

Gerald Willems



Das Zentrum von NGC 1275 (unterhalb der Bildmitte) enthält, wie wahrscheinlich alle Galaxien, ein sehr massereiches Schwarzes Loch. Im Falle von NGC 1275 befindet es sich im hellsten Bereich der Welteninsel. Von ihm geht intensive Strahlung in allen Wellenlängen vom Radiobereich bis zum Röntgenbereich aus. Gerald Willems nahm dieses Bild auf der Privatsternwarte Grasberg mit einem Zwölf-Zoll-Newton-Teleskop auf.

## Schwarze Löcher und Galaxien-Entwicklung

In der Ausgabe 5/2013 von SuW wird in dem Artikel: »Sterngeburt kurz nach dem Urknall« die Entwicklung von Galaxien beschrieben. Mich würde interessieren, inwieweit Schwarze Löcher mit zu der Entwicklung beitragen. Kann man Schwarze Löcher als Keimzelle für Galaxien ansehen, die nicht nur Gas aufsaugen, sondern durch ihre Gezeitenwirkung dafür sorgen, dass sich das Gas verdichtet und somit Sternentstehungen auslösen? Immerhin besteht ja ein Zusammenhang zwischen der Masse eines Schwarzen Lochs und dem Bulge. Über

eine Antwort würde ich mich sehr freuen.

CHRISTIAN BLUMENBERG

*Die Wechselwirkung zwischen der Entwicklung von Galaxien als Ganzes und der Entwicklung ihrer zentralen Schwarzen Löcher wird seit mehr als zehn Jahren in der Fachwelt sehr intensiv diskutiert. Sie ist nach wie vor völlig unklar. Da man aber keine Idee hat, wie die Schwarzen Löcher ohne Galaxie entstehen können, sieht man die Ursache-Folge-Kette allgemein so, dass erst eine Massenkonzentration durch*

*»normale« eigen-gravitativ Kontraktion des kosmischen Gases entstehen muss, in der sich dann erst Sterne und später das Schwarze Loch – sehr wahrscheinlich aus den Überresten einer ersten sehr massereichen Sternengeneration – bildet.*

*Ist es erst mal entstanden, dann beginnt es allerdings über seine Jets (nahezu lichtschnelle Gasstrahlen in polarer Richtung) und die starke Strahlung aus seiner Akkretionsscheibe die Entwicklung der Galaxie nachhaltig zu beeinflussen, während umgekehrt die Galaxie das Schwarze Loch*

*»füttert« und damit zum Wachsen bringt. Man vermutet, dass durch diese gegenseitige Beeinflussung der beobachtete Zusammenhang zwischen der Masse der Schwarzen Löcher und der Gesamtmasse des Bulge (des kugeligen Innenbereichs der Galaxien) entsteht.*

*Die eigentliche Gravitationswirkung des Schwarzen Lochs wird nicht als wesentlich zur Anregung von Sternentstehung angesehen. Der gravitative Wirkungsbereich selbst sehr massereicher Schwarzer Löcher ist in einer Galaxie winzig klein.*

U.B.

## Vollformat-Kameras, SuW 6/2012

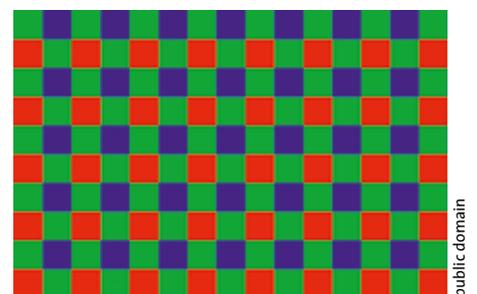
Danke an den Autor Stefan Seip für den informativen Beitrag »Früher Kleinbild, heute Vollformat« in SuW 6/2012, S. 70. Mich hätte interessiert, wie sich die Bayer-Matrix letztlich auf das Auflösungsvermögen auswirkt. Denn die angegebenen Berechnungen zwischen Pixelgröße und Brennweite und Auflösungsvermögen beziehen sich auf einen homogenen, gleichförmig empfindlichen Sensor (Pixel) ohne Bayer-Matrix.

ANDREAS ROTH, MÜNCHEN

*Herr Roth hat Recht: Die im Artikel genannten Formeln gelten – streng genommen – für einen Schwarz-Weiß-Sensor. In welchem Maß das effektive, räumliche Auflösungsvermögen eines Sensors mit*

*Bayer-Matrix gegenüber einem Schwarz-Weiß-Sensor unterlegen ist, hängt vom Motiv ab. Bei Motiven mit Farbanteilen in allen drei Kanälen (rot, grün und blau) gibt es praktisch keinen Unterschied. Beispielmotive sind Mond sowie Sonne mit klassischen Dämpffiltern. Bei mehr oder minder monochromen Motiven hingegen reduziert sich das effektive räumliche Auflösungsvermögen zum Teil erheblich, nämlich um den Faktor 0,7 (1 durch Wurzel 2) für Grün bis Faktor 0,5 für Rot oder Blau. Beispielmotive sind Emissionsnebel sowie die Sonne mit H-alpha-Filter. Für solche Motive müsste in den Formeln die Kantenlänge der Pixel verdoppelt werden.*

STEFAN SEIP, STUTTGART



public domain

Als Bayer-Matrix bezeichnet man ein Farbfilter, mit dem die Pixel eines CCDs überzogen sind, und das meist 50 Prozent Grün- und je 25 Prozent Rot- und Blau-Pixel erzeugt. Nach diesem Prinzip arbeiten fast alle Farb-CCDs in Digitalkameras. Nähere Informationen dazu gibt es bei Wikipedia unter dem Stichwort »Bayer-Sensor«.

Weitere Einsendungen finden Sie auf unserer Homepage unter [www.sterne-und-weltraum.de/leserbriefe](http://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](mailto:leserbriefe@sterne-und-weltraum.de)

## Explosion im Orion – Lichtlaufzeit

In SuW 3/2013 lese ich, dass der Orionnebel rund 1500 Lichtjahre entfernt ist. Und dort habe es vor 500 Jahren eine Explosion gegeben. Müssen wir da nicht noch 1000 Jahre warten?

EIKE GRUND

Derartige Fragen werden der Redaktion relativ oft gestellt; zu dieser speziellen Zeitangabe fragten sogar vier Leser unabhängig voneinander. Deshalb hier eine etwas ausführlichere Erklärung: Wenn gesagt wird, dass dieses oder jenes astronomische Ereignis vor so-und-soviel Jahren stattfand, dann ist das stets so zu verstehen, dass zu der genannten Zeit das Licht des Ereignisses die Erde erreichte. Das ist auch die einzig sinnvolle Art einer Zeitangabe, zumindest wenn man es mit

*astronomisch vorgebildeten Lesern beziehungsweise Gesprächspartnern zu tun hat – und zwar aus drei Gründen:*

*Erstens ist bei den meisten astronomischen Objekten die Lichtlaufzeit bis zur Erde nur sehr ungenau bekannt. Bei einem Ereignis im Orionnebel-Komplex liegt die Unsicherheit derzeit in der Größenordnung von 100 Jahren. Es hätte also wenig Sinn zu sagen, vor 2100 Jahren hat sich irgendetwas dort ereignet, denn dasselbe Ereignis könnte im nächsten Artikel derselben Zeitschrift als »vor 1950 Jahren« beschrieben werden. Niemand könnte ohne Weiteres erkennen, dass dasselbe Ereignis und derselbe Zeitpunkt gemeint sind.*

*Zweitens, selbst wenn die Lichtlaufzeit genau genug*

*bekannt wäre, würde der historisch-praktische Aspekt der Forschung verdunkelt und verkompliziert. »Supernova 1987A in der Großen Magellanschen Wolke« wäre selbst dann viel praktischer als »Supernova im Jahr minus 186459 in der Großen Magellanschen Wolke«. Spätestens wenn es um die genaue zeitliche Zuordnung verschiedener Beobachtungen geht, wie im Fall der SN 1987A zwischen dem Lichtausbruch und den Neutrinos, wird eine solche Zeitangabe völlig unnütz.*

*Drittens, stellen Sie sich vor, Sie lesen in SuW, dass um 21:40 Uhr MEZ der Saturnmond*

*Titan den Saturnmond Hyperion verfinstert. Sie gehen zu dieser Zeit an Ihr Teleskop – und nichts passiert. Es wäre für unsere Leser eine Zumutung, diese hübsche ferne Sonnenfinsternis erst dann beobachten zu können, wenn sie sich zuvor mühsam die derzeitige Entfernung des Saturnsystems von der Erde beschaffen und in eine Zeitverschiebung – in diesem Fall zwischen rund 70 und 90 Minuten – umrechnen müssten.*

*Hat man astronomisch völlig ungebildete Gesprächspartner vor sich, dann ist es allerdings sinnvoll, immer mal wieder auf die Lichtlaufzeit hinzuweisen.* U. BASTIAN

## Datenübertragung von den Voyager-Sonden

Bereits seit Langem frage ich mich, wie die Datenübertragung von den Voyager-Sonden zur Erde überhaupt noch funktionieren kann. Alle Recherche im Internet führte zu keinem Ergebnis. Wenn ich recht informiert bin, haben die Sonden eine Sendeleistung von rund 40 Watt. Kann mir irgend jemand erläutern, mit welchem trickreichen Verfahren es möglich ist, Signale von solch minimaler Stärke aus solch riesiger Entfernung zu erfassen – und das auch noch mit der Technik von 1977?

PETER REIGBER, UBSTADT-WEIHER

Obwohl die beiden Voyager-Raumsonden nur mit einer Sendeleistung von 40 Watt arbeiten, lassen sich ihre Signale nach wie vor zuverlässig empfangen. Dies liegt daran, dass seit ihrem Start im Jahr 1977 die Empfindlichkeit der Radioempfänger auf der Erde durch den technischen Fortschritt beträchtlich gesteigert wurde. Sie ist heute um ein Vielfaches höher als in den 1970er Jahren. Außerdem setzt die NASA für die Kommunikation und den Datentransfer ihre größten Antennen im weltumspannenden Deep Space Network (DSN) ein; es sind Radioteleskope mit 70 Meter Durchmesser. Bei Bedarf können diese noch zusätzlich mit weiteren Antennen des DSN zusammengeschaltet werden, um die Empfindlichkeit durch Erhöhung der Antennenfläche weiter zu steigern. Allerdings sind die von Voyager übertragenen Datenmengen eher klein, da nur noch Geräte zur Untersuchung von Partikeln und von elektrischen/magnetischen Feldern aktiv sind. Die Kameras sind schon seit Langem außer Betrieb.

Die NASA geht davon aus, wenn es zu keinen technischen Panen an Bord der beiden Sonden kommt, noch etwa bis zum Jahr

2025 mit ihnen in Kontakt bleiben zu können. Dann erzeugen die Radioisotopengeneratoren an Bord nicht mehr genug elektrische Energie, um die Bordsender mit voller Leistung betreiben zu können. Immerhin hätten dann die beiden Sonden fast ein halbes Jahrhundert lang Daten aus den Tiefen des Weltraums geliefert.

TILMANN ALTHAUS



Seit dem Jahr 1977 unterwegs sind die beiden Voyager-Raumsonden, die bis heute in Funkkontakt mit ihrer Bodenstation im Jet Propulsion Laboratory der NASA stehen und nach wie vor Messdaten zur Erde schicken.