

FRITZ-ZWICKY-JAHR: DER SECHSTE «GEGENSTAND DES MONATS»

Die Faszination des Unsichtbaren

In einer wegweisenden Pionierarbeit von 1933 beschrieb der Glarner Astrophysiker Fritz Zwicky die Dunkle Materie. Erst Jahrzehnte später anerkannte man seine Leistung – heute wird weitergeforscht.



VON SWANTJE KAMMERECKER

In den Tiefen des Fritz-Zwicky-Archivs in Glarus lagern, rot eingebunden, zehn schwere Bände, sogenannte «Collected Papers», mit den wissenschaftlichen Veröffentlichungen Fritz Zwickys. Dieser hat ein halbes Jahrhundert geforscht und entsprechend viele Papers geschrieben.

Doch eines sticht hervor – nicht optisch, aber wegen des Inhalts: Unter Absatz 5 des 17. Seiten langen Artikels in der Zeitschrift «Helvetica Physica Acta» vom 16. Februar 1933 mit dem Titel «Die Rotverschiebung von extragalaktischen Nebeln» schliesst er aus Beobachtungen eines Galaxienhaufens namens Coma, dass «... Dunkle Materie in sehr viel grösserer Dichte vorhanden ist als leuchtende.»

Mit damals nur groben Messmethoden (via Dopplereffekt: Verschiebung der Wellenlängen des von Himmelskörpern ausgesandten Lichts) bestimmte er die Geschwindigkeiten der Galaxien. Er stellte fest, dass sie sich im Mittel viel schneller bewegten, als es die Gesetze der Mechanik voraussagten. Es «...müsste also die mittlere Dichte im Coma-System mindestens 400 Mal grösser sein als die auf Grund von leuchtender Materie abgeleitete.»

Zwicky erkannte als erster, dass in reichen Galaxienhaufen ein dominanter Anteil der Materie nicht leuchtet.

Der Zeit weit voraus

Die unsichtbare Materie hält sich in einer Galaxie vermutlich in konzentrischen Kreisen auf, wobei sie nach aussen hin stetig zunimmt. So kompensiert sie den Effekt der Keplerschen Gesetze, wonach im Planetensystem die Geschwindigkeiten nach aussen hin (umgekehrt zur Wurzel des Abstandes) abnehmen würden.

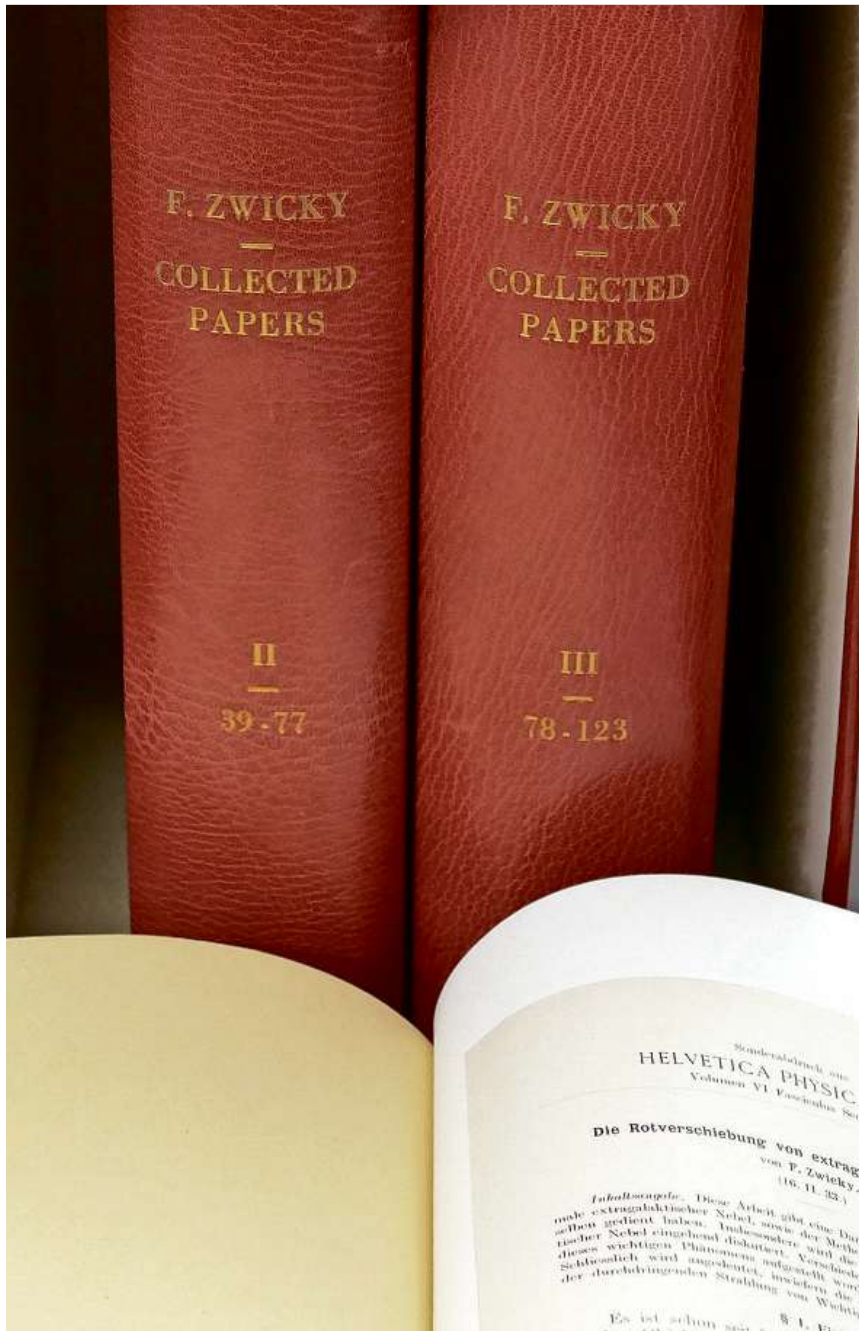
Heute weiss man, dass sich Dunkle Materie im ganzen Kosmos in netzartigen Strukturen verteilt und während der letzten 6,5 Milliarden Jahre zunehmend verklumpt. Computersimulationen der Entwicklung des Alls zeigen, dass ohne die Schwerkraftwirkung der Dunklen Materie keine stabilen Atome und Elemente – und somit weder Gestirne noch jegliches Leben – hätten entstehen können.

Mit Zwickys Feststellung konnte die Fachwelt über Jahrzehnte nichts anfangen.

Auch wenn die geheimnisvolle Substanz heute als unentbehrliche Zutat des «kosmischen Kuchens» (Harvard-Physikerin Lisa Randall in ihrem Buch «Dark matter and the dinosaurs») gilt: Mit Zwickys Feststellung konnte die Fachwelt über Jahrzehnte nichts anfangen. Sie schien zu abstrakt und visionär. Erst in den späten



Röntgenaufnahme des «Bullet Cluster»: In einer solchen Ansammlung von Galaxien entdeckte Fritz Zwicky die Existenz der Dunklen Materie. Normale sichtbare Materie ist rot, die Dunkle Materie (sichtbar gemacht) blau gefärbt.



Bemerkenswert: Fritz Zwicky hat 1933 in «Helvetica Physica Acta» Pionierarbeit geleistet, in welcher er anhand von Galaxienbeobachtungen auf die Existenz Dunkler Materie schliesst.

Was ist was: Der Unterschied zwischen Dunkler Materie und Schwarzen Löchern

Dunkle Materie ist nicht sichtbare Materie, die aus einer noch unbestimmten Substanz besteht, die aber wie eine sichtbare ebenfalls einen Einfluss auf die Gravitation ausübt.

Schwarze Löcher: Während Dunkle Materie nicht mit Licht interagiert, absorbieren Schwarze Löcher Licht und alles andere, was ihnen zu nahe kommt. Ein Schwarzes Loch entsteht, wenn sich zu viel Materie (zum Beispiel sehr

schwere Sterne) auf zu kleinem Raum aufhält und «kollabiert»: Seine Masse zieht sich zu einem unendlich kleinen Punkt zusammen, die von Einstein beschriebene Raumzeit wird unendlich gekrümmt. Das Phänomen wird auf Bildern dargestellt wie ein Trichter: Sobald eine bestimmte Randlinie, der Ereignishorizont, überschritten wird, gibt es kein Zurück mehr. Da es sich bei Dunkler Materie um Masse handelt, könnte sie

aber ebenfalls als Schwarzes Loch enden.

Dunkle Energie: Ein Energiefeld, welches das ganze Universum gleichmässig ausfüllt. Sie beschleunigt alle Strukturen im Kosmos. In Einsteins Gleichungen wird sie als «kosmologische Konstante» aufgeführt, welche eine Gegenkraft zur Gravitation darstellt. Für das Ende des Universums gibt es zwei Szenarien: Beim «Big Crunch» würde dieses kollabieren,

1970er Jahren kam wieder Bewegung in die Sache: Vera Rubin bestätigte mit speziellen Messungen an Randgebieten von Galaxien Zwickys Voraussagen. Untermauert wurde die Existenz der Dunklen Materie auch durch Forscher, welche sich – wie bereits Zwicky – mit dem «Gravitationslinseneffekt» beschäftigten, der optischen Verzerrung des im Kosmos abgestrahlten Lichts: Je mehr Materie (auch dunkle) da ist, desto stärker fällt der Linseneffekt aus.

Solche Beobachtungen zeigen, dass Dunkle Materie sich im Gegensatz zur gewöhnlich, ungehindert und für uns übrigens unbemerkt bewegt.

Er kann heute mit Röntgen-Weltraum-satelliten gut sichtbar gemacht werden. So gelang 2006 mit dem Nasa-Satelliten Chandra die spektakuläre Abbildung eines «Bullet Cluster», der aus dem Zusammenprall zweier Galaxienhaufen entstanden ist. Die Aufnahme erlaubte es, via Gravitationslinseneffekt zu bestimmen, wo sich Dunkle Materie aufhält – nämlich in den Aussenbereichen (blau), welche die heissen Gase (rot) innen fangen halten.

Solche Beobachtungen zeigen, dass Dunkle Materie sich im Gegensatz zur gewöhnlichen ungehindert und für uns übrigens unbemerkt bewegt. Sie ist überall. Während Sie diese Zeitung in der Hand halten, durchströmen laut Berechnungen der Physiker jede Sekunde 100 000 dieser Teilchen die Fläche Ihres Daumennagels.

Sie scheint fast keine Wechselwirkungen mit der sichtbaren Materie zu haben und ist darum äusserst schwer fassbar. Was die Weltspitze der Teilchenphysiker gerade antreibt, sie mit immer besseren Detektoren zu jagen.

Es könnten die Wimps sein

So wie Laura Baudis von der Universität Zürich. Als potenzielle Kandidaten der Dunklen Materie nennt sie «Wimps» (Weakly interacting massive particle, schwere Partikel mit schwacher Wechselwirkung).

Sollte so ein Wimp im unterirdischen Labor des italienischen Gran-Sasso-Massivs, in einem Riesentank mit hochreinem Flüssig-Xenon, auf einen der Atomkerne treffen – was bis jetzt noch nicht geschah – würde ein Lichtblitz entstehen. Die empfindliche Anlage könnte sogar ein einzelnes Lichtteilchen (Photon) erfassen; es wäre ein grosser Triumph.

Doch ob dies je passieren wird, liegt im Dunkeln. Fritz Zwicky, der heute als «Vater der Dunklen Materie» bezeichnet wird, hat mit seiner Entdeckung ein Forschungsgebiet eröffnet, in welches weltweit Milliarden Dollar investiert werden.

So guät

Darum finde ich Gotthard so guät

MARTIN MEIER

Meine Liebe zu Gotthard wächst im zürcherischen Effretikon, im Kerzenlicht eines romantischen Mühle-Gartens, im In-Lokal «QN». Wo das Schweizer Kulturgut die nur 80 privaten Fans genau «so guät» zu begeistern wusste, wie vor Kurzem die 80 000 in der Flughafen-Arena von Prag. Als Vorgänger der Rolling Stones, mit Hardrock, aber auch mit Balladen, die ans Herz gehen und süchtig nach mehr machen.

«Heaven» ist da nur ein gutes Beispiel. Der Song ist eine Hymne an die Liebe, in der die Musiker die Fans auffordern, ihnen den Weg zu ihren Herzen zu zeigen.

Die Fans zeigen den Weg – auf ihre Art, mit einem Meer aus Handylichtern, sie zeigen ihn auf, indem sie mitsingen und -träumen, als wären sie im Land ob den Wolken, im Himmel eben.

Doch Gotthard ist noch mehr: Es ist eine Band zum Anfassen, deren Mitglieder sich nie zu schade sind, mit Anhängern ein paar Worte zu wechseln oder mit ihnen für ein Selfie zu posieren. Gotthard kennt keine Starallüren. Gotthard wird es schaffen, den grössten Glarner Chor anzustimmen.

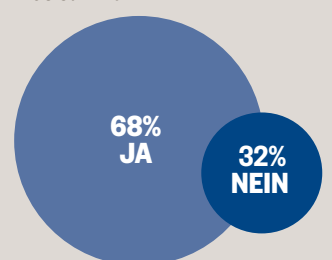
Und noch etwas ist Gotthard. Gotthard ist nicht nur Leo Leoni, Marc Lynn, Freddy Scherer oder Hena Habegger: Gotthard ist auch Nic Maeder, der nach Steve Lees tragischem Unfalltod ein schweres Erbe angetreten hat. Ein Erbe, das er «so guät» verwaltet, mit seiner Stimme gar «so guät» weiterentwickeln konnte, dass ich mir sicher bin: Nach Sound of Glarus werden Gotthard, nebst mir, noch weitere Glarnerinnen und Glarner «so guät» finden – oder eben lieben.

martin.meier@somedia.ch

WIR HATTEN GEFRAGT

«Sind Sie schon einmal bestohlen worden?»

Stand gestern: 18 Uhr
498 Stimmen



FRAGE DES TAGES

«Heiss, schlechte Luft: Verzichten Sie derzeit auf Sport im Freien?»

Stimmen Sie online ab:
suedostschweiz.ch

Das nächste Event: Sonnenbeobachtung in Mollis

Leuchtende Materie beobachten kann man (bei gutem Wetter) am 25. August, von 10 bis 14 Uhr, im Garten des Ortsmuseums Mollis: Eine Crew der Sternwarte Mirasteilas Falera (GR) stellt Spezialausrüstung zur Sonnenbeobachtung auf und instruiert Interessierte. Die Ausstellung selber ist nachmittags (14 bis 17 Uhr) jeden Dienstag, Mittwoch, Samstag, Sonntag offen. Führungen auf Anfrage unter www.fritz-zwicky.ch, beim Ortsmuseum Mollis, Telefon 055 612 38 60 oder marianne.nef@bluewin.ch. (SWJ)