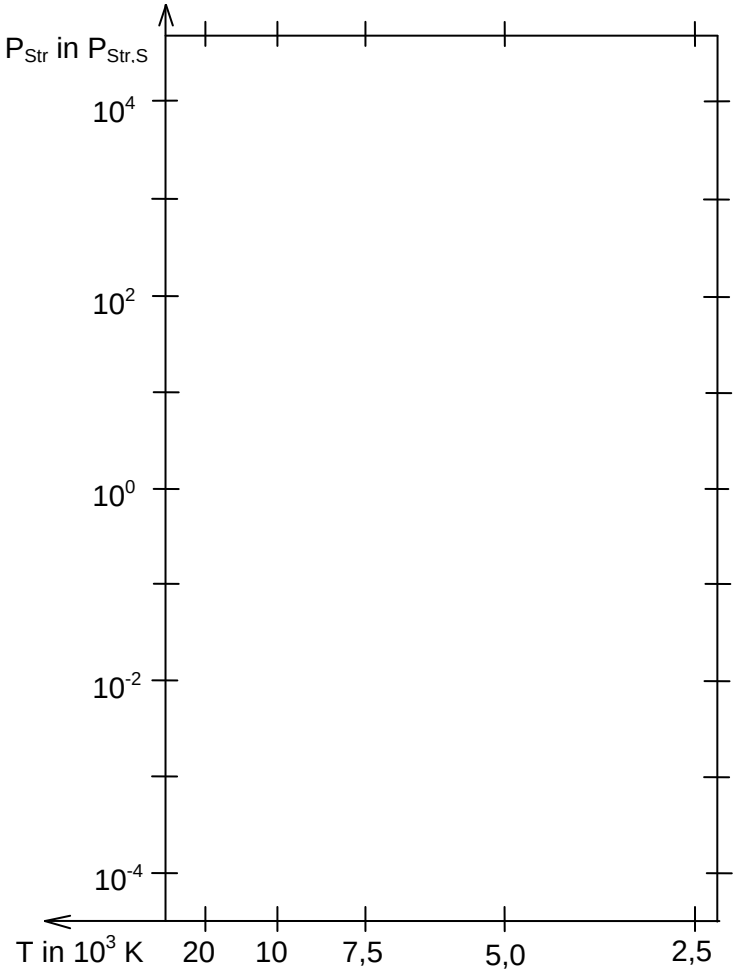
Das Hertzsprung-Russel-Diagramm

Hat man aus dem Spektrum eines Sterns seine Leuchtkraft (= Strahlungsleistung P_{Str}) und seine Oberflächentemperatur T ermittelt, kann man ihm eindeutig einen Punkt im HRD zuordnen. Durch diese mathematische Auswertung der Beobachtungsergebnisse werden Sie erkennen, dass es verschiedene Grundtypen von Sternen gibt.

1. Tragen Sie die Sterne 1 bis 8 in das Diagramm ein! An die ungewöhnlichen Achsen dieses Koordinatensystems werden Sie sich rasch gewöhnen.

Nr.	P_{Str} in $P_{Str,S}$	T in K
1	10^{-3}	3000
2	10^{-1}	4000
3	10^{0}	5800
4	10^{1}	7500
5	10^{2}	10000
6	10^{3}	20000
7	10^{4}	5800
8	10^{-4}	5800

$P_{Str,S}$ … Strahlungsleistung der Sonne



2. Die meisten Sterne gehorchen einem bestimmten Zusammenhang zwischen Leuchtkraft und Oberflächentemperatur. Beschreiben Sie diesen in Worten!

   ……..

   ……..

3. Stern 7 fällt aus dem Rahmen. Warum mag er die 10000-fache Sonnenleuchtkraft besitzen, ohne heißer zu sein? ……..

   ……..

4. Äußern Sie sich zu Stern 8! ...……

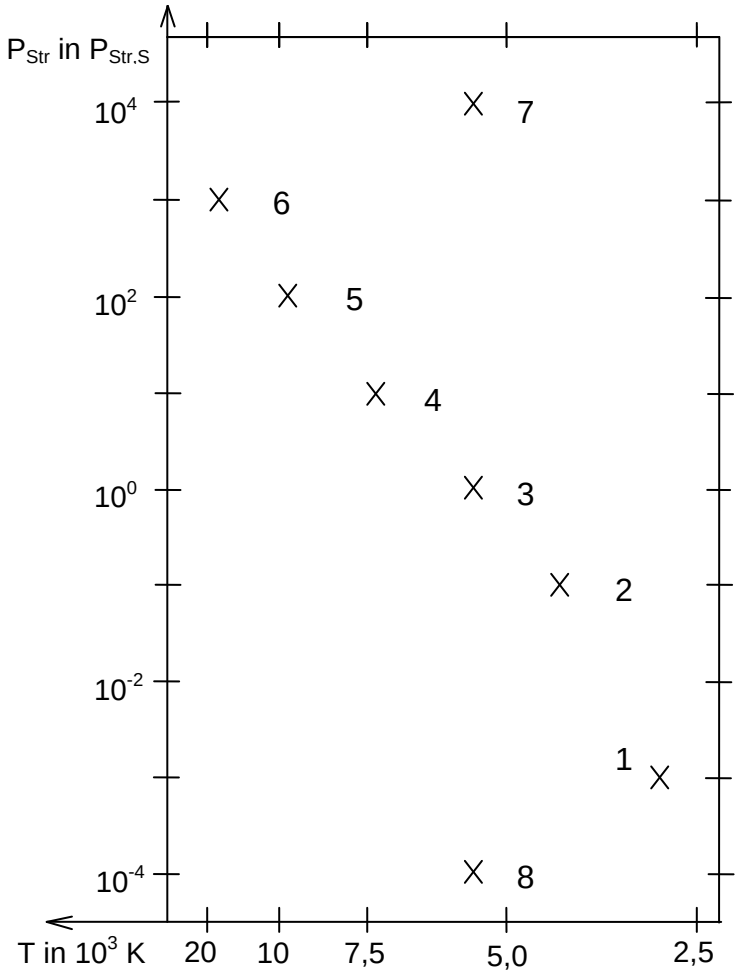
   ……..

5. Teile Sie die acht Sterne (auf der Rückseite dieses Blattes) in drei Typen ein und beschreiben Sie diese. Schlagen Sie für jeden Sterntyp einen Namen vor!

Lutz Clausnitzer 1985, aktualisiert 2013

Lösungen:

1.



2. Je höher die Oberflächentemperatur eines Sterns, desto größer ist auch seine Leuchtkraft. Anders formuliert: Ein Stern strahlt umso stärker, je heißer er ist.

3. Stern 7 besitzt die 10000-fache Leuchtkraft der Sonne, weil er den 10000-fachen Oberflächeninhalt bzw. den 100-fachen Radius hat.
(Weil Sterne ungefähr die gleiche chemische Zusammensetzung haben, ist deren Leuchtkraft bei gleicher Temperatur nur von ihrem Oberflächeninhalt abhängig.)

4. Stern 8 besitzt nur den 10000sten Teil der Sonnenleuchtkraft, weil er nur den 10000sten Teil ihres Oberflächeninhaltes bzw. den 100sten Teil ihres Radius‘ hat.

5. Die Sterne 1 bis 6 verhalten sich „erwartungsgemäß“. Sie strahlen umso stärker, je heißer sie sind. Im HRD liegen sie in einem von rechts unten nach links oben führenden Band. Weil das für die meisten Sterne zutrifft, heißt dieses Band Hauptreihe. Die darin liegenden Sterne heißen Hauptreihensterne.
Sterne der Art des Sterns 7 liegen oberhalb der Hauptreihe und sind sehr groß. Man nennt sie Riesensterne.
Sterne wie Stern 8 sind sehr klein. Sie heißen Weiße Zwerge.

Hinweise für Lehrkräfte:

Dieses Arbeitsblatt kann nach der Erarbeitung der Zustandsgrößen der Sterne – Radius, Masse, Oberflächentemperatur und Strahlungsleistung – eingesetzt werden.

Ursprünglich (historisch) wurden im HRD die Spektralklassen als Abszisse und die absolute Helligkeit als Ordinate verwendet. Auf diese Begriffe kann man jedoch im Unterricht gänzlich verzichten. Die dazu äquivalenten Begriffen Oberflächentemperatur und Strahlungsleistung knüpfen viel besser an Vorleistungen aus dem Physikunterricht an, wodurch die Schüler das HRD leichter und rascher erschließen.

Mit der Zusatzaufgabe ZA 2 kann man zur Sternentwicklung überleiten.

Zusatzaufgaben:

ZA 1: Weiße Zwerge haben ganz unterschiedliche Oberflächentemperaturen und sind daher bei weitem nicht alle weiß. Es gibt auch orangene, rote und hauptsächlich im Infraroten (Wärmestrahlung) strahlende. Wie könnte der Begriff „Weißer Zwerg“ historisch entstanden sein?

ZA 2: Im HRD sind die Diagrammpunkte der Sterne nicht gleichmäßig verteilt, sondern bilden drei Häufungsgebiete, in denen sich Sterne gleichen Typs vereinen. Erarbeiten Sie eine Vermutung, warum wir in der Natur drei verschiedene Grundtypen von Sternen finden?

Lösung zu ZA 1: Zwergsterne haben wegen ihres kleinen Oberflächeninhaltes durchweg eine sehr geringe Leuchtkraft. Sie sind nur mit Fernrohren zu sehen. Als man die ersten Vertreter dieses Sterntyps beobachtete, waren es zunächst nur die hellsten, d.h. die mit der höchsten Oberflächentemperatur, also bläulich-weiße oder weiße. Rote Zwergsterne haben nur einen Bruchteil dieser Leuchtkraft , weshalb man erst später auf sie aufmerksam wurde.

Lösung zu ZA 2: Die drei Grundtypen erweisen sich als drei Entwicklungsstadien der Sterne. Ein soeben entstandener Stern ist stets ein Hauptreihenstern und entwickelt sich später zu einem Riesenstern. Sterne mit nicht allzu großer Masse werden anschließend zu einem Weißen Zwerg.