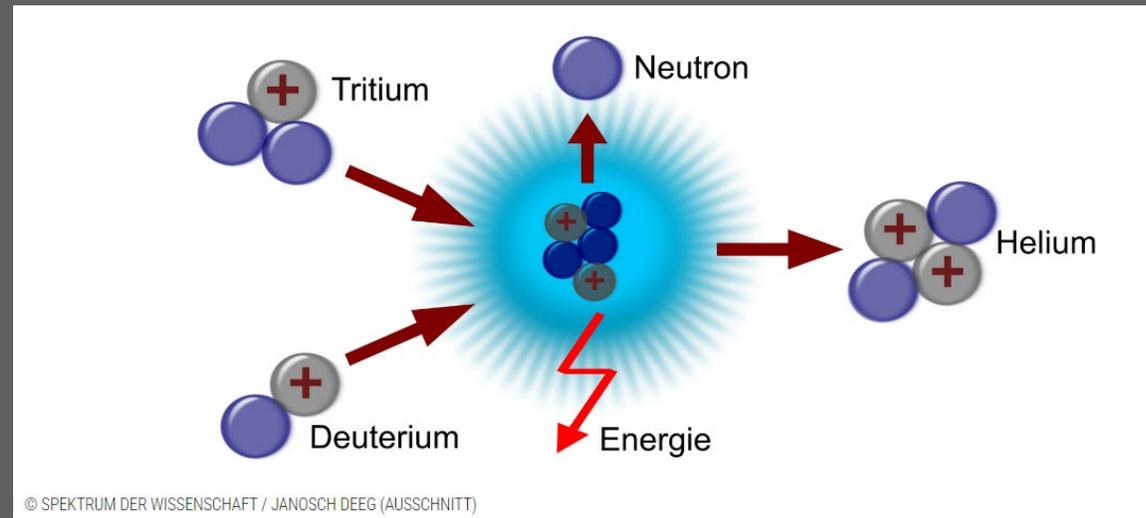
Entfernung ca. 21 Mio. LJ

Durchmesser ca. 100.000 LJ



Geburt von Sternen

- Die Gaswolken in den Gravitationssenken verdichten sich immer mehr.
- Die Protonen stoßen immer heftiger aneinander, es wird heißer.
- Ab etwa 10 Millionen Grad wird die elektromagnetische Kraft überwunden und die **100 x größere starke Wechselwirkung** kettet 2 Protonen aneinander → **Kernfusion**



- Die frei werdende Energie wirkt der Kontraktion durch die Gravitation entgegen. **Ein Stern ist geboren.**

Das Leben von Sternen



- Der Stern lebt von der Fusionsreaktion in seinem Kern.
- Im ersten Stadium dieser Reaktion, dem **Wasserstoffbrennen**, wird eben Wasserstoff zu Helium verbrannt.
- Das Wasserstoffbrennen ist dabei die effizienteste Art Energie zu gewinnen, es wird also mit relativ wenig Materialeinsatz maximale Energie freigesetzt.
- Es sind quasi **die Jugendjahre des Sterns**, er ist in seinem besten Alter. Wir sprechen auch von einem sogenannten **Hauptreihenstern**.
- Wie lange dieser Zustand andauert, hängt davon ab wie sorgsam der Stern mit seinem Wasserstoffvorrat umgeht und das hängt wieder ausschließlich von der Ausgangsmasse ab.

Das Leben von Sternen



- Die Sternmasse wird gerne in Vielfachen oder Teilen der Masse unserer Sonne angegeben.

- < $0,08 M_{\odot}$ → brauner Zwerg
- < $0,5 M_{\odot}$ → roter Zwerg
- < $8 M_{\odot}$ → mittelgroße Sterne
- < $25 M_{\odot}$ → massereiche Sterne
- > $25 M_{\odot}$ → sehr massereiche Sterne

Unsere Sonne:

Masse: $2 \times 10^{30} \text{ kg} = 1 M_{\odot}$

Durchmesser: 1,4 Mio. km

Dichte: $1,4 \text{ kg/dm}^3$

Die massereichsten Sterne haben 100 bis 200 Sonnenmassen

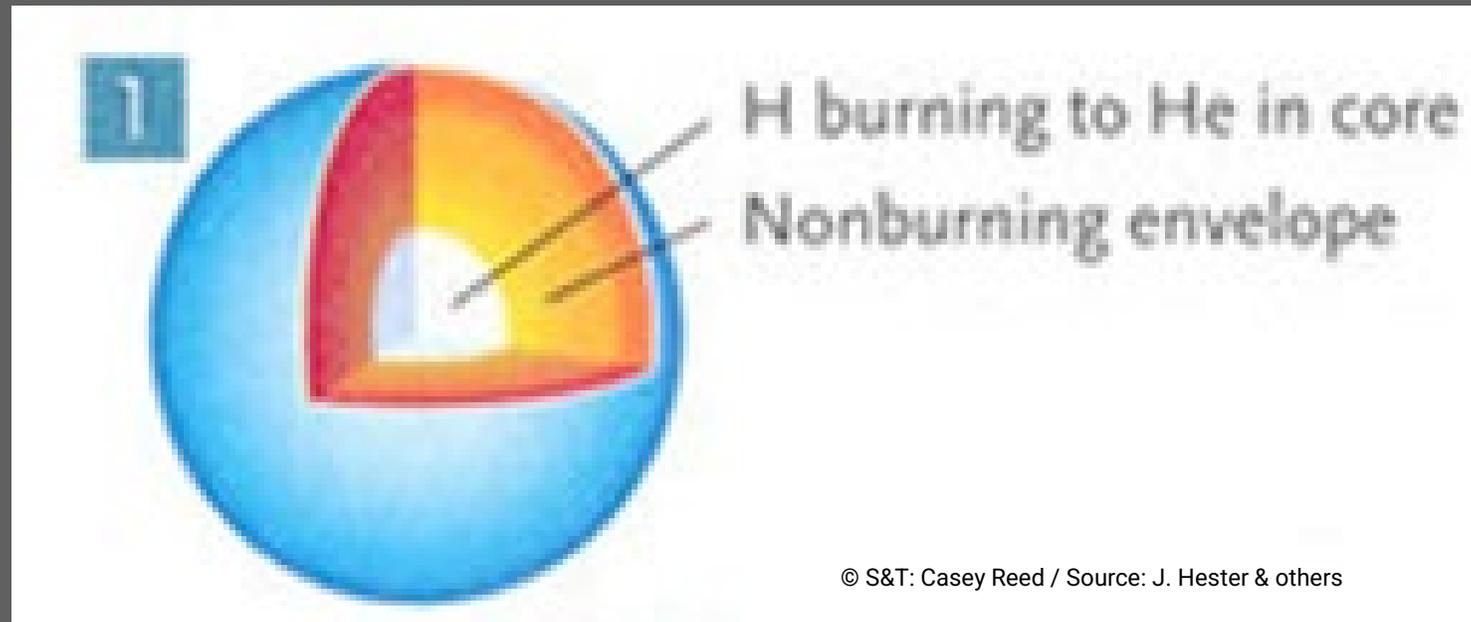
Die Brennphasen

Braune Zwerge:

- Erreichen nicht die Zündtemperatur für das Wasserstoffbrennen „**failed star**“.

Rote Zwerge:

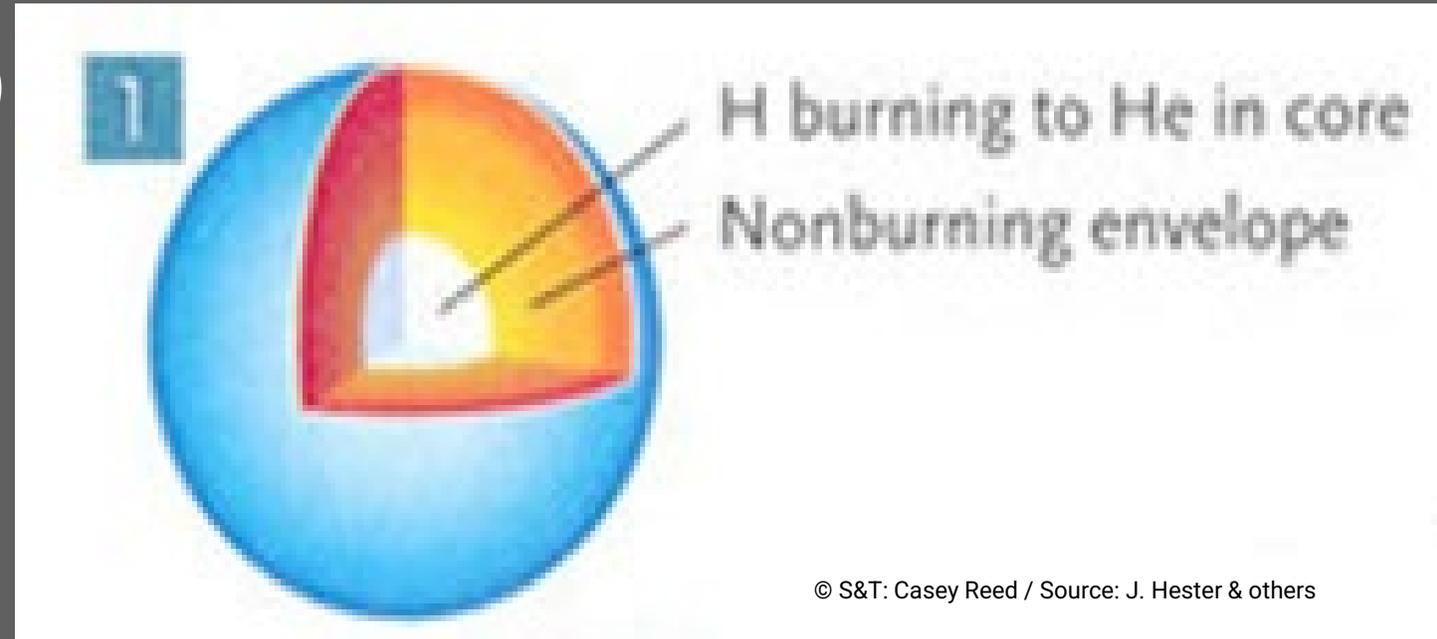
- „**Effizienzweltmeister**“, voll konvektiv, der gesamte Wasserstoff wird verbrannt.
- können vermutlich **100 Mrd. Jahre** alt werden



Das Schalenbrennen

Sterne mittlerer Masse (Sonnenähnliche Sterne)

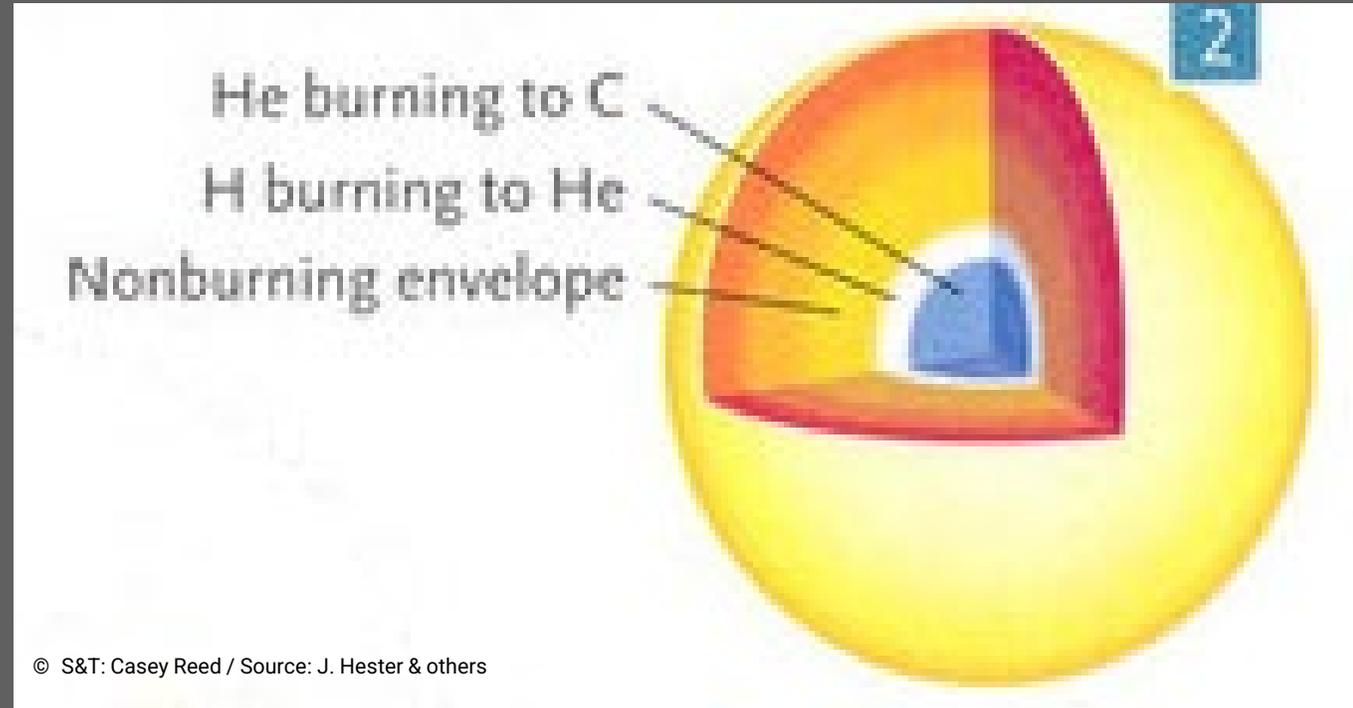
- Verbrennen ihren Wasserstoffvorrat schneller
- sind heißer und strahlen Gelb
- **weniger Konvektion** zwischen Schale und Kern
- Wasserstoffbrennen kommt nach **einigen Milliarden bis einigen 10 Mrd. Jahren** zum Erliegen.
- Kern kontrahiert wieder und wird immer heißer





Das Schalenbrennen

- Bei 100 Millionen Grad zündet das **Heliumbrennen**
- Der Stern stabilisiert sich erneut.
- Äußere Hülle bläht sich bis zum **200-fachen Durchmesser** auf
- Die Hülle kühlt ab, leuchtet rot, der Stern wird zum **Roten Riesen**
- Nach einigen 100 Mio. Jahren erlischt auch das Heliumbrennen.





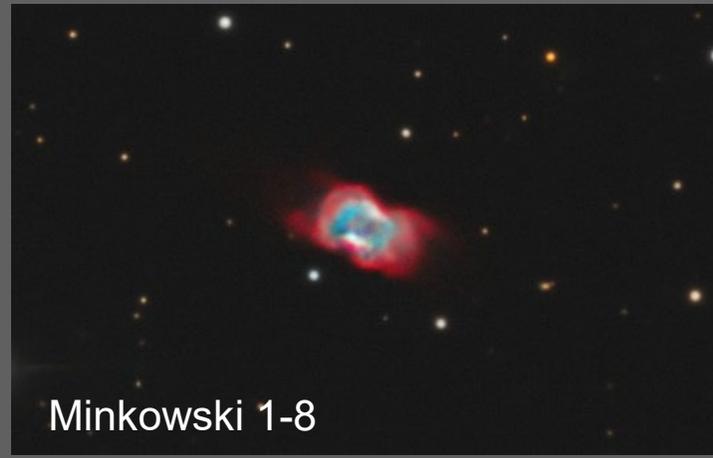
Planetarische Nebel

- Der Gravitation wirkt nur mehr der „Entartungsdruck“ der Elektronen entgegen
- Sternkern stürzt auf eine Kugel von in etwa Erdgröße zusammen.
- Ein **weißer Zwerg** ist entstanden.
- Sehr heiß (100.000°), sehr dicht (ein Teelöffel = 1 Tonne)
- Die äußere Hülle dehnt sich immer mehr aus → **Planetarischer Nebel**

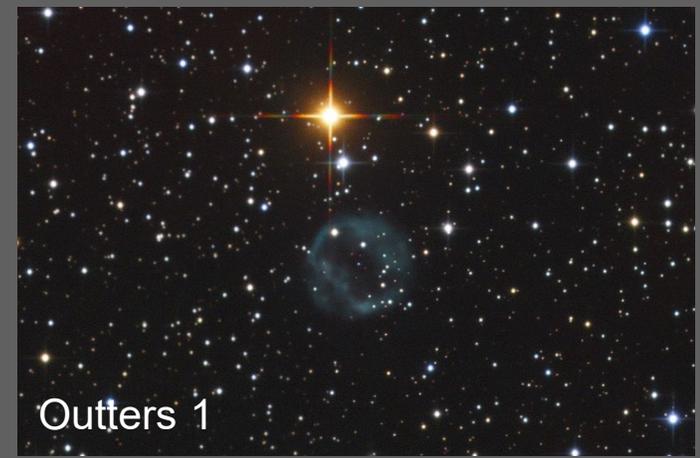




Sharpless 2-188



Minkowski 1-8



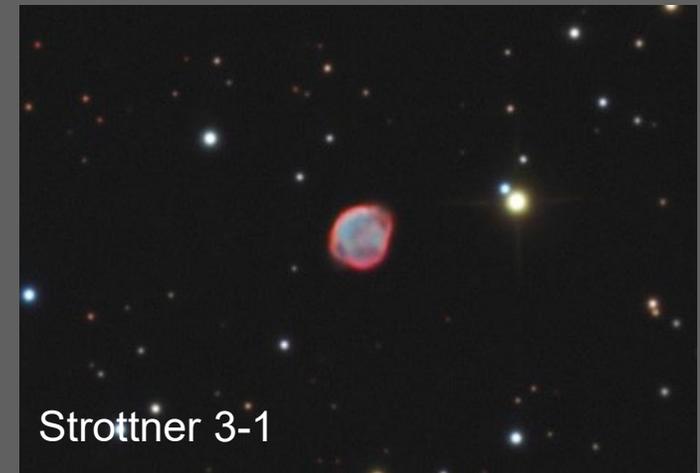
Otters 1



Purgathofer 1



Purgathofer 2



Strottner 3-1



Weinberger 1-2

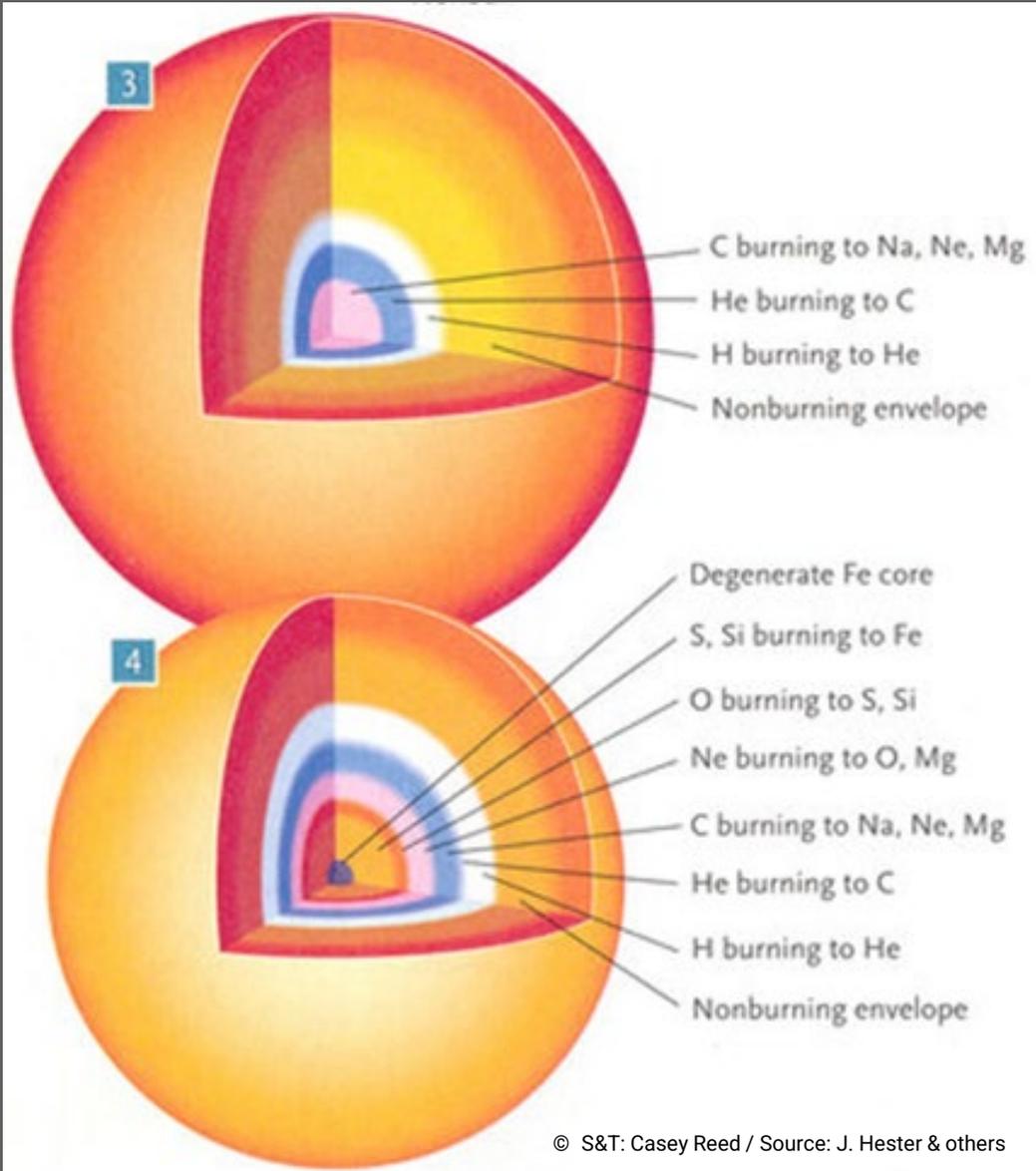


Weinberger 2-34



Hartl-Weinberger 8

Die „Schweren“ Jung's (1)



Ab etwa 8 Sonnenmassen:

- Kern kontrahiert nach Heliumbrennen weiter
- Bei 500 Mio. Grad → Kohlenstoffbrennen
- Hülle bläht sich immer weiter auf

→ **Roter Überriese**

Fusionszyklus	Brennstoff	Reaktionsprodukte	Brenntemperatur [K]
Deuterium und Lithiumbrennen	D, Li	He	ab $2,5 \cdot 10^6$
Wasserstoffbrennen	H	He	$1 \cdot 10^7$
Heliumbrennen	He	C, O	$1 \cdot 10^8$
Kohlenstoffbrennen	C	O, Ne, Na, Mg	$5 \cdot 10^8$
Neonbrennen	Ne	O, Mg	$1 \cdot 10^9$
Sauerstoffbrennen	O	Mg bis S	$2 \cdot 10^9$
Siliziumbrennen	Si	Fe, Ni	$3 \cdot 10^9$

Die „Schweren“ Jung's (2)



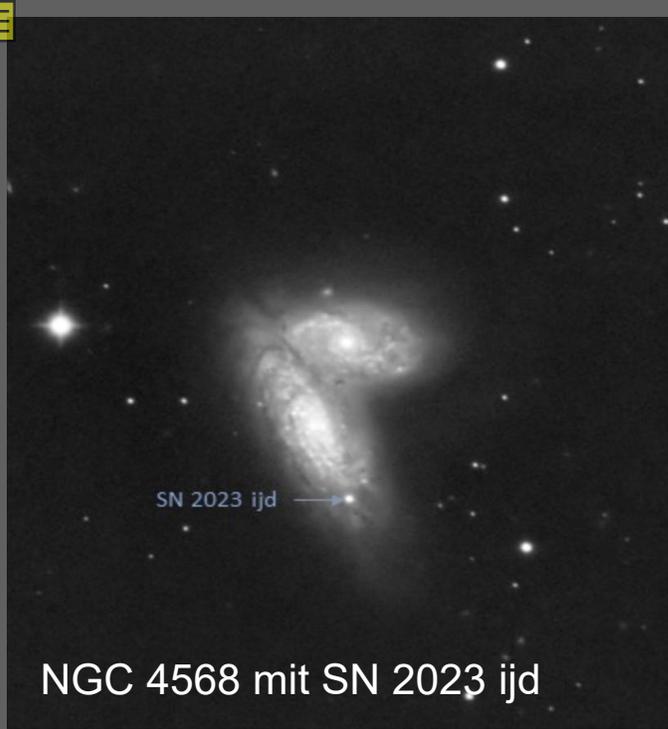
- Bei Eisen ist aber der Ofen aus (endothermer Prozess)
- elektromagnetischer Entartungsdruck der Elektronen kann der Gravitation nichts mehr entgegensetzen
- Die Elektronen werden in die Protonen hineingedrückt
→ es entstehen **Neutronen**
- Der Stern stürzt in einer **Supernova** auf eine Kugel mit 10 km - 30 km Durchmesser und einer unvorstellbaren Dichte zusammen.
- Ein **Neutronenstern** ist entstanden.
- Ein Teelöffel = **mehrere Milliarden Tonnen!**
- Drehimpulserhaltung → mehrere U/sec → **Pulsar**

Die „Schweren“ Jung's (3)



Es geht noch extremer:

- Sterne mit **Ausgangsmasse >25 Sonnenmassen** nach Erlöschen des Siliziumbrennens hält selbst der quantenphysikalische Entartungsdruck der Neutronen der Gravitation nicht mehr stand.
- Der Stern kollabiert in einer Supernova zu einem **Gebilde aus extrem gekrümmter Raumzeit und ultrastarker Gravitation** mit Ereignishorizont
- Nichts, nicht einmal das Licht kann aus der Region innerhalb des Ereignishorizonts mehr entweichen.
- **Ein Schwarzes Loch ist entstanden.**



NGC 4568 mit SN 2023 ijd



Messier 101 mit SN 2023 ixf

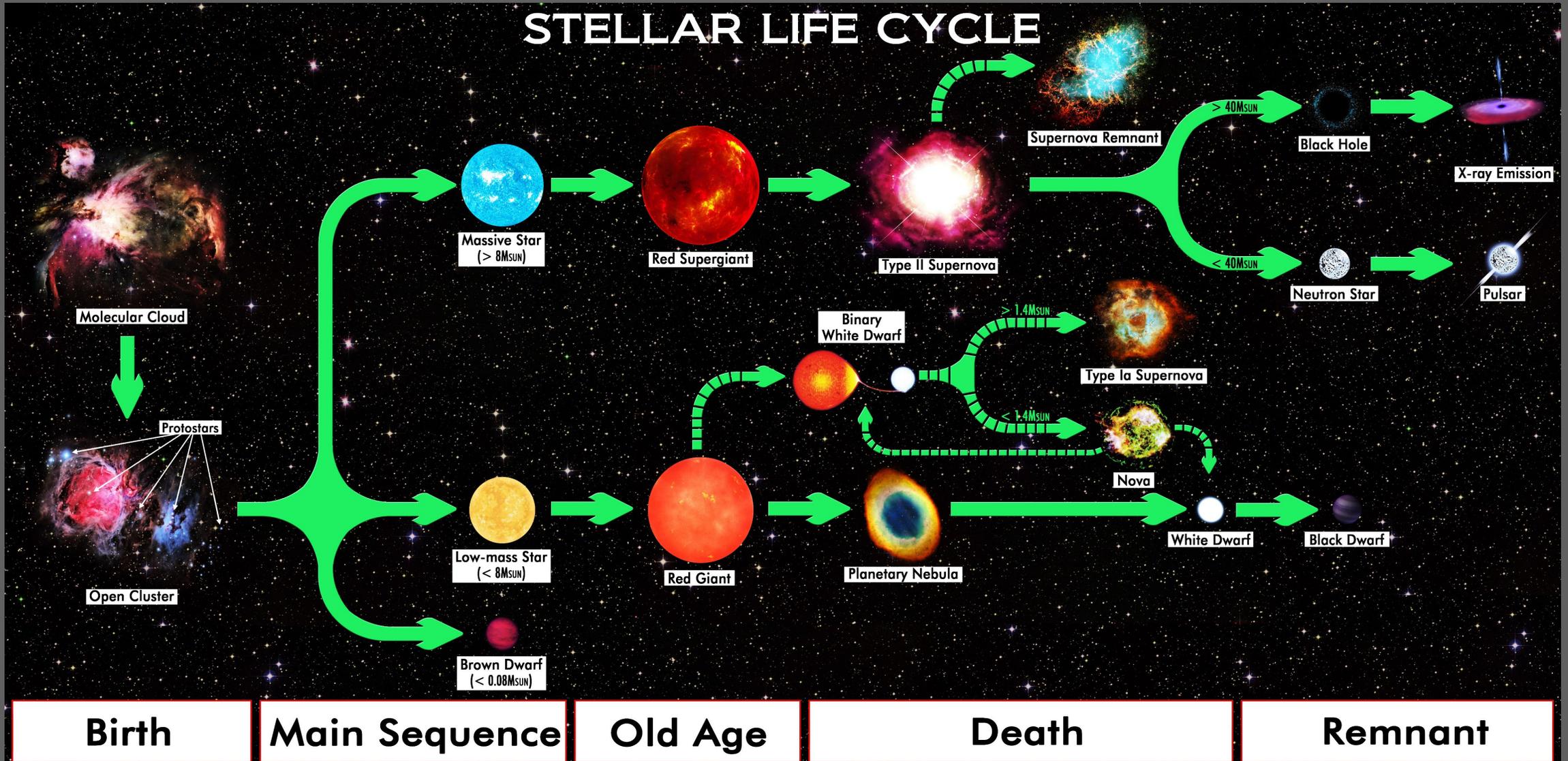


At 1500 light years distant, Nova Persei 1901 (GK Persei) was the second closest nova yet recorded. At the very center is a white dwarf star, the surviving core of a former Sun-like star. It is surrounded by the circular Firework nebula, gas that was ejected by a thermonuclear explosion on the white dwarf's surface -- a nova -- as recorded in 1901

2024 04 30
Astronomy Picture of the Day
GK Persei

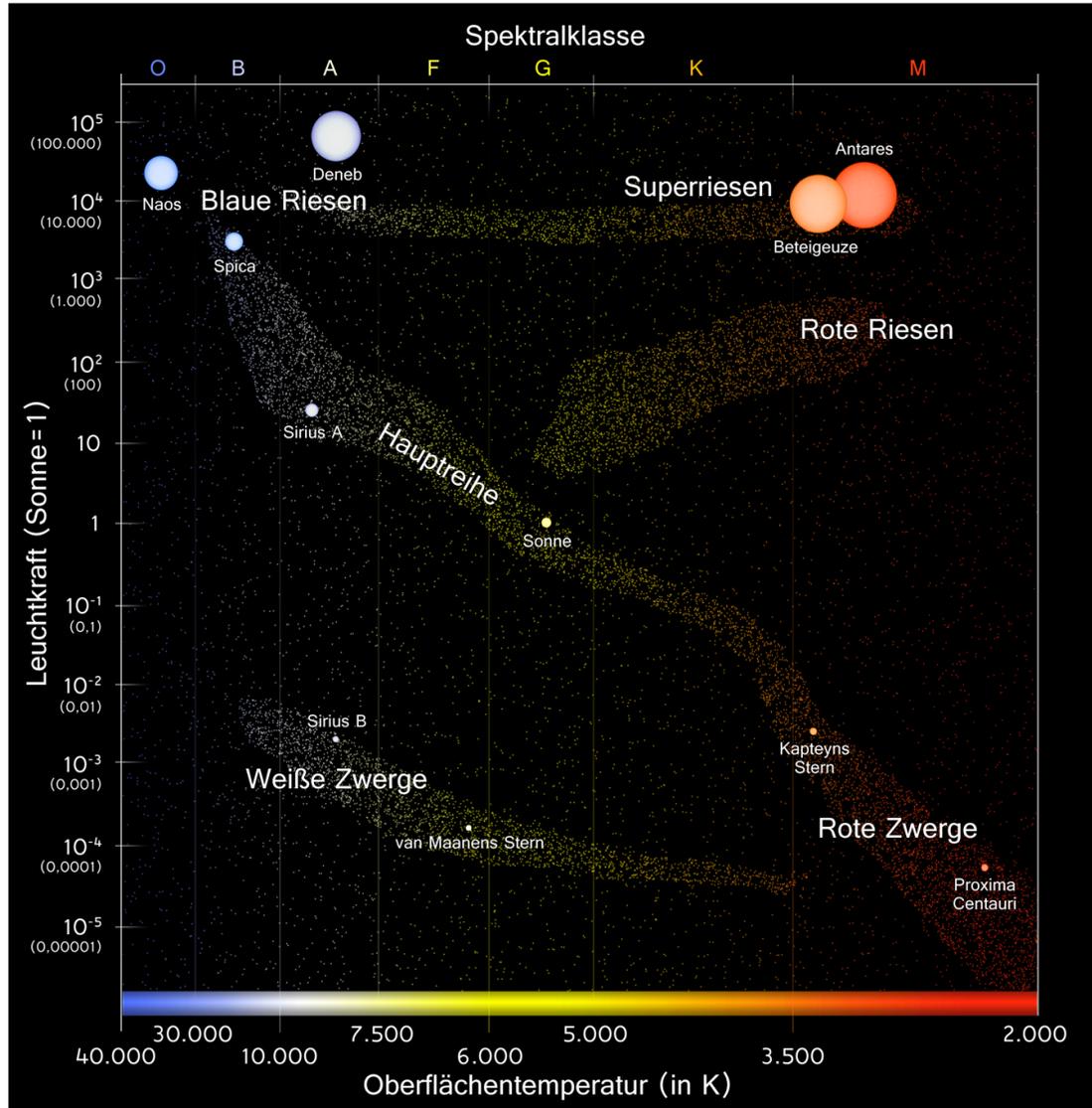


Das ganze Referat in einer Grafik

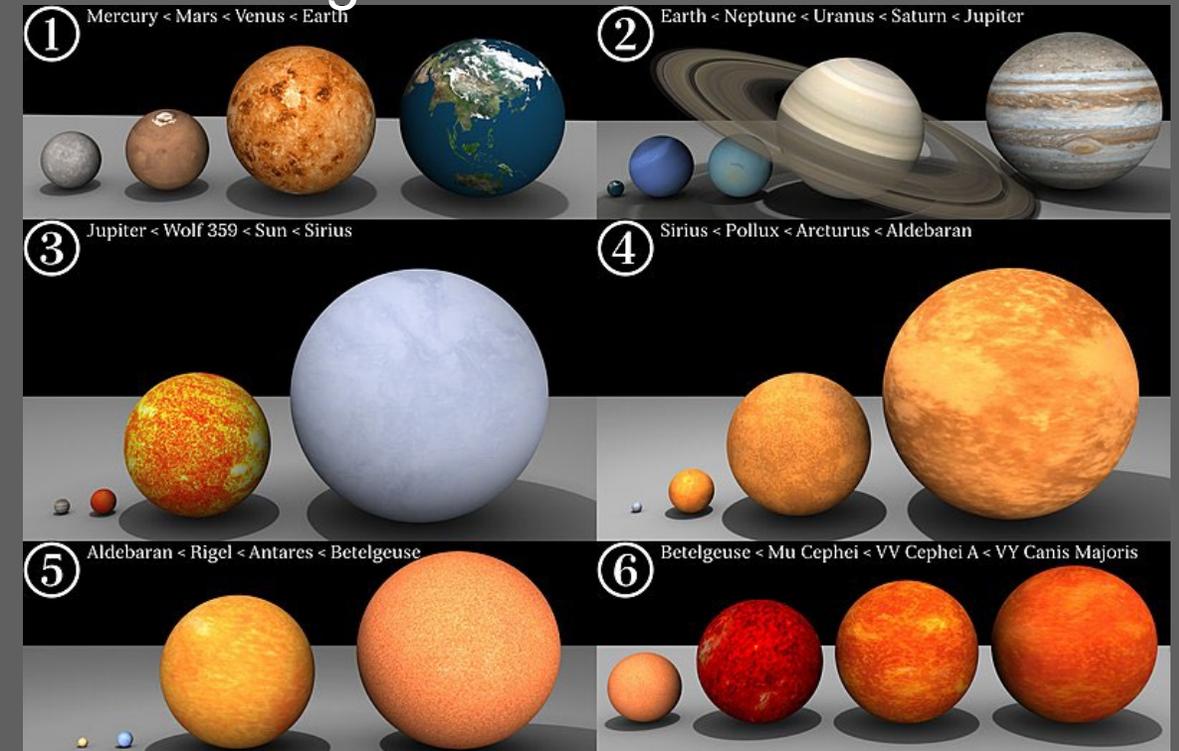


Zum Abschluss

Das Hertzsprung-Russell-Diagramm



Größenvergleich der Sterne



<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Star-sizes.jpg>

Buchquellen:

Ronald Weinberger: Die Astronomie und der liebe Gott, 2022

Michael Büker: Die Nadel im Galaxienhaufen, 2020

Mathias Scholz: Die Physik der Sterne, 2018

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Clear Skies

Sternwarte Brentenriegel



sternwarte@brentenriegel.at

www.brentenriegel.at

Ansprechpartner: **Wolfgang Mandl**, mandlw@aon.at