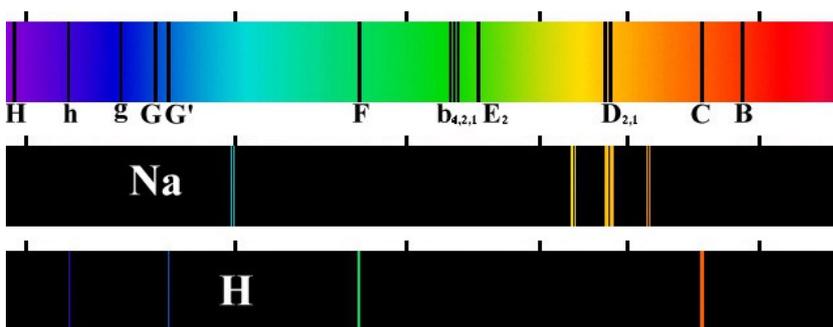


Große Teleskope für kleine Wellen

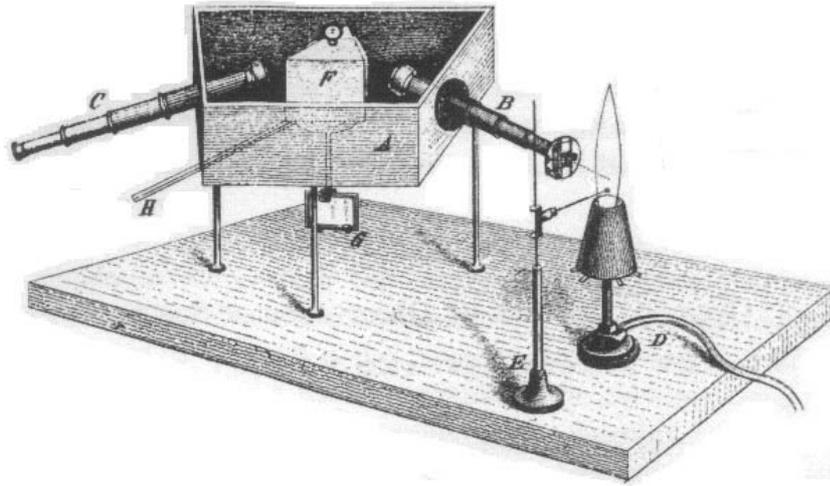
Deutsche Zusammenfassung der Antrittsvorlesung von Dr. Floris van der Tak, zur Gelegenheit seiner Ernennung als Professor der Submillimeter-Astronomie an der Universität Groningen, 11. 2. 2014.



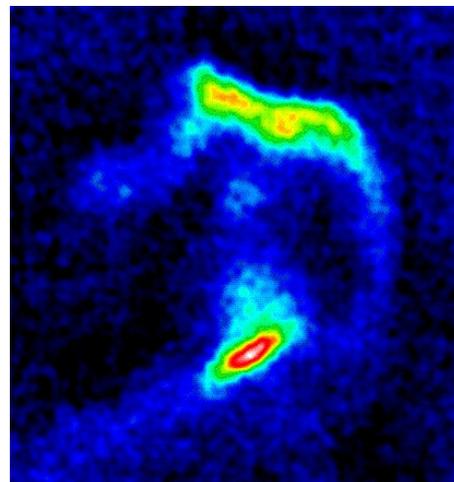
Die Spiralgalaxie M33 ist eine normale Galaxie wie unsere Milchstraße. Gelb in diesem Bild sind gewöhnliche Sterne wie die Sonne, blau sind Sterne die 10-100 mal massenreicher als die Sonne sind, rot sind Gaswolken zwischen den Sternen, und schwarz sind Staubwolken die das Licht der Sterne dahinter verdecken. Aber wie wissen wir das?



Licht besteht aus Wellen unterschiedlicher Länge: rotes Licht hat längere Wellen, blaues hat kürzere. Astronomen nennen die Verteilung von Lichtsignalen nach Wellenlänge ein Spektrum. Vor genau 200 Jahren entdeckte Fraunhofer, daß das Spektrum der Sonne außer der Farben des Regenbogens auch dunkle Linien enthält. Einige dieser Linien hatten die gleiche Wellenlänge als die hellen Linien im Spektrum einer Kerzenflamme. Fraunhofer folgerte daraus, daß die Sonne die gleichen Gase enthält als die Flamme einer Kerzen.



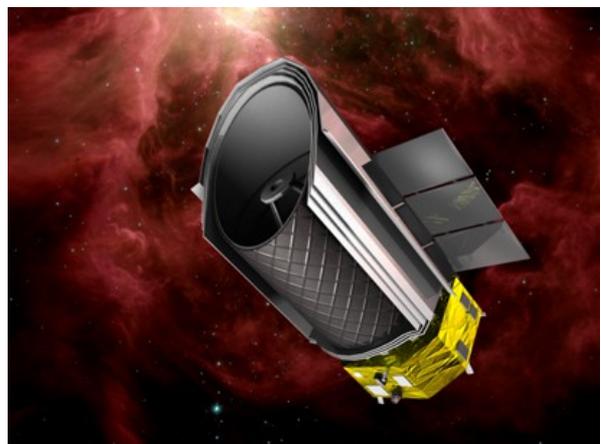
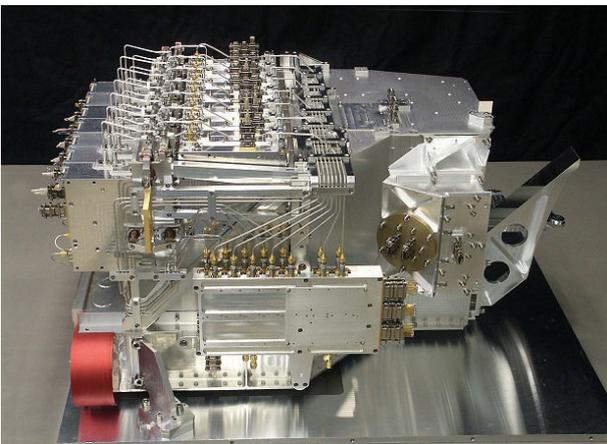
Welche Gase das sind wurde 1859 von Kirchhoff & Bunsen in Heidelberg entdeckt. Sie beobachteten das Licht einer Flamme mit heißem Gas und bestimmten, bei welcher Wellenlänge die Linien von verschiedenen Elementen (Eisen, Sauerstoff, usw.) liegen. Dabei entdeckten sie 2 neue Elemente: Cesium und Rubidium. Einige von Fraunhofers dunklen Linien konnten sie aber nicht zuordnen, und sie entschieden, daß es somit ein Element auf der Sonne geben muss, das es nicht auf Erden gibt. Sie nannten es Helium, nach dem griechischen Wort für Sonne. Später wurde es auch auf der Erde entdeckt, wo man es benutzt um z.B. Ballons aufzupusten.



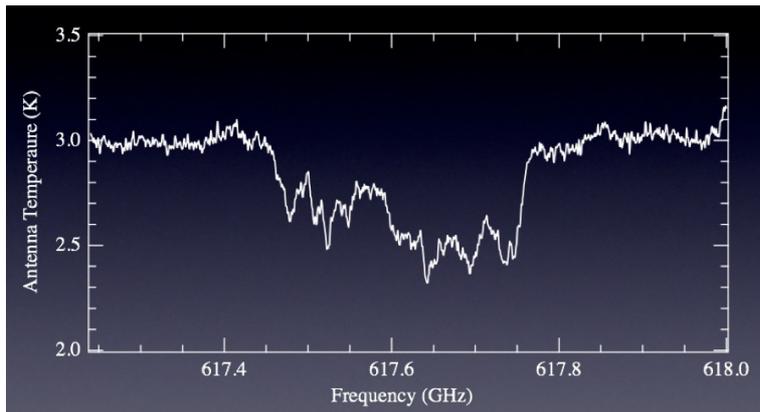
Submillimeter-Strahlung ist Licht mit einer Wellenlänge von etwa 1 mm, also 1000 Mal länger als sichtbares Licht. Ich benutze solches Licht um in dichten, dunklen Wolken zu beobachten, wie neue Sterne entstehen, z.B. im Pferdekopfnebel in Orion. Im Hals des Pferdes zeigt das Submillimeter-Bild (rechts) ein Gebiet, in dem Sterne entstehen. In sichtbarem Licht (links) ist dieses Gebiet völlig unsichtbar. Diese Technik hat eine Ähnlichkeit mit Ultraschall-Untersuchungen von Babys im Mutterleib.



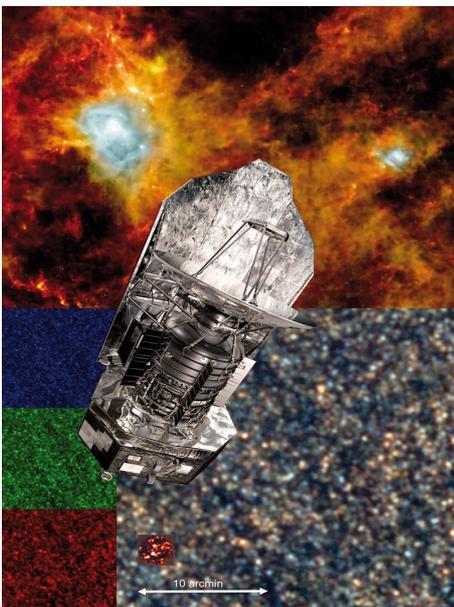
Mit Submillimeter-Strahlung kann man auch die Temperaturen solcher Wolken bestimmen, wie in diesem Bild des Rosette-Nebels, 2010 beobachtet vom Weltraumteleskop *Herschel*. Die Farben im Bild zeigen die Temperatur: blau ist warm, rot ist kalt.



Auch im Submillimeter-Bereich gibt es Linien, allerdings nicht von Atomen wie Eisen und Helium, sondern von Molekülen wie Wasser und Kohlenmonoxid. Zur Beobachtung solcher Linien haben meine Kollegen von SRON Groningen das HIFI-Instrument (Bild links) entworfen und gebaut für das Weltraumteleskop *Herschel*. Das nächste Großprojekt für SRON ist ein Instrument fürs Japanisch-Europäische Weltraumteleskop *Spica* (Bild rechts), das in etwa 10 Jahren Beobachtungen in infrarotem Licht durchführen wird. Die Kombination von Wissenschaft (Kapteyn-Institut) und Technologie (SRON) macht Groningen zum idealen Standort für mein Gebiet.



Meine Forschungsgruppe benutzt Linien im Submillimeter-Bereich um die Dichte und die chemische Zusammensetzung von Gaswolken im Weltall zu bestimmen. Darüber hinaus bestimmen wir die Richtung und Geschwindigkeit von Gasströmungen innerhalb der Wolken, um zu verstehen, wie sich neue Sterne bilden. Solche Untersuchungen setzen aber ein Wissen voraus, von welchem Molekül eine Linie ist, und diese Identifizierung erfordert Zusammenarbeit mit Laboren wie z.B. in Köln. Viele Spektren von HIFI, aufgenommen zwischen 2009 und 2013, zeigten diese mysteriöse Spektrallinie bei 0.5 mm Wellenlänge. Erst Oktober 2013 wurde sie identifiziert als Argonium, welches das erste Molekül überhaupt ist, das ein Edelgas enthält.



Das Jahr 2010 war ein Wendepunkt der Submillimeter-Astronomie, da das Fachgebiet seinen Arbeitsstil von kleinen Gruppen zu großen Konsortien änderte, wie in der Sonderausgabe (Bild links) der Fachzeitschrift *Astronomy & Astrophysics* mit den ersten Ergebnissen des *Herschel*-Teleskops. Vorteil dieser Entwicklung ist, daß die gleichen Daten für viele Sterne oder Wolken erfasst und ausgewertet werden, und die Ergebnisse gut miteinander vergleichbar sind. Nachteil ist aber, daß die Leistung individueller Wissenschaftler schwierig zu erkennen ist. Versuchen Sie mal, mich wiederzufinden auf dem Gruppenbild rechts!



Die Entstehung von Planeten bei neuen Sternen und die Entstehung von Leben auf diesen Planeten sind Forschungsziele für die Zukunft. Die Erfolgchancen dafür sind gut, wie folgende Schätzung zeigt. In der Milchstraße gibt es etwa 100 Milliarden Sterne, und etwa ebenso viele Planeten. Zur Entstehung von Leben braucht es flüssiges Wasser, und dafür muss der Planet die richtige Entfernung zum Stern haben (für die richtige Temperatur) und etwa so groß sein wie die Erde (für die richtige Luftdruck an der Oberfläche). Dies ist bei etwa 1% der Planeten der Fall, in der Milchstraße also bei 1 Milliarde Planeten. Die Entwicklung *intelligenter* Lebewesen ist dann eine Frage der Zeit: auf der Erde gibt es den *Homo sapiens* seit 100 000 Jahren, also 1/45000 des Alters der Erde. Deshalb gibt es wahrscheinlich auf etwa 22 000 Planeten in der Milchstraße Leben. Die große Herausforderung ist es, dies zu finden!