

Immer in Bewegung – unser *Supergalaxienhaufen* [19. Dez.]

Die **großräumige Struktur des Universums** entstand aus winzigen *Dichteschwankungen* nach der Entstehung des Universums. Rund 13,8 Milliarden Jahre nach dem Beginn ist die Materie im Universum nicht gleichmäßig verteilt, sondern ordnet sich in Gebieten, die eine höhere Materiedichte besitzen. Diese Verteilung der Materie im Universum gleicht einem **riesigen kosmischen Netz** aus honigwabenähnlichen Strukturen. Die Galaxien befinden sich sozusagen am Rand der Waben, während deren Inneres nahezu leer ist. Die Muster dieser wabenartigen Strukturen sind komplex und zahlreichen gravitativen Einflüssen unterworfen.

Seit rund 100 Jahren wissen wir, daß sich unser *Universum* weiter ausdehnt. Die *Expansion des Weltalls* folgt direkt aus der Lösung der Gleichungen der *Allgemeinen Relativitätstheorie* (ART) *Albert Einsteins*. Die Rate die Expansion bezeichnet man als *Hubble-Konstante* und geht auf den US-amerikanischen Astronomen *Edwin Hubble* zurück, der dies anhand von Galaxien beweisen konnte.

Man könnte sagen „**alles bewegt sich**“ (*panta rhei* [Plato]), denn innerhalb der großskaligen Strukturen des Universums sind auch die Galaxien und *Galaxienhaufen* ständig in Bewegung. Sie rasen aufeinander zu oder entfernen sich voneinander.

Bewegung in Galaxienhaufen

Seit Jahrzehnten messen die Astronomen diese Bewegung und versuchen sie zu verstehen. Nun hat ein internationales Team von Wissenschaftlern die **detaillierteste Karte** dieser großskaligen **Bewegungen von Galaxien** innerhalb des **Virgo-Supergalaxienhaufens** (Virgo-SGH, Abb. 1) erstellt [2]. Die Karte enthält fast 1.400 Galaxien und umfaßt einen Raumbereich von 100 Millionen *Lichtjahren*. Die Ergebnisse zeigen, daß sich unsere kosmische Nachbarschaft verändert hat.



Abb. 1 Helle Galaxien im Virgo-Galaxienhaufen.
Der Virgo-Galaxienhaufen ist der uns nächstgelegene größere Galaxienhaufen.
© NASA/R. B. Andreo

Die Forscher nutzten dafür Daten der *CosmicFlows-Durchmusterungen*, einer Serie von 3 Studien, die die Entfernung und die Geschwindigkeit der uns benachbarten Galaxien im Zeitraum vom 2011-2016, gemessen hat. Zusammen mit anderen Entfernungsmessungen der betreffenden Objekte und Abschätzungen derer *Gravitationswirkung* konnte ein Bewegungsmuster des Virgo-SGH erstellt werden.

Der Virgo-Supergalaxienhaufen

Auf der Basis dieser Daten konnten Computermodelle erzeugt werden, die die Bewegung von fast allen 1.400 Galaxien seit rund 13 Milliarden Jahren, d.h. seit 800 Millionen Jahren nach der Entstehung des Universums, darstellt. Dabei handelt es sich um die erste Visualisierung der **Detailstruktur unseres Lokalen Supergalaxienhaufens** sowie dessen Entwicklung seit der Entstehung des Weltalls (Abb. 2) – vergleichbar mit der Darstellung der aktuellen Geographie der Erde aus der Bewegung durch die *Plattentektonik*.

Die Computersimulationen geben die aktuellen Messungen gut wieder und zeigen, daß der Hauptanziehungspunkt dieser Raumregion der Virgo-Galaxienhaufen ist. Er befindet sich in rund 50 Millionen Lichtjahren Entfernung von der Erde und enthält etwa 1.300-2.000 Galaxien. Eine **Visualisierung** dieser Galaxienbewegungen finden Sie unter [2].

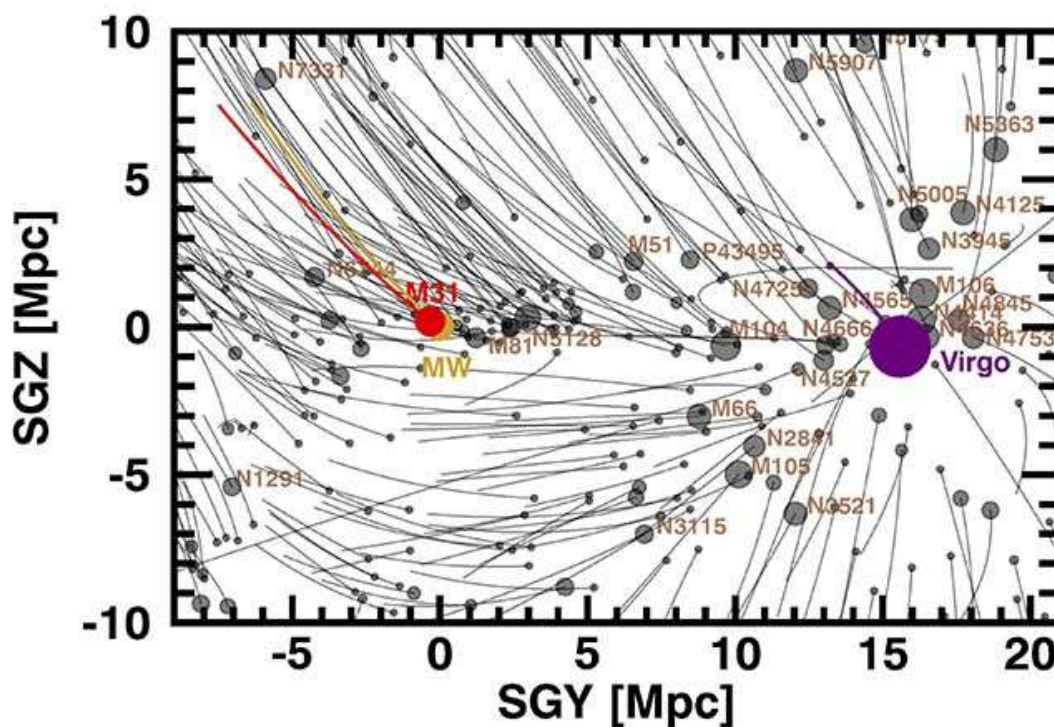


Abb. 2 Bahnbewegung der Galaxien im Lokalen (Virgo)Galaxienhaufen.

Der Virgo-Galaxienhaufen (rechts, **lila** Kreis) ist die uns nächste große Masseansammlung, die sämtliche Galaxien im Bereich von rund 40 Millionen Lichtjahren in seine Richtung zieht. Die zu ihm gehörigen bzw. sich in der Nähe befindlichen Galaxien sind mit *Messier-Nummern* (M) oder Galaxienkatalognummern (N=NGC) markiert. Dabei zeigen die schwarzen Linien die Richtung an, aus der sich die Galaxien auf den *Virgo*haufen zu bewegen. Die Milchstraße (MW, **gelb**) und die Andromedagalaxie (M31, **rot**) befinden sich noch relativ nah beisammen; nach ihrer Kollision in einigen Milliarden Jahren wird sich die dabei entstehende neue Riesengalaxie ebenfalls weiter in die Richtung des Virgohaufens bewegen. Andere bekannte Galaxien – wie M51 und M81 – bewegen sich ebenfalls in die Richtung des Galaxienhaufens.

Das Aufregende daran ist, daß die Simulationen zeigen, daß innerhalb der letzten 13 Milliarden Jahre **mehr als 1.000 Galaxien** in den Virgo-Galaxienhaufen gefallen sind. Wahrscheinlich erleiden sämtliche Galaxien, die sich gegenwärtig innerhalb von 40 Millionen Lichtjahren befinden, das gleiche Schicksal.

Glücklicherweise befindet sich die *Milchstraße* gegenwärtig außerhalb dieser **Todeszone**, jedoch werden sie und die uns benachbarte *Andromedagalaxie* (M31) innerhalb der nächsten rund 4 Milliarden Jahre kollidieren [3]. Jedoch wird die dadurch neu entstandene *Riesengalaxie* schließlich das gleiche Schicksal erleiden und in den unmittelbaren Anziehungsbereich des Virgo-SGH fallen. Der Pol der Milchstraße zeigt übrigens genau auf die massereiche Virgo-Riesengalaxie.

Wohin bewegen sich die Supergalaxienhaufen?

Es scheint als seien die auf diese Weise entstandenen Riesengalaxien Teil einer größeren Struktur: Auf der einen Seite bewegen sich sämtliche Galaxien – einschließlich der Milchstraße – in die Richtung einer flachen Region innerhalb des Virgo-SGH.

Um diese Bewegungen verursachen zu können, muß sich in der Region des Virgo-SGH eine Masse von insgesamt **600 Billionen Sonnenmassen** befinden. Zum Vergleich enthält die Milchstraße rund 200 Milliarden Sternen mit rund 200 Milliarden Sonnenmassen. [Eine Sonnenmasse entspricht der Masse unserer Sonne.]

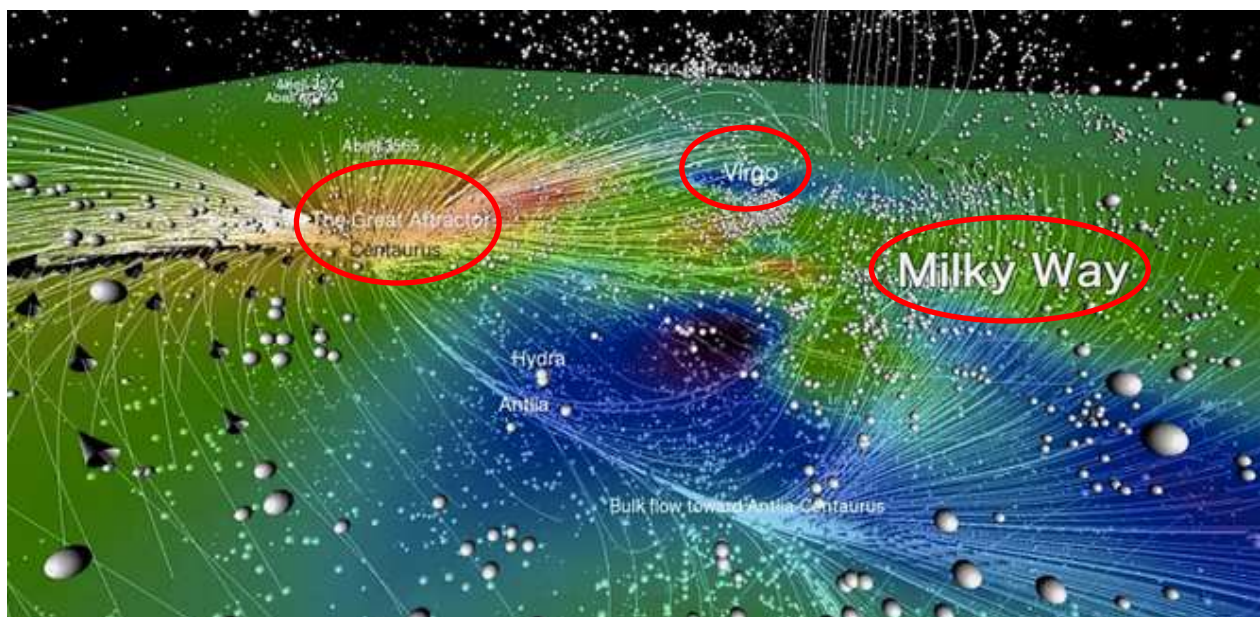


Abb. 3 Bahnbewegung von Galaxien im Bereich Virgo- und Centaurus-Galaxienhaufen bzw. dem Großen Attraktor.

Die Milchstraße und die Andromedagalaxie bewegen sich zwar in die Richtung des Virgo-Supergalaxienhaufens, jedoch zusammen mit diesem ebenfalls in die Richtung des Centaurus-SGH und des Großen Attraktors (rote Ellipsen).

© Tully et al. (2014)

Auf der anderen Seite bewegt sich diese gesamte Struktur zur gleichen Zeit in die Richtung eines **gravitativen Attraktors**, der sich in großer Entfernung zu dem SGH befindet.

Im Fall des Virgo-SGH werden sämtliche darin enthaltene Galaxien in die Richtung des **Centaurus-Supergalaxienhaufens** (Centaurus-SGH) gezogen, ein Haufen aus mehreren Hundert Galaxien, der sich in einer Entfernung von rund 170 Millionen Lichtjahren im Sternbild *Kentaurus* (Cen) befindet und in die Richtung des sog. **Großen Attraktors**. (Abb. 3 und 4)

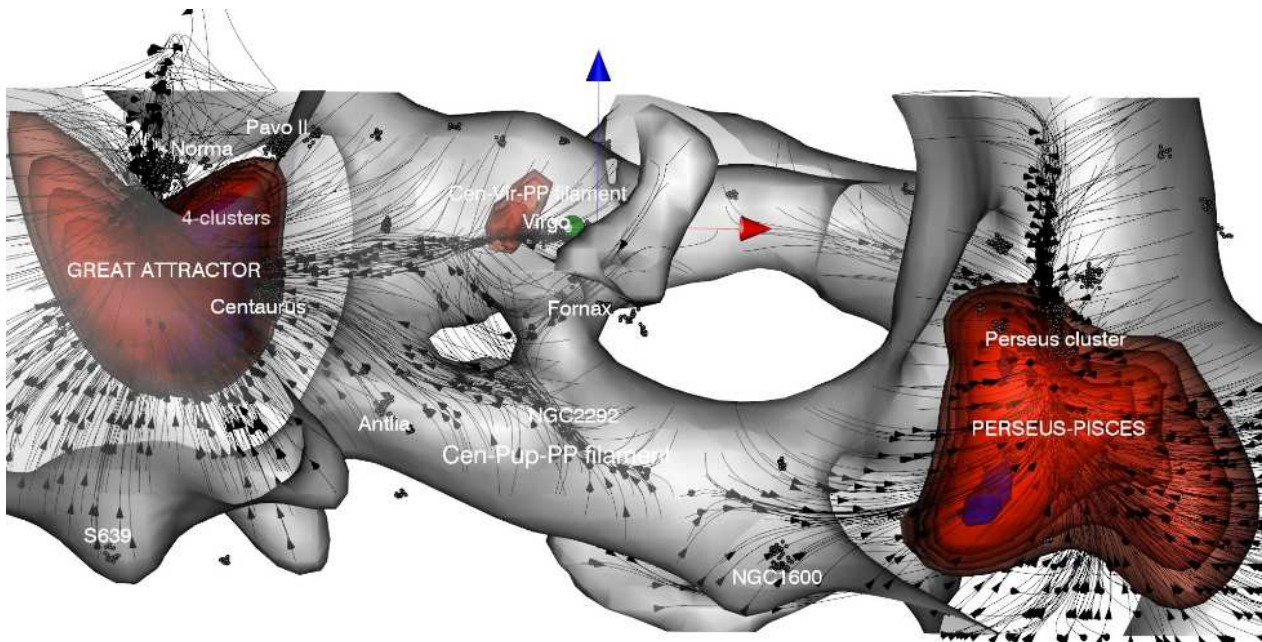


Abb. 4 Bahnbewegung von Galaxien im Bereich Großer Attraktor.

Der riesige *Perseus-Pisces-Supergalaxienhaufen* (Per-Psc) ist nicht der einzige extrem massereiche Galaxienhaufen, in dessen Richtung sich Tausende von Galaxien bewegen (Per-Psc, rechts); bei dem Großen Attraktor handelt es sich um eine noch massereichere Ansammlung von Materie (*Great Attractor*, links), die sich jedoch aus unserer Sicht hinter dem Zentrum der Milchstraße befindet und daher nur schwer beobachtbar ist. In der Bildmitte befindet sich der für die Milchstraße nahegelegene Anziehungspunkt, der Virgo-SGH, von dem aus die Mehrheit der Geschwindigkeitspfeile der Galaxien in die Richtung des Großen Attraktors zeigen. Die Supergalaxienhaufen sind von kleineren Galaxienhaufen umgeben.

© Pomarde et al. (2017)

Von oben gesehen erscheint das Trio aus Virgo-SGH, Per-Psc-SGH und dem Großen Attraktor wie folgt aus (Abb. 5):

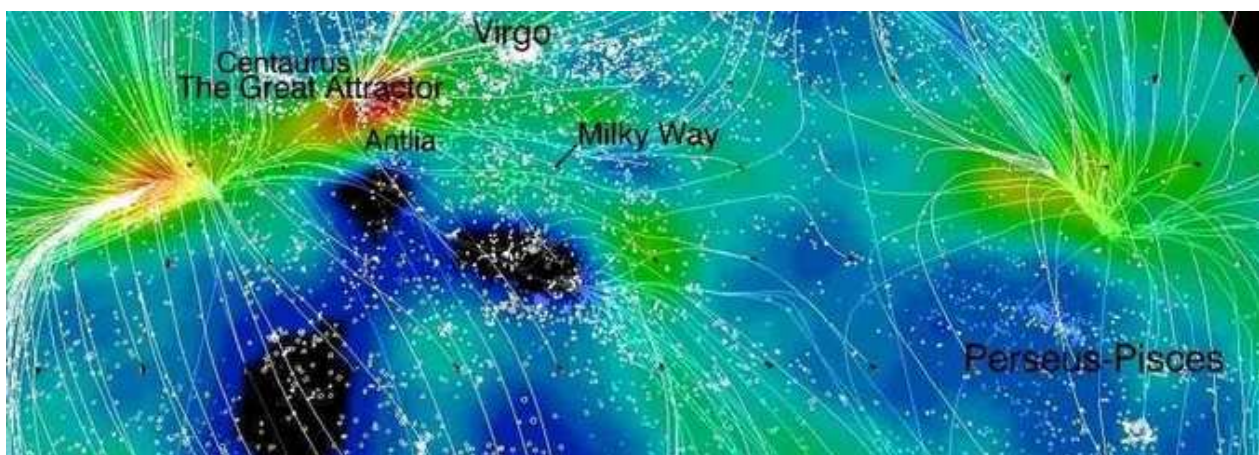


Abb. 5 Lage der Supergalaxienhaufen Virgo und Per-Psc sowie dem Großen Attraktor.

Die Ansicht des Trios aus den Supergalaxienhaufen Virgo und Per-Psc sowie dem Großen Attraktor erklärt, weshalb die Galaxien des Virgo-SGH eher in die Richtung des Großen Attraktors streben als in die Richtung des Per-Psc-SGH. Die Linien entsprechen Bahnen von Galaxien in Richtung der Massezentren.

© Tully et al. (2014)

Der Große Attraktor befindet sich rund 150 Millionen Lichtjahre entfernt; dabei handelt es sich um eine Raumregion, die nicht beobachtbar ist, da sie sich auf der anderen Seite der Milchstraße befindet und vom Zentrum der Milchstraße verdeckt wird. Die Wissenschaftler wissen seit langem, daß sich unsere Galaxie sowie deren Nachbarn in diese Richtung bewegen.

Die Region bildet zudem den Zentralbereich des **Laniakea-Supergalaxienhaufens** (Laniakea-SGH) [4]. Der Laniakea-SGH ist eine riesige Raumregion, die mit rund 100.000 großen Galaxien gefüllt ist und besitzt einen Durchmesser von mehr als 500 Millionen Lichtjahren – dagegen erscheint die Entfernung zur Andromedagalaxie von rund 2 Millionen Lichtjahren winzig.

Das große Ganze

Kurz gesagt expandiert das Universum immer weiter, während die Dynamik von Galaxien und Galaxienhaufen offensichtlich durch die Gravitationswirkung immer engere Strukturen zu bilden scheint.

Innerhalb unserer kosmischen Nachbarschaft sorgt der Virgo-Galaxienhaufen für die Hauptanziehung der Galaxien, die sich innerhalb von rund 40 Millionen Lichtjahren befinden. In einem größeren Maßstab jedoch sind es der Centaurus-SGH und der Große Attraktor – als Teil des wesentlich größeren Laniakea-SGH –, die ebenfalls an der Milchstraße und sämtlichen benachbarten Galaxien ziehen.

Die Analyse dieser anziehenden kosmischen Bewegungen innerhalb der letzten 13 Milliarden Jahre läßt uns auf die **Entwicklung des Universums** blicken. Mithilfe des *James Webb-Weltraumteleskops* (*James Webb Space Telescope* (JWST)) als Nachfolger des *Hubble-Teleskops* (*Hubble Space Telescope* (HST)) erhoffen sich die Wissenschaftler sogar noch weiter in die Vergangenheit des Weltalls blicken zu können.

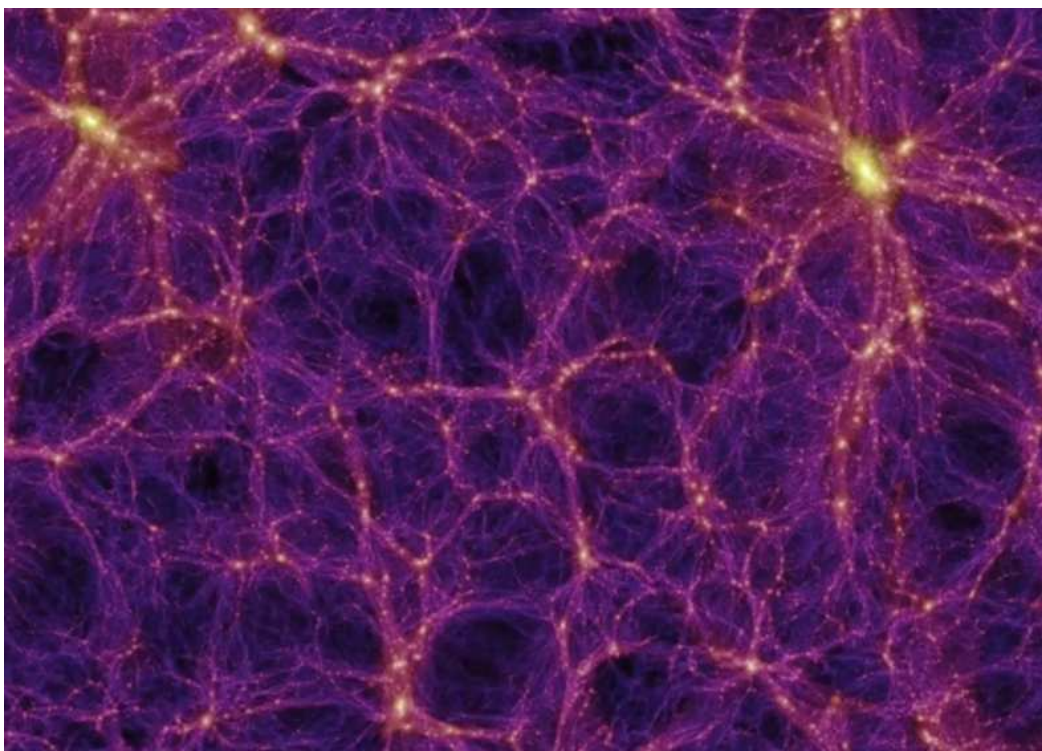


Abb. 6 Die großräumige Struktur des Universums.

Großräumig gesehen ähnelt das Universum einem riesigen Netz aus Honigwaben, auf deren Rändern sich die Galaxien befinden. Das Innere der Wabenstruktur ist relativ leer.

© Tully et al. (2014)

Die **neue Kartierung** der veränderten Struktur des Universums bestätigt nicht nur unsere kosmologischen Modelle und die physikalischen Theorien wie sich Materie großskalig verhält – beispielsweise die Allgemeine Relativitätstheorie –, sondern erlaubt es den Forschern vorherzusagen wie das Universum **in der Zukunft** aussehen wird, wie sich die Galaxien und Supergalaxienhaufen immer näher kommen und möglicherweise noch größere Strukturen bilden werden (Abb. 6).

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 (yahw)

Quellenangaben:

[1] Mehr Information über Objekte des Sonnensystems und astronomische Begriffe (*kursive Schreibweise*)
www.wikipedia.de

[2] Mehr Information über die neue Studie

<http://www.hawaii.edu/news>

Shaya, E. J., et al., *ApJ* **850**, No. 2 (4 Dec 2017)

Visualisierung (Video)

(Die Bahnen der Milchstraße und der Andromedagalaxie sind mit gelben bzw. grünen Strichen dargestellt.)

<https://www.youtube.com/watch?v=KVIQboP3woA>

[3] Mehr Information über die Kollision zwischen der Milchstraße und der Andromedagalaxie

<http://theskyatnight.de/sites/default/files/kollisionen%20der%20milchstrasse%20-%20jul%202017%20-%20TSAN.pdf>

[4] Mehr Information über den Laniakea-Supergalaxienhaufen

http://ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_laniakea.html

Video (englisch)

<https://youtu.be/rENyyRwxpHo>