

Der *Saraswati-Supergalaxienhaufen* - neue riesige Struktur im Universum [21. Jul.]

Bei den größten Strukturen im Universum denken viele sicherlich an den *Großen Attraktor* [1], die *SLOAN Große Mauer* [1] oder den vor einigen Jahren entdeckten *Laniakea-Supergalaxienhaufen* [1, 2].

Was bedeutet eigentlich „groß“ im Universum?

Unsere *Milchstraße* [1], die *Galaxis* [1], besitzt einen Durchmesser zwischen rund 100.000-180.000 *Lichtjahren* (Lj) [1] – je nachdem, welche Art Materie man dazuzählt – und enthält rund 200-400 Milliarden Sterne. Das klingt riesig. Dennoch ist die Milchstraße im Vergleich zu den großskaligen Strukturen des Weltalls ziemlich klein, ähnlich einem Wassertropfen in einem Eimer.

Blickt man aus der Milchstraße heraus, begegnen uns immer größere Strukturen, beispielsweise *Galaxienhaufen* [1], die selbst Bestandteil von *Supergalaxienhaufen* (Superhaufen) [1] sind. Dabei handelt es sich jeweils um Gruppen und Haufen von Hunderten oder Tausenden von Galaxien bzw. Galaxienhaufen, die die nächstgrößere Struktur bilden. Die Supergalaxienhaufen zählen zu den größten uns bekannten Strukturen im Universum.

Die Milchstraße unterliegt dem Einfluß des *Virgo-Galaxienhaufens* [1] und – im größeren Sinne – dem Laniakea-Supergalaxienhaufen, einer Ansammlung mit einem Durchmesser von rund 500 Millionen Lichtjahren.

Der *Saraswati-Supergalaxienhaufen*

Eine neue Himmelsdurchmusterung indischer Astronomen entdeckte nun einen neuen Superhaufen, der die bisherigen Rekordhalter in den Schatten stellt. Der *Saraswati-Superhaufen* [1, 3] besitzt einen Durchmesser von mehr als 650 Millionen Lichtjahren und ist damit eine der größten großskaligen Strukturen des bekannten Universums (Abb. 1).

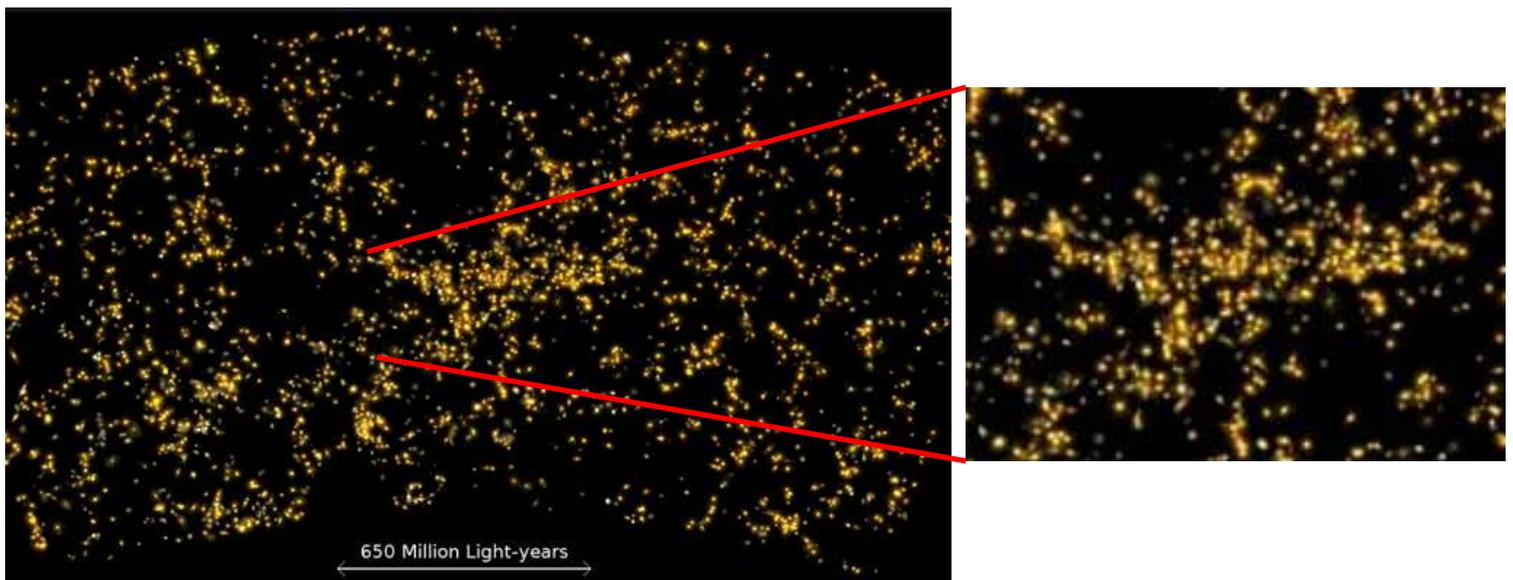


Abb. 1 Der Saraswati-Supergalaxienhaufen.

Der neu entdeckte Saraswati-Superhaufen (längliche Struktur in der Bildmitte) besitzt einen Durchmesser von rund 650 Millionen Lichtjahren. Verteilung der Galaxien aus der *SDSS* [1].

© [3]/IUCAA

Erst im letzten Jahr war eine riesige neue Struktur entdeckt worden, die **BOSS Große Mauer** [1]; sie besteht aus zwei „Wänden“, besitzt eine Masse, die etwa 10.000 Milchstraßen entspricht, und enthält rund 830 Galaxien, die sich in 4 großen Superhaufen anordnen [5].

Die Länge dieser Mauerstruktur beträgt rund 880 Millionen Lichtjahre. Wahrscheinlich handelt es sich um die massereichste Struktur des gesamten Universums (Abb. 2). Dagegen ist die *Sloan Große Mauer* nur etwa 520 Millionen Lichtjahre lang und nur halb so schwer wie die *BOSS Große Mauer*.

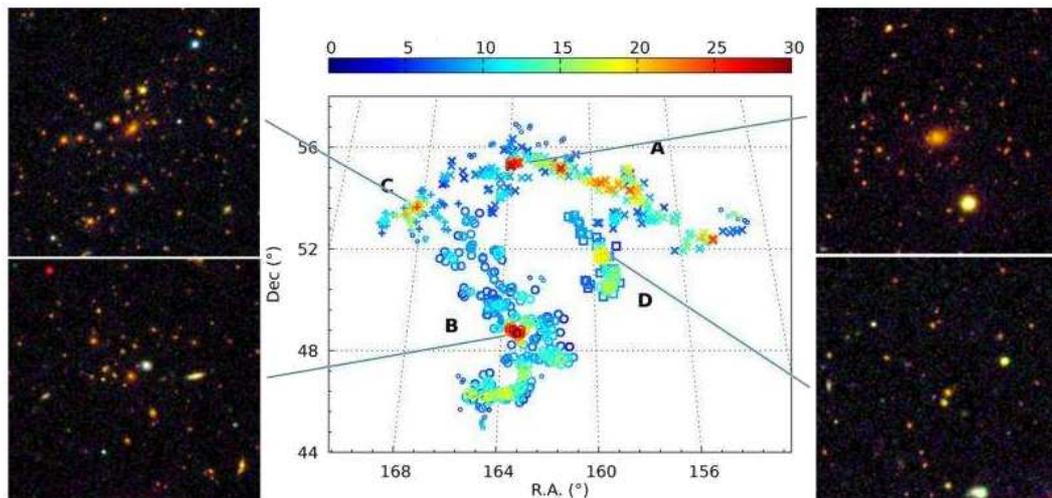


Abb. 2 Die BOSS Große Mauer.

Die BOSS Große Mauer wurde im Jahr 2016 entdeckt. Dabei handelt es sich wahrscheinlich um die massereichste Struktur des gesamten Universums. Mitte: Verteilung der zur BOSS Großen Mauer gehörigen Galaxien (Kreuze) [blau: hellere Galaxien, rot: lichtschwächere Galaxien]. Rechts und links: Die vier Aufnahmen zeigen Mitglieder der neuen kosmischen Struktur (A-D).

© [5]

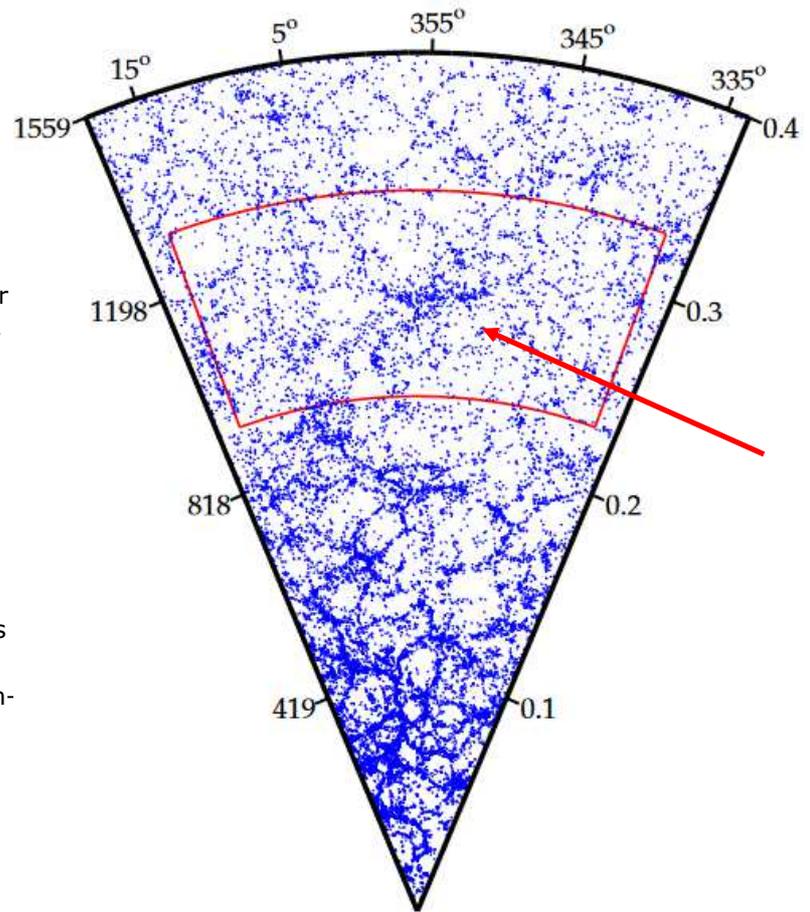
Die **Entdeckung des Saraswati-Superhaufens** gleicht der eines neuen Gebirges auf der Erde; sie gelang mithilfe der *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS) [1]. Bereits in der Vergangenheit fanden die Wissenschaftler heraus, daß das Universum hierarchisch aufgebaut ist: Galaxien bilden Galaxienhaufen, Superhaufen, langgezogene Strukturen, *Wände* und *Filamente* [1]. Die Strukturen sind voneinander durch riesige *kosmische Blasen* [1] getrennt, in denen sich nur wenig oder keine Materie befindet – ähnlich Honigwaben. Die Blasen besitzen Durchmesser von 130-550 Millionen Lichtjahren. Zusammen bilden die Strukturen die weitläufige Struktur des **Kosmischen Netzes** des Universums [1].

Die **Superhaufen** werden als größte *kohärente* Strukturen [1] des kosmischen Netzwerks angesehen; sie bestehen meist aus Ketten von Galaxien und Galaxienhaufen, die sich über Hunderte Millionen Lichtjahre erstrecken können und Billiarden Sterne enthalten.

Der Saraswati-Superhaufen befindet sich in einer Entfernung von rund 4 Milliarden Lichtjahren von der Erde im Sternbild *Fische* (Psc) [1] und besitzt eine Masse von mehr als 20 Milliarden Sternen; der Superhaufen enthält mindestens 43 Galaxiengruppen und -haufen, insgesamt rund 400 Galaxien (Abb. 3, 4). Der Durchmesser beträgt 600-650 Millionen Lichtjahre.

Abb. 3

Lage des Saraswati-Superhaufens.
Von der Erde aus gesehen (Spitze, unten) befindet sich der neu entdeckte Supergalaxienhaufen in einer Entfernung von rund 4 Milliarden Lj, entsprechend einem Wert von etwa 0,3 auf der rechten Skala, der *Rotverschiebung* [1]). Die Lage am Himmel erstreckt sich über einen *Rektaszensionsbereich* [1] von etwa 350-0 Grad (obere Skala). Gegenüber der Umgebung, die von zahlreichen großen Blasen geprägt ist, hebt sich die dichte Struktur des Superhaufens deutlich ab. Insgesamt befindet sich etwa 43 Galaxiengruppen in der neuen Struktur.
© [3]



Die Bezeichnung „Saraswati“ findet Anlehnung an einen alten Fluß, der bei der Entstehung der indischen Kultur eine wichtige Rolle spielte, und eine Gottheit, die in Indien als Beschützerin himmlischer Flüsse angesehen wird, sowie die Göttin des Wissens, der Musik, der Kunst, der Weisheit und der Natur (Abb. 6).

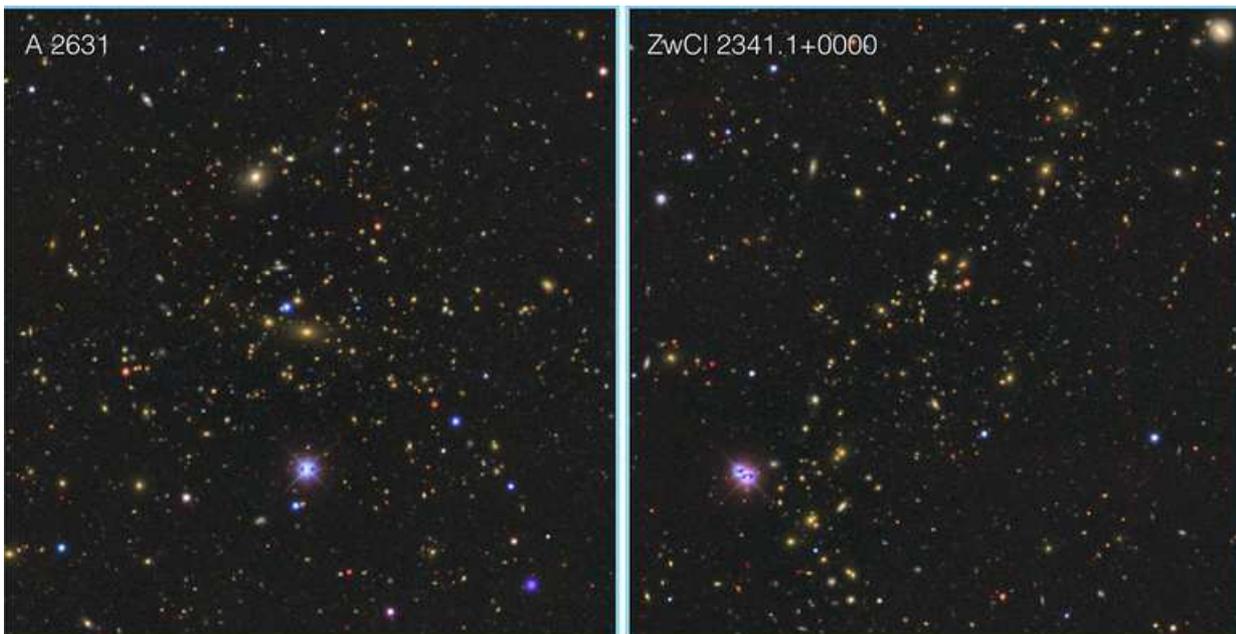


Abb. 4 Blick in den Saraswati-Supergalaxienhaufen.

Die Aufnahmen zeigen zwei der massereichsten Galaxienhaufen im Saraswati-Superhaufen.

© [3]/IUCAA

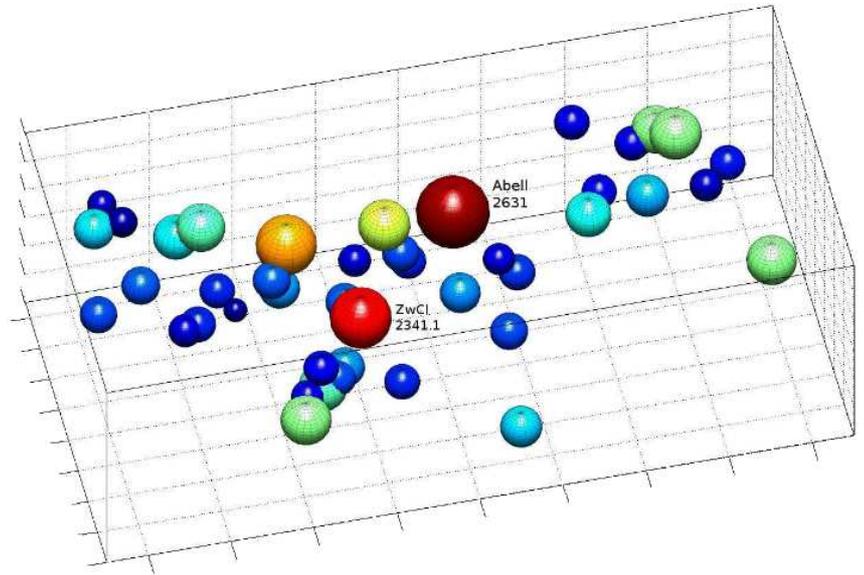
Die obige Abbildung (Abb. 4) zeigt zwei der **massereichsten Galaxienhaufen des Saraswati-Superhaufens**: *Abell 2631* [1] (links) und die filamentartige Struktur *ZwCl 2341.1+0000* [1] (rechts). Die Maße der Aufnahmen betragen jeweils $10' \times 10'$, das entspricht einer Strecke von jeweils 8,15 Millionen Lichtjahren. Die untere Abbildung zeigt die **Verteilung der** im Superhaufen gefundenen **43 Galaxienhaufen** (Abb. 5). Die beiden massereichsten Haufen befinden sich nahe dem Zentrum der langgestreckten Struktur.

Abb. 5

Verteilung der Galaxienhaufen im Saraswati-Superhaufen.

Insgesamt befinden sich etwa 43 Galaxiengruppen in der neuen Superhaufen-Struktur. Die beiden massereichsten Galaxienhaufen *Abell 2631* und *ZwCl 2341.1+0000* (**rötlich**) befinden sich nahe der Mitte der länglichen Struktur. Je blauer die Färbung des Galaxienhaufens, desto weniger Masse enthält der Haufen.

© [3]



Entstehung des Saraswati-Superhaufens

Die SDSS-Daten zeigen den Saraswati-Superhaufen als das Universum erst etwa 10 Milliarden Jahre alt war. Damit ist die neue Struktur nicht nur eine der größten bekannten Strukturen des Universums, sondern wirft ernstzunehmende **Fragen zu den gegenwärtigen kosmologischen Modellen** des Universums auf.

Das von den meisten Wissenschaftlern bevorzugte Modell der Entwicklung des Universums macht **keine Vorhersage** zur Existenz einer derartig riesigen Struktur in einem Universum, das rund 10 Milliarden Jahre alt ist.

Vielmehr sagt das **CDM-Modell** des Universums (*Cold Dark Matter*) [1] vorher, daß sich zuerst kleine Strukturen – wie Galaxien – nach dem Urknall bilden, die sich später in größeren Strukturen anordnen. Zwar existieren Varianten des CDM-Modells, jedoch macht keine eine Vorhersage, daß ein Superhaufen wie Saraswati bereits vor 4 Milliarden Jahren existierte. Das wirft die Frage auf, wie das Universum zu dem geworden ist, was wir gegenwärtig beobachten.

Der Saraswati-Superhaufen entstand wahrscheinlich zu einer Zeit als die sog. **Dunkle Energie** [1] die Strukturbildung des Universums zu dominieren begann und damit die *Gravitation* [1] ersetzte.

Die Dunkle Energie ist wahrscheinlich ein Analogon zur *kosmologischen Konstante* [1] der *Allgemeinen Relativitätstheorie* [1] *Albert Einsteins* [1] oder etwas Ähnlichem. Etwa 7-8 Milliarden Jahre nach dem *Urknall* [1] sorgte sie für die *beschleunigte Ausdehnung* des Universums [1] und sorgt wahrscheinlich ebenfalls dafür, daß sich Dichtestörungen im Universum langsamer entwickeln als in der Frühphase nach dem Urknall.

Einer der beteiligten Astronomen beschreibt die Entdeckung wie folgt:

„Wir waren sehr überrascht diesen riesigen wandartigen Superhaufen zu entdecken ... Er ist in ein großes Netzwerk aus kosmischen Filamenten eingebettet, das sich durch Galaxienhaufen und große Blasenstrukturen bemerkbar macht. Bisher wurden nur wenige vergleichbare Superhaufen entdeckt, beispielsweise die Shapley-Konzentration oder die Sloan Große Mauer, während der Saraswati-Superhaufen viel weiter entfernt ist.“

Fragen und neue Entstehungsmodelle

Eine der wichtigsten Fragen lautet nun: Fand die deutlichste Wachstumsphase des Saraswati-Superhaufens statt, bevor die Dunkle Energie das Universum dominierte oder entstand diese Struktur erst kürzlich? Eine großskalige Struktur wie die des Saraswati-Superhaufens entwickelt sich sehr langsam. Könnte das Himmelsobjekt die gesamte **Geschichte der Galaxienentstehung** und die Anfangsbedingungen, die ihr zugrunde liegen, erklären?

Die Masse und die räumliche Ausdehnung dieser kosmischen Superstruktur sind vergleichbar mit der der Sloan Großen Wand, der Shapley-Struktur und der BOSS Großen Wand, den größten und massereichsten Strukturen des nahen Universums.

Welcher Prozeß ist für die Entstehung dieser extrem großen und dichten kosmischen Strukturen verantwortlich? Ist die Existenz dieser Megastrukturen mit einem *homogenen, isotropen* Universum [1], das auf *primordialen Dichtefluktuationen* der *Inflationstheorie* [1] basiert, in Übereinstimmung?

Der physikalische Mechanismus der Entstehung eines Supergalaxienhaufens ist bisher nur teilweise verstanden. Daher ist die Existenz derartig großer, dichter Galaxienkonzentrationen verwirrend. **Ist das Universum großskalig gesehen doch nicht homogen und isotrop?**

Die Entdeckung des extrem massereichen Saraswati-Superhaufens könnte zum Verständnis beitragen, wie und wann die Dunkle Energie eine wichtige Rolle bei der Entstehung der Superhaufen übernahm. Möglicherweise öffnet dies die Tür zu anderen kosmologischen Theorien, die in Konkurrenz zum CDM-Modell stehen; sie könnten möglicherweise bessere Erklärungen liefern, weshalb der Saraswati-Superhaufen bereits 10 Milliarden Jahre nach dem Urknall existieren konnte.

Ausblick

Die Entdeckung des Saraswati-Superhaufens bietet den Wissenschaftlern eine **neue Möglichkeit** die kosmische Entstehung und Entwicklung zu überdenken. Mithilfe neuer, moderner Instrumente sowie Messungen in anderen *Spektralbereichen* [1] können die Forscher zukünftig einen detaillierteren Blick auf den Saraswati- und andere Superhaufen werfen.



Abb. 6 Die Göttin Saraswati.
© wikipedia

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter **kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu**

Ihre
IG Hutzi Spechtler – Yasmin A. Walter

Quellenangaben:

[1] Mehr Information über astronomische Begriffe
www.wikipedia.de

[2] Mehr Information über den Laniakea-Supergalaxienhaufen
http://www.ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_laniakea.html

[3] Bagchi, J., et al., *ApJ* **844**, 1 (19 Jul 2017)

[4] Mehr Information über den Saraswati-Superhaufen
<http://www.iucaa.ernet.in>
Pressemeldung <http://www.iucaa.in/News.html>
New Scientist (14 Jul 2017)
Daten des SDSS <http://cas.sdss.org>

[5] Mehr Information über die BOSS Große Mauer
Lietzen, H., et al., *A&A* **588**, L4 (1 March 2016) // ESO (2016)