

Das Gammastrahlen-Observatorium Integral, das viel zur Aufklärung von Prozessen der Elementsynthese beigetragen hat, ist jetzt mehr als 17 Jahre alt und hat eine geringe Empfindlichkeit. Deswegen denkt man international über ein Nachfolgeinstrument nach. Ob und wann das gebaut wird, ist allerdings eine offene Frage.

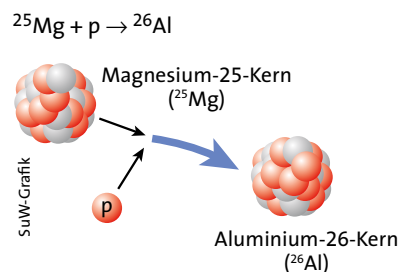
des Spektrometers von Integral zu rund zwei Sonnenmassen bestimmt, woraus sich wiederum die Supernovarate unserer Galaxis pro Jahrhundert errechnen ließ (siehe SuW 6/2013, S. 28). Demgegenüber ist die Aussage über die fehlenden Quellen im oben genannten Artikel ein Widerspruch. Wie lässt sich dies verstehen? Für eine Erklärung wäre ich Ihnen dankbar.
ALEXANDER SCHWALD,
ELCHINGEN

Elementsynthese: Aluminium 26

Seit Jahrzehnten verfolge ich als begeisterter Hobbyastronom mit großer Spannung die monatlichen Beiträge Ihrer herausragenden Zeitschrift und möchte mich hiermit einmal für das stets außerordentlich hohe Niveau und die großartige Gestaltungsqualität herzlich bedanken. Jedes neue Heft bereitet mir größte Freude und liefert stets neue und anregende Erkenntnisse mit der Lust auf weitere Vertiefung.

In dem interessanten Artikel »Der Ursprung der Elemente« von Karlheinz Langanke und Michael Wiescher über die Produktion von Aluminium 26 (²⁶Al) durch Rote Novae in SuW 11/2018, S. 26, bin ich über eine Aussage am Ende gestolpert. Danach soll es im Weltall weitere Quellen für das radioaktive Element geben, die Wissenschaftler

angeblich jedoch bisher nicht dingfest machen konnten. Meines Wissens sind aber die Hauptquellen von ²⁶Al nicht in roten Novae, sondern in der Folge von Supernova-Explosionen massereicher Sterne zu suchen. Die Menge von ²⁶Al in unserer Galaxis wurde bereits mit Hilfe



Die im Leserbrief von Alexander Schwald diskutierte Atomkernreaktion.

Herr Schwald hat Recht; ²⁶Al wird vorwiegend in Supernovae vom Typ II produziert, und die Messungen der Aktivitätsverteilung mittels des Gammastrahlen-Satelliten Integral zeigen in der Milchstraße ein stark erhöhtes Vorkommen von ²⁶Al in den Gegenden, wo Supernova-Überreste vorliegen. Das heißt aber nicht unbedingt, dass es nicht noch andere Quellen geben kann. Bei Neon-Novae wird zum Beispiel ²⁶Al im heißen Wasserstoffbrennen über den Einfang von Protonen an ²⁵Mg erzeugt. Daneben gibt es auch Modelle von Sternen in ihrer späten Entwicklungsphase, in denen ²⁶Al produziert wird und dann durch Masseverlust in den interstellaren Raum gelangen kann. Diese Quellen sind aber theoretisch und müssten durch Messungen mit Integral oder ähnlichen Instrumenten erst bestätigt werden.

MICHAEL WIESCHER,
NOTRE DAME, USA

Frage zu historischer Himmelsbeobachtung

In der Chronik von Penzl über das ehemalige Kloster Indersdorf (Landkreis Dachau) wird berichtet: »Im Februar 1745, und zwar am 15. des Monats und auch nachher den ganzen Monat lang bot sich den unbewaffneten Augen der Betrachter in klaren Nächten abends etwa um 8 Uhr ein neuer Stern im Westen dar, aber viel größer und leuchtender als die übrigen ...«

Der Autor interpretiert diesen »Stern« als den schon weit entfernten Kometen Klinkenberg, der 1743/44 beobachtet wurde. Jedoch war der Komet Klinkenberg nur bis April 1744 zu sehen (siehe Wikipedia, Komet Klinkenberg). Eine Alternative wäre

eine Nova/Supernova, jedoch konnte ich keine Erscheinung im passenden Zeitraum finden.

Ich habe die geozentrischen Positionen der fünf mit bloßem Auge sichtbaren Planeten nach Ahnerts Tafeln berechnet und gefunden, dass im besagten Zeitraum nur Venus am Abendhimmel zu sehen war (Helligkeit etwa -3,8 mag). Ich würde mich freuen, wenn andere Leserinnen und Leser mir mit Ideen weiterhelfen könnten. Besten Dank vorab!

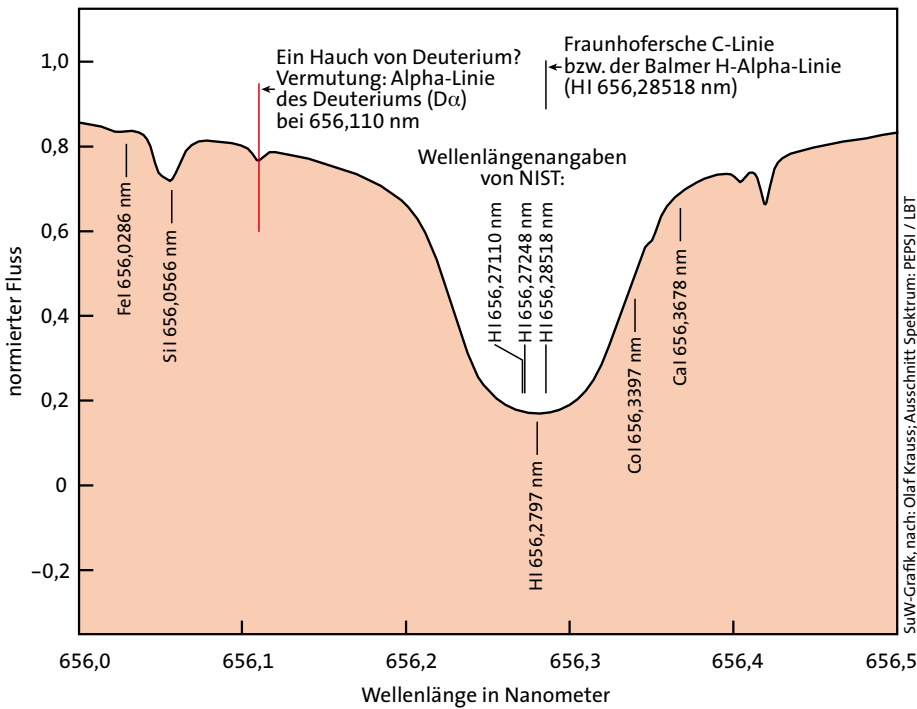
PROF. KLAUS PETER ZEYER,
ALTOMÜNSTER

Weitere Einsendungen finden Sie auf unserer Homepage unter www.sterne-und-weltraum.de/leserbriefe, wo Sie auch Ihren Leserbrief direkt in ein Formular eintragen können. Zuschriften per E-Mail: leserbriefe@sterne-und-weltraum.de

Deuterium im »PEPSI«-Spektrum?

Betrachtet man im öffentlich zugänglichen Sonnenspektrum von PEPSI (https://pepsi.aip.de/wp-content/uploads/2018/05/pepsi_solar_poster_www.pdf, siehe Artikel in SuW 01/2019, S. 42) den Bereich um die H-Alpha-Linie, so findet man links von dieser eine kleine Linie bei 656,11 Nanometer (6561,10 Å), die das PEPSI-Team nicht weiter beschriftet hat. Ich habe sie in der beige-fügten Grafik markiert. Handelt es sich

hier um die Alpha-Linie des Deuteriums, wie meine beige-fügte Rechnung andeutet, oder nur um eine tellurische – das heißt irdisch-atmosphärische – Linie? Der Deuteriumanteil in der Sonne ist äußerst gering. Reicht er aus, um diese Linie zu erzeugen? Wenn es sich aber um eine tellurische Linie handelt, welches Molekül aus unserer Erdatmosphäre verursacht sie? OLAF KRAUSS, KÖLN



Leider nein, das ist keine D-Alpha-Linie. Dann wäre es sehr einfach, eine Deuteriumhäufigkeit bei der Sonne zu bestimmen (in Wahrheit ist es sehr schwer, siehe Beckers »A search for Deuterium on the Sun« in: *Astrophysical Journal* 195, L43, 1975). Obwohl die Wellenlängen recht gut übereinstimmen und die Rechnung von Herrn Krauß die korrekte Luftwellenlänge liefert (6561,09 Å), ist die beobachtete Linie trotzdem eine tellurische H₂O-Linie. Dies zeigt ein genauer Vergleich des H-Alpha-Spektrums von PEPSI der Sonne mit einem rein tellurischen Spektrum. Aber Gratulation zu dem Gedanken! KLAUS STRASSMEIER, POTSDAM

Die von Herrn Krauß diskutierte schwache Absorptionslinie im Sonnenspektrum ist hier mit »ein Hauch von Deuterium?« beschriftet. In der von Herrn Krauß in seinem Leserbrief erwähnten Rechnung ermittelte er mit quantenmechanischem Sachverstand selbst die Soll-Wellenlänge der Deuteriumlinie – in Luft und im Vakuum.

1400-Tonnen-Meteoroid über der Beringsee

Seit 2013 beziehe ich regelmäßig Ihre Zeitschrift und finde alle Themen sehr spannend. An dieser Stelle mal ein großes Lob an die Redaktion. Ich bin kürzlich auf einen Artikel gestoßen, über dessen Inhalt ich gerne mehr erfahren möchte. Ein 1400-Tonnen-Meteoroid schlug in der Beringsee ein und traf die Wasseroberfläche. Was passiert bei so einem Impact mit der Flora und Fauna im Meer? JANNES BOELSEN, RAJEN, RHAUDERFEHN

des etwa zehn Meter großen Miniasteroiden gewesen. Rund 90 Prozent der Masse sind beim Eintritt in die Erdatmosphäre verglüht oder verwandelten sich in Staub, als der eintretende Körper in der Atmosphäre explosiv auseinanderbrach. Die Meeresoberfläche erreichten dagegen, falls überhaupt, nur kleinere Gesteinsbrocken. Sie wurden in der Atmosphäre auf die normale Fallgeschwindigkeit abgebremst, fielen somit einfach ins Wasser.

Fischschwamm gerade an der Meeresoberfläche und wurde von einem Stein getroffen. Es kann aber auch sein – das hängt von der Festigkeit des ursprünglichen Gesteinsmaterials ab – dass tatsächlich nur feiner Staub die Meeresoberfläche erreichte. Das Ereignis wurde nur von Satelliten registriert, es gibt keine menschlichen Beobachter. Die beim Eintritt in die Atmosphäre freigesetzte Energie entsprach etwa einem Drittel derjenigen, die beim Meteoritenfall vom 15. Februar 2013 über der russischen Stadt Tscheljabinsk frei wurde.



Am 18. Dezember 2018 explodierte über der Beringsee ein Bolide. Er hinterließ eine Rauchwolke (unten, gelb), die einen langen Schatten auf die darunterliegende Wolkenschicht warf (brauner Strich oben).

Vielen Dank für die freundlichen Worte. Die genannten 1400 Tonnen sind die Eintrittsmasse

Für Flora und Fauna des getroffenen Meeresgebiets gab es somit keine Folgen, es sei denn, ein unglücklicher

TILMANN ALTHAUS

Die Stabilität von interstellarem atomarem Wasserstoff

In mehreren Artikeln über interstellare Materie bleibt für mich die Stabilität von atomarem Wasserstoff in so genannten HII-Gebieten unerklärt: Welcher Mechanismus verhindert im Detail die energetisch günstige Verbindung zum Molekül H_2 ? Unter irdischen Bedingungen verhält sich »naszierender Wasserstoff« extrem reaktiv.

WERNER HILGER, HILDESHEIM

Der neutrale atomare Wasserstoff im freien Weltraum stellt stets nur einen Übergangszustand dar. Das galt sogar für die hunderte von Jahrtausenden dauernde Epoche im jungen Universum, in welcher der atomare Wasserstoff die dominierende Form der Materie war. Davor war es zu heiß im Kosmos, weshalb der Wasserstoff bis zum Weltalter von 380 000 Jahren in ionisierter Form vorgelegen hat. Wenn nichts weiter passiert wäre, dann wäre er irgendwann später durch die expansionsbedingte Abkühlung tatsächlich in die molekulare Form übergegangen. Aber beim Weltalter von einigen hundert Millionen Jahren (bei einer Rotverschiebung z zwischen etwa 10 und 7) leuchteten die ersten Quasare und massereichen Sterne auf und verwandelten mit ihrer Ultraviolettstrahlung den Wasserstoff wieder in seine ionisierte Form zurück.

Zuvor war es eigentlich für Wasserstoffmoleküle schon kalt genug geworden. Aber bei der geringen Dichte, die das Universum zu der Zeit bereits hatte, reichte einfach die Zeit bis zur Reionisation nicht aus: Zu wenige Wasserstoffatome waren inzwischen einander für die Molekülbildung nahe genug begegnet. Deshalb gibt es im Raum außerhalb von den dichten Bereichen der Galaxien bis heute weder molekularen noch atomaren Wasserstoff in bedeutenden Mengen. Innerhalb von Galaxien ist die Dichte hoch genug, und es gibt genug Zeit für eine Abkühlung des Gases und für die Begegnung zwischen den Atomen. Somit entsteht dort

laufend in großen Mengen atomarer Wasserstoff aus ionisiertem, und in der Folge auch molekularem Wasserstoff aus atomarem. Die vielen großen Molekülwolken in unserer und in anderen Galaxien legen davon drastisches Zeugnis ab.

Nun neigt aber der molekulare Wasserstoff sehr stark dazu, Sterne zu bilden. Die massereichen unter ihnen erzeugen dann in den Molekülwolken viel ultraviolette Strahlung. Und die wiederum heizt das Gas auf, zerlegt zuerst die Moleküle und danach auch noch die Einzelatome. Wenn einige Dutzend Millionen Jahre später die heißen, UV-hellen Sterne in dem Gebiet erloschen sind, vereinigen sich zunächst die Elektronen wieder mit den Protonen zu atomarem Wasserstoff. Und wenn keine weiteren Störungen eintreten, also genügend Zeit verfügbar ist, dann kühlt das Gas weiter ab und bildet wieder H_2 -Moleküle.

Nun neigt aber der molekulare Wasserstoff sehr stark dazu, Sterne zu bilden. Die massereichen unter ihnen ... (siehe oben)! Langer Rede kurzer Sinn: Die von Herrn Hilger zu Recht hinterfragte Stabilität des neutralen Wasserstoffs gibt es gar nicht. Aber es gibt trotzdem zu jeder Zeit in jeder Galaxie einen Anteil von neutralem Wasserstoff.

ULRICH BASTIAN arbeitet am Astronomischen Rechen-Institut (Universität Heidelberg) an der Gaia-Mission der ESA und ist der Leserbrief-Redakteur von SuW.



Die dunklen Bereiche in der Sternentstehungsregion im Carina-Nebel im Sternbild Schiffskiell zeigen kalten Staub in dichtem Gas an, das zum großen Teil aus molekularem Wasserstoff besteht. Die rot leuchtenden Bereiche sind ionisiertes Wasserstoffgas, das sich in atomarem Wasserstoff zurückverwandelt und dabei charakteristisches rotes Licht aussendet.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um Antwort und stellen die interessantesten Beiträge vor.

H-Alpha Sonnentelenteleskope der neuesten Generation

Gefahrlos die Dynamik unserer Sonne beobachten, mit faszinierenden Filamenten, gewaltigen Protuberanzen und vielen mehr!

Die Lunt Solar Systems Teleskope mit Pressure Tuner sind erhältlich mit 50mm bis 152mm Öffnung, mit einem Etalon (<0,7 Angström Halbwertsbreite) oder double-gestackt (<0,5Å) und Blocking-Filtern von 4mm bis 34mm.

Tuning per Luftdruck mit dem innovativen PRESSURE TUNER

Bei den LUNT Teleskopen mit Pressure Tuner erfolgt die **Einstellung auf die exakte Wellenlänge von 656,28nm über eine leichte Veränderung des Luftdrucks in einer Druckkammer im Inneren des Teleskops**. Dadurch wird der Brechungsindex der Luft geändert, womit die genaue Einstellung auf die H-Alpha Linie mühelos erfolgt.

Dieses patentierte Tuning-System bietet viele Vorteile gegenüber anderen Verfahren:

- Kein Verkippen des H-Alpha Filters (Etalon), dadurch ein homogenes Bild ohne Scanning-Effekt
- Kein Verbiegen oder sonstiges Verformen des Etalons, daher auch keine Belastung oder Verschleiß des empfindlichen Materials
- Keine mechanischen Elemente im Strahlengang, daher alle Öffnungen frei von zentraler Obstruktion
- Der Etalon befindet sich im Inneren des Teleskops, geschützt vor Beschädigungen, Staub und Umwelteinflüssen
- Ein integriertes Set von Kollimationslinsen sorgt dabei für beste Performance wie bei externen H-Alpha Etalon Filtern, ohne die Nachteile solcher externen Systeme
- 50mm Teleskope mit Helikal-Fokussierer für die visuelle Sonnenbeobachtung
- 60mm bis 152mm Teleskope mit 2" Fokussierer mit 1:10 Feintrieb und großem Back-Fokus für visuelle Beobachtung und Fotografie

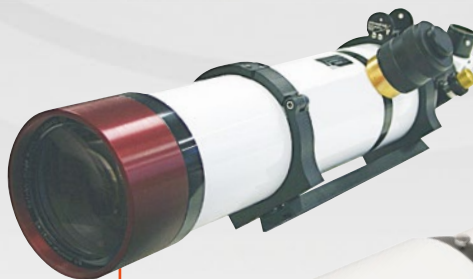
Sofort lieferbar! Schon ab € **999,-***

H-Alpha Sonnentelenteleskope mit Pressure Tuner



LUNT LS50THa/B400PT

Art.-Nr. 0551154



LS100THa/B1800

Art.-Nr. 0551402



LS152THa/B1800

Art.-Nr. 0551502

*Unverbindl. empf. Verkaufspreis inkl. gesetzl. MwSt., zzgl. Versand

