

## Was ist eine Hypernova<sup>[1]</sup>?

Also heute geht es um etwas... also...

Eine Supernova<sup>[2]</sup> ist ja schon heftig, und eigentlich nicht mehr zu toppen, aber dann doch. Es gibt eine spezielle Art der Supernova<sup>[2]</sup>, die ist noch eine Spur heftiger.

Man stelle sich vor, was wohl der Auslöser sein muss, wenn in ein paar Sekunden die selbe

Lichtmenge<sup>[3][4]</sup> abgegeben wird, wie sie unsere Sonne<sup>[5][6]</sup> in 10 Milliarden Jahren abstrahlt.

Dann muss das schon was sein!

Mein lieber Scholli..... mmm

Und das nicht irgendwo im Lichtspektrum<sup>[7]</sup>, (nee nee) sondern auch noch im hoch-

energetischen.... im höchst-energetischen Spektrum<sup>[7]</sup>.

In der Gammastrahlung<sup>[8]</sup>. In der ultraharten Gammastrahlung<sup>[8]</sup>, da wo die Strahlung<sup>[11]</sup> härter nicht sein kann. Da wo sie sich beinahe schon Teilchen<sup>[9]</sup> und Antiteilchen<sup>[10]</sup> Paare verwandelt.

Das ist ein sogenannter Gamma-Ray-Burst<sup>[12]</sup>.

Ein Ausbruch von wenigen Sekunden, dann ist die Sache schon vorbei, und dann Tage, oft auch erst Monate später kommt das Nachglühen<sup>[12]</sup>, das Afterglow.

Und als Astronom<sup>[13]</sup>, als Lichtarchäologe, kann man nun herausfinden, dass diese Objekte<sup>[14]</sup> sehr weit von uns entfernt sind. Also aus kosmologischen Distanzen

kommen, als das Universum vielleicht 1 – 1,5 Milliarde Jahre alt war.

Gamma-Ray-Bursts<sup>[12]</sup> sind das energetischste<sup>[15]</sup> was das Universum<sup>[16]</sup> zu bieten hat.

Und der Ursprung dieser Gamma-Ray-Bursts<sup>[12]</sup> benutzt den Begriff „Hypernova“<sup>[1]</sup>.

Und darum soll es heute gehen: „Was ist eine Hypernova<sup>[1]</sup>?“

Also....

Es gibt eine Nova<sup>[17]</sup>. Aus dem lateinischen „Stella Nova“, leitet sich „neuer Stern“ ab. Es gibt eine Supernova<sup>[2]</sup>, und

nicht nur eine, es gibt viele Supernovae<sup>[2]</sup> (Plural ist nicht Novas, sondern Novae). Das sind Sterne<sup>[18]</sup> die am Ende ihres Lebens explodieren und je nach Masse zu einem Neutronenstern<sup>[19]</sup> oder zu einem Schwarzen Loch<sup>[20]</sup> werden.

Und der nächste Schritt ist eine Hypernova<sup>[1]</sup>. Eine Super-Duper-Nova könnte man auch sagen.

Also ein Stern<sup>[18]</sup>, der noch stärker in seinem Energieausstoß<sup>[21]</sup> ist, als eine Supernova<sup>[2]</sup>.

Wenn ein massereicher Stern<sup>[18]</sup> sein Leben beendet, dann entsteht im Inneren des

Sterns<sup>[18]</sup>, je nach Masse<sup>[22]</sup>, entweder ein Neutronenstern<sup>[19]</sup>, das heißt, hier bleibt eine stabile materielle Grenze übrig, nämlich die Oberfläche des Neutronensterns<sup>[19]</sup>, wenn aber dieser Kern 3 Sonnenmassen<sup>[23]</sup> überschreitet, dann wird er zum Schwarzen Loch<sup>[20]</sup>.

Das Schwarze Loch<sup>[20]</sup> hat nun nicht mehr wirklich eine scharf zu definierende Grenze mehr, sondern bietet uns nur noch den Horizont an. Den Ereignishorizont<sup>[24]</sup>.

Dem Point of no Return.

Alles was hinter dem Ereignishorizont<sup>[24]</sup> kommt erleidet irgendein Schicksal<sup>[25]</sup>, welches

Schicksal<sup>[25]</sup> wissen wir nicht, weil keine Informationen<sup>[26]</sup> mehr aus dem Schwarzen Loch<sup>[20]</sup> herauskommen. Nichts geht mehr.

Bei einem Neutronenstern<sup>[19]</sup> hat man es ja noch mit einer Kugel zu tun, die sich dreht. Da können Teile aus der Oberfläche herausgerissen werden. Häufig haben Neutronensterne<sup>[19]</sup> sehr sehr starke Magnetfelder<sup>[27]</sup>, sodass die Teilchen<sup>[9]</sup> entlang der Magnetfeldlinien<sup>[34]</sup> ins Universum<sup>[16]</sup> entweichen und dabei Strahlung<sup>[11]</sup> abgeben. Auf diese Art und Weise entstehen Pulsare<sup>[28]</sup>.

Das ist soweit noch klar. Aber was passiert wenn der Kern eines massereichen Sterns<sup>[18]</sup>

zum Schwarzen Loch<sup>[20]</sup> wird?  
Was ist denn da innerhalb des Sterns<sup>[18]</sup> los?

Bei einer normalen Supernova<sup>[2]</sup> ist der Fall viel klarer. Die Hüllen des Sterns<sup>[18]</sup> fallen auf diese klar definierte materielle Grenze des Neutronensterns<sup>[19]</sup> im Inneren, das gibt's ne riesen Explosion... also ...

BOOM >> Supernova<sup>[2]</sup> Alles klar!!

Das kann man sich noch gut Vorstellen.

Damit im Kern eines Sterns<sup>[18]</sup> ein Schwarzes Loch<sup>[20]</sup> entsteht ist Massereichtum<sup>[22]</sup> erst einmal Voraussetzung. Vor allem Massereichtum<sup>[22]</sup> im Kern

selbst. Der Kern muss schwerer sein als 3 Sonnenmassen<sup>[23]</sup>, erst dann gibt es nichts mehr, was den weiteren Kollaps des Kerns hemmt. Dann gibt es keine quantenmechanischen<sup>[29]</sup> Regularien<sup>[33]</sup> mehr, die die Protonen<sup>[30]</sup>, Elektronen<sup>[31]</sup> und Neutronen<sup>[32]</sup> davon abhalten gegenseitig in sich einzudringen und zum Schwarzen Loch<sup>[20]</sup> zu werden.

Wenn also die Hypothese<sup>[35]</sup> der Hypernova<sup>[1]</sup> stimmt, müssen wir davon ausgehen, das wir es mit einem irrsinnig massereichen<sup>[22]</sup> Stern<sup>[18]</sup> zu tun haben.

Nun verbrauchen massereiche<sup>[22]</sup> Sterne<sup>[18]</sup> ja ihren Kernbrennstoff in relativ kurzer

Zeit, wegen dem hohen gravitatorischen<sup>[36]</sup> Druck<sup>[37]</sup> im Inneren. Der wird also nur wenige Millionen Jahre leben und seinen Brennstoff in „kurzer“ Zeit verbrauchen.

Und dann ist er irgendwann durch alle Fusionsstufen<sup>[38]</sup> durch und beim Eisen<sup>[39]</sup> angekommen. Wir unterhielten uns ja schon mehrfach drüber.

Also im Inneren bilden diese Sterne dann nicht nur einen solchen supermassiven Kern, sondern, sie weisen auch an ihrer Oberfläche eine enorme Aktivität auf.

Massereiche<sup>[22]</sup> Sterne<sup>[18]</sup> sind heiß, und das bedeutet, sie treiben Strahlungswinde<sup>[40]</sup>

raus. Also nicht nur die Strahlung<sup>[11]</sup> selbst ist es, die sich vom Stern<sup>[18]</sup> weg bewegt, sondern auch das Hüllenmaterial<sup>[43]</sup> entfernt sich mit sehr hohen Geschwindigkeiten vom Stern<sup>[18]</sup>.

Man hat es also mit einem riesen Stern<sup>[18]</sup> zu tun, in dem sich im inneren noch irgendwelche Fusionsprozesse<sup>[41]</sup> abspielen und durch den hohen Strahlungsdruck<sup>[42]</sup>, die Hüllen bereits davon getrieben werden.

Und dann bricht im Inneren der Fusionsprozess<sup>[41]</sup> zusammen und es bildet sich ein Schwarzes Loch<sup>[20]</sup>. Und das dreht sich, weil sich alles im Universum<sup>[16]</sup> dreht und der

Drehimpuls<sup>[44]</sup> eine Erhaltungsgröße<sup>[45]</sup> ist. So und nun zieht sich ja das Schwarze Loch innen zusammen und was passiert dann? Na?

Richtig, die Sache mit dem Eiskunstläufer. Die Pirouette.

Sind die Arme abgespreizt dreht sich der Eiskunstläufer langsamer.

Zieht er die Arme an, wird er schneller.

Genau das gleiche passiert im Kern des Sterns<sup>[18]</sup>. Der wird immer kleiner, zieht die Arme quasi an, und dreht sich deshalb immer schneller.

Aber aufgemerkt!! Wir sind

immer noch im Kern des Sterns<sup>[18]</sup>, also ganz tief drin, innerhalb des Sterns<sup>[18]</sup>.

Nun beginnt das Schwarze Loch<sup>[20]</sup> innerhalb des Sterns<sup>[18]</sup> damit, das umliegende Material<sup>[43]</sup> in einer Scheibe zu akkretieren<sup>[47]</sup>, zu formen und zusammenzuziehen.

Das Schwarze Loch<sup>[20]</sup> verändert die Struktur des Kerns ganz gewaltig.

Nun ist es nicht nur so, dass da Gasbewegungen im Inneren des Sterns<sup>[18]</sup> stattfinden, die vorher nicht vorhanden waren, da passiert noch mehr.

Ein massereicher<sup>[22]</sup> Stern<sup>[18]</sup> hat im Allgemeinen auch Ma-

gnetfelder<sup>[48]</sup>.

Diese Magnetfelder<sup>[48]</sup> werden ebenfalls in die Mitte des sterbenden Stern<sup>[18]</sup> hineingezogen.

Das heißt, innerhalb des Sterns<sup>[18]</sup> entsteht eine magnetisierte<sup>[48]</sup> Gasscheibe und in der Mitte sitzt das Schwarze Loch<sup>[20]</sup> und zieht immer mehr Material<sup>[43]</sup> an.

Und was nun passiert ist entscheiden für den Unterschied von einer Hypernova<sup>[1]</sup> zu einer Supernova<sup>[2]</sup>.

Bei der Hypernova<sup>[1]</sup> wird durch die Ansammlung, der Akkretion<sup>[49]</sup>, und der daraus resultierenden Rotation<sup>[50]</sup> des

Schwarzen Lochs<sup>[20]</sup> ein unglaubliches Magnetfeld<sup>[48]</sup> aufgebaut. Es wird zusammen gewirbelt. Immer und immer stärker gedreht.

Dieses Drehen des Magnetfelds<sup>[48]</sup>, ist wie das Spannen einer Feder.

Dieses Magnetfeld<sup>[48]</sup> ist quasi in der Mitte des Stern<sup>[18]</sup> in einer Scheibe zusammen gepresst.

Und sobald dieses Magnetfeld<sup>[48]</sup> einen kritischen Wert überschreitet, springt das Magnetfeld<sup>[48]</sup> auf.

Die elektromagnetisch abgestrahlte<sup>[51]</sup> Energie muss  $10^{45[1]}$  Joule<sup>[52]</sup> überschreiten, dann

spricht man von einer Hypernova<sup>[1]</sup>.

Darunter ist es eine Supernova<sup>[2]</sup>.

Diese Energiemenge<sup>[53]</sup> ist so gewaltig, das ein Großteil des Materials<sup>[43]</sup> durch die Magnetfelder<sup>[48]</sup> mitgezogen wird und mit großer Geschwindigkeit, bis zur Lichtgeschwindigkeit<sup>[55]</sup> ran, nach oben und unten raus geschossen werden.

Puuhh... Bist du noch da?

Ist ein Hammer! Oder?

Noch einmal...

Im Kern bildet sich ein Schwarzes Loch<sup>[20]</sup>. Dieses

Schwarze Loch<sup>[20]</sup> REISST Material<sup>[43]</sup> an sich heran, es bildet sich eine Scheibe aus.

Ja? Innerhalb des Sterns<sup>[18][1]</sup>, in dieser Scheibe<sup>[47]</sup>, kommt es wegen der starken Magnetfelder<sup>[48]</sup> zu Verwirbelungen, abgesehen von der Tatsache, das nach einer Supernova<sup>[2]</sup> ein Neutronenstern<sup>[19]</sup> entsteht und nicht wie hier ein Schwarzes Loch<sup>[20]</sup>, sondern das außerdem diese Jets<sup>[56]</sup> auftauchen, die entlang der Rotationsachse<sup>[57]</sup> aus dem Stern<sup>[18]</sup> herauschießen.

Bruchteile von Sekunden brechen diese Jets<sup>[56]</sup> mit annähernd Lichtgeschwindigkeit<sup>[55]</sup> durch die äußeren Hüllen, die den Stern<sup>[18]</sup> ja immer noch

ausmachen. Die sind ja immer noch da.

Alles was wir bisher besprochen haben, spielt sich ja im Kern des Sterns ab.

Und nun stoßen diese Jets<sup>[56]</sup> durch die Hüllen durch, es ergeben sich Stoßwellen<sup>[58]</sup>, das Material<sup>[43]</sup> wird noch heißer, unglaubliche Mengen an Energie<sup>[53]</sup> wird nun freigesetzt in Form von Strahlung<sup>[11]</sup>, aber auch in Form von Teilchen<sup>[9]</sup>, und jetzt?

Ja jetzt geht's weiter....

Diese Jets<sup>[56]</sup>, die da herauschießen, die Treffen ja auf Material<sup>[43]</sup>. Und daraus entstehen Stoßwellen<sup>[58]</sup>.

Wir hatten ja eben schon mal gesagt, dass der Gravitationsdruck<sup>[36][59]</sup> bei großen Sternen<sup>[18]</sup> sehr hoch ist, aufgrund der großen Masse<sup>[22]</sup> die sie haben und dadurch die Fusionsprozesse<sup>[41]</sup> im Inneren sehr sehr schnell verlaufen.

Dieses geringe Alter des Sterns<sup>[18]</sup> hat zur Konsequenz<sup>[60]</sup>, das er sich aus der Gaswolke<sup>[61]</sup>, aus der er mal entstanden ist, noch nicht sehr weit weg bewegt hat.

Unsere Sonne<sup>[5]</sup> als Beispiel, mit einer Sonnenmasse, die wird 10 Milliarden Jahre alt, da wissen wir doch heute nicht mehr, aus welcher Gaswolke die vor 4,5 Milliarden Jahren mal entstanden ist. Der Drops

ist doch längst gelutscht.<sup>[62]</sup>

Aber viele Sterne<sup>[18]</sup>, die wir in der Milchstraße<sup>[63]</sup> beobachten, die haben 20 – 30 Sonnenmassen<sup>[23]</sup>, deren Lebenszeit ist nach einigen Millionen Jahren abgelaufen.

Die bleiben also ihr ganzes Leben in der Nähe der Gaswolke<sup>[61]</sup>, aus der sie entstanden sind.

Bei dieser Hypernova<sup>[1]</sup>, da muss es genau so sein. Das sind ja Sterne<sup>[18]</sup> die wie gesagt 20 – 30 , vielleicht sogar 50, Sonnenmassen<sup>[23]</sup> haben.

Also wenn nun diese Plasmaströme<sup>[64]</sup> aus der Hypernova<sup>[1]</sup> heraus kommen, treffen sie

unmittelbar auf die Gaswolke<sup>[61]</sup> des sterbenden Stern<sup>[18]</sup>.

Und da entsteht das Nachglühen<sup>[12]</sup>, die After Glows<sup>[12]</sup>.

Man sieht also die Gammastrahlung<sup>[8]</sup>, die Gamma-Ray-Burst<sup>[12]</sup>, am Anfang, das sind diese durchbrechenden Jets<sup>[56]</sup>, und dann kommt Tage, manchmal Monate, später das Nachglühen<sup>[12]</sup>.

So langsam wird aus der Gammastrahlung<sup>[8]</sup>, Röntgenstrahlung<sup>[65]</sup>, dann UV-Strahlung<sup>[66]</sup>, dann das optische Licht<sup>[67]</sup> und manchmal misst man sogar noch Radiostrahlung<sup>[68]</sup>, an der Stelle, wo der Gamma-Ray-Burst<sup>[12]</sup> zuerst entdeckt wurde.

Nun sind es diese Jets<sup>[56]</sup>, die aus dem Inneren des sterbenden Sterns kommen und die Gaswolke mit annähernd Lichtgeschwindigkeit<sup>[55]</sup> erreichen und daraus entstehen diese Linien, die man beim Nachglühen<sup>[12]</sup> beobachten kann.

Das ist das ganze Konzept<sup>[69]</sup> einer Hypernova<sup>[1]</sup> als Gamma-Ray-Burst<sup>[12]</sup>.

Es gibt andere Konzepte<sup>[69]</sup>, wie verschmelzende Neutronensterne<sup>[19]</sup> oder verschmelzende Schwarze Löcher<sup>[20]</sup>, die ebenfalls für die Ursache von Gamma-Ray-Bursts<sup>[12]</sup> hergenommen werden.

Aber man muss folgendes Sagen:

Die große Anzahl von Gamma-Ray-Bursts<sup>[12]</sup> am Himmel<sup>[70][16]</sup> und vor allen Dingen deren isotrope<sup>[71]</sup> Verteilung; nicht nur das man sie in den Galaxien<sup>[72]</sup> beobachtet sondern sie gleichmäßig über den ganzen Himmel<sup>[70][16]</sup> verteilt sieht, sagt uns, das es sich um etwas handeln muss, was in allen Galaxien<sup>[72]</sup> und dazwischen dauernd passiert, bzw. bisher passiert ist.

Heutzutage *Gott sei Dank* nicht mehr, weil die Entstehung von derart massereichen<sup>[22]</sup> Sternen<sup>[18]</sup> immer seltener und seltener wird.

Aber in diesen ganz frühen Phasen des Universums<sup>[16]</sup> war es eben möglich, das diese

ganz ganz großen Sterne<sup>[18]</sup> entstanden sind. Warum?

Damals gab es kaum Gas<sup>[61]</sup>, was richtig gut abkühlen konnte. Die Abkühlen eines Gases<sup>[61]</sup> hängt auch von der Menge der schweren Elemente<sup>[73]</sup> ab. Also alles was schwerer ist als Helium<sup>[74]</sup>.

Und die Ersten Sterne die überhaupt entstanden sind, bestanden nur aus Wasserstoff<sup>[75]</sup> und Helium<sup>[74]</sup>. Die hatten früher ja nichts anderes.

Die Gaswolken<sup>[61]</sup> damals

konnten noch nicht so weit abkühlen, wie die Gaswolken<sup>[61]</sup>, die wir heute innerhalb unserer Milchstraße<sup>[63]</sup> sehen.

Es bleibt also festzuhalten, das die Hypernova<sup>[1]</sup> Theorie<sup>[76]</sup> uns eine vernünftige Erklärung liefert, zu allen Phänomenen<sup>[77]</sup> die zum Gamma-Ray-Burst<sup>[12]</sup> dazugehören.

Es gibt Alternativen, die allerdings auch Einschränkungen haben.

Große massereiche<sup>[22]</sup> Sterne<sup>[18]</sup> sind der Normalfall in Galaxi-

en die sich gerade bilden, weil diese Galaxien<sup>[72]</sup> eine gewissen Temperatur<sup>[78]</sup> haben, die sie kaum unterschreiten und da sind massereiche<sup>[22]</sup> Sterne<sup>[18]</sup> favorisiert.

Leider sind genaue Beobachtungen dieses Phänomens<sup>[77]</sup> nicht möglich, weil der Ausstoß an Strahlung<sup>[4]</sup> bei einem Gamma-Ray-Burst<sup>[12]</sup> einfach alles überstrahlt und man nichts mehr wirklich genau erkennen kann.

Noch einmal. In wenigen Sekunden wird genau soviel

Strahlung freigesetzt, wie unsere Sonne in 10 Milliarden Jahren freisetzt.

Das ist einfach unfassbar!

Wir beenden den Beitrag mit einem Zitat von Marie von Ebner Eschenbach<sup>[79]</sup>:

*„Das alles vergeht, ist einem ja schon von der Jugend her klar, aber wie schnell alles vergeht, das merkt man erst im Alter.“*

## Quellennachweis

- [1] Hypernova  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Hypernova>
- [2] Supernova  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Supernova>
- [3] Lichtmenge  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Lichtmenge>
- [4] Strahlungsleistung  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Strahlungsleistung>
- [5] Sonne <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonne>
- [6] Sonnenstrahlung  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenstrahlung>
- [7] Lichtspektrum  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Lichtspektrum>
- [8] Gammastrahlung  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Gammastrahlung>
- [9] Teilchen <http://de.wikipedia.org/wiki/Teilchen>
- [10] Antiteilchen  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Antiteilchen>
- [11] Strahlung  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Strahlung>
- [12] Gamma-Ray-Burst / Gammablitz  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Gammablitz>
- [13] Astronom  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Astronom>
- [14] Astronomische Objekte  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Astronomisches\\_Objekt](http://de.wikipedia.org/wiki/Astronomisches_Objekt)
- [15] Energetisch / Energie  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Energie>
- [16] Universum  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Universum>
- [17] Nova [http://de.wikipedia.org/wiki/Nova\\_%28Stern%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Nova_%28Stern%29)
- [18] Stern <http://de.wikipedia.org/wiki/Stern>
- [19] Neutronenstern  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Neutronenstern>
- [20] Schwarzes Loch  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzes\\_Loch](http://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzes_Loch)
- [21] Energie <http://de.wikipedia.org/wiki/Energie>
- [22] Masse (Physik)  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Masse\\_%28Physik%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Masse_%28Physik%29)
- [23] Sonnenmasse  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenmasse>
- [24] Ereignishorizont  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Ereignishorizont>
- [25] Schicksal  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Schicksal>
- [26] Information  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Information>
- [27] Magnetfeld  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Magnetfeld>
- [28] Pulsar <http://de.wikipedia.org/wiki/Pulsar>
- [29] Quantenmechanik  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Quantenmechanik>
- [30] Proton <http://de.wikipedia.org/wiki/Proton>
- [31] Elektron  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Elektron>
- [32] Neutron <http://de.wikipedia.org/wiki/Neutron>
- [33] Regularien  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Regularien>
- [34] Magnetfeldlinien  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Magnetfeldlinien#Magnetfelder\\_und\\_Feldlinien](http://de.wikipedia.org/wiki/Magnetfeldlinien#Magnetfelder_und_Feldlinien)
- [35] Hypothese  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Hypothese>
- [36] Gravitation / Schwerkraft  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Gravitation>
- [37] Druck [http://de.wikipedia.org/wiki/Druck\\_%28Physik%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Druck_%28Physik%29)
- [38] Brennphasen  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Stern#Letzte\\_Brennp](http://de.wikipedia.org/wiki/Stern#Letzte_Brennp)



<a href="#">hasen</a>	<a href="#">%29</a>	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Milchstra%C3%9Fe">http://de.wikipedia.org/wiki/Milchstra%C3%9Fe</a>
[39] Eisen <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Eisen">http://de.wikipedia.org/wiki/Eisen</a>	[51] Elektromagnetische Welle	[64] Plasma <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Plasma">http://de.wikipedia.org/wiki/Plasma</a>
[40] Sternwind	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetische_Welle">http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetische Welle</a>	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Plasma_Physik%29">%28Physik%29</a>
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Sternwind">http://de.wikipedia.org/wiki/Sternwind</a>	[52] Joule <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Joule">http://de.wikipedia.org/wiki/Joule</a>	[65] Röntgenstrahlung
[41] Kernfusion	[53] Energie <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Energie">http://de.wikipedia.org/wiki/Energie</a>	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/R%C3%B6ntgenstrahlung">%C3%B6ntgenstrahlung</a>
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Kernfusion">http://de.wikipedia.org/wiki/Kernfusion</a>	[54] Geschwindigkeit	[66] UV-Strahlung
[42] Strahlungsdruck	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Geschwindigkeit">http://de.wikipedia.org/wiki/Geschwindigkeit</a>	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/UV-Strahlung">http://de.wikipedia.org/wiki/UV-Strahlung</a>
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Strahlungsdruck">http://de.wikipedia.org/wiki/Strahlungsdruck</a>	[55] Lichtgeschwindigkeit	[67] Licht <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Licht">http://de.wikipedia.org/wiki/Licht</a>
[43] Material / Materie (Physik)	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Lichtgeschwindigkeit">http://de.wikipedia.org/wiki/Lichtgeschwindigkeit</a>	[68] Radiowelle
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Materie_Physik%28Physik%29">%28Physik%29</a>	[56] Jet <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Jet">http://de.wikipedia.org/wiki/Jet</a>	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Radiowelle">http://de.wikipedia.org/wiki/Radiowelle</a>
[44] Drehimpuls	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Jet_Astronomie%29">%28Astronomie%29</a>	[69] Konzept
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Drehimpuls">http://de.wikipedia.org/wiki/Drehimpuls</a>	[57] Rotationsachse	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Konzept">http://de.wikipedia.org/wiki/Konzept</a>
[45] Erhaltungsgröße / Erhaltungssatz	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Rotationsachse">http://de.wikipedia.org/wiki/Rotationsachse</a>	[70] Himmel
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Erhaltungssatz">http://de.wikipedia.org/wiki/Erhaltungssatz</a>	[58] Stoßwelle <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Sto%C3%9Fwelle">%C3%9Fwelle</a>	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Sternhimmel">http://de.wikipedia.org/wiki/Sternhimmel</a>
[46] Pirouette	[59] Druck <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Druck_Physik%29">%28Physik%29</a>	[71] Isotrop <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Isotrop">http://de.wikipedia.org/wiki/Isotrop</a>
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Pirouette">http://de.wikipedia.org/wiki/Pirouette</a>	[60] Konsequenz	[72] Galaxie <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Galaxie">http://de.wikipedia.org/wiki/Galaxie</a>
[47] Akkretionsscheibe	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Konsequenz">http://de.wikipedia.org/wiki/Konsequenz</a>	[73] Chemisches Element
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Akkretionsscheibe">http://de.wikipedia.org/wiki/Akkretionsscheibe</a>	[61] Gaswolke	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Chemisches_Element">http://de.wikipedia.org/wiki/Chemisches Element</a>
[48] Magnetfeld / Magnetismus	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Interstellare_Wolke">http://de.wikipedia.org/wiki/Interstellare Wolke</a>	[74] Helium <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Helium">http://de.wikipedia.org/wiki/Helium</a>
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Magnetfeld">http://de.wikipedia.org/wiki/Magnetfeld</a>	[62] Der Drops ist gelutscht	[75] Wasserstoff
[49] Akkretion	<a href="http://de.wiktionary.org/wiki/der_Drops_ist_gelutscht">http://de.wiktionary.org/wiki/der Drops ist gelutscht</a>	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoff">http://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoff</a>
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Akkretion_Astronomie%29">%28Astronomie%29</a>	[63] Milchstraße	[76] Theorie <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Theorie">http://de.wikipedia.org/wiki/Theorie</a>
[50] Rotation		[77] Phänomen <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Ph%C3%A4nomen">%C3%A4nomen</a>
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Rotation_Physik%28Physik%29">%28Physik%29</a>		[78] Temperatur

<http://de.wikipedia.org/wiki/Temperatur>

[79] Marie von Ebner Eschenbach

[http://de.wikipedia.org/wiki/Marie\\_von\\_Ebner-](http://de.wikipedia.org/wiki/Marie_von_Ebner-)

[Eschenbach](#)

[80] Was ist eine Hypernova?

<http://www.youtube.com/watch?v=xBDd-fbPnRs>