

## Digitale Kinder-Universität | Transkript zur Vorlesung von Dr. Martin Wendt „Von der Erde bis ins Weltall – eine „kleine“ Reise“

(für die barrierefreie Nutzung im Web)

„Herzlich Willkommen auf dem Campus Golm in unserer Übungs-Sternwarte. Mein Name ist Martin Wendt, ich bin Astrophysiker am Institut für Physik und Astronomie in Potsdam und ich lehre und forsche seit etwa zehn Jahren.

Wir sind hier auf dem Dach des Instituts in unserer Sternwartenkuppel. Wir sehen schon, das Gebäude ist rund gebaut mit einem klassischen Kuppeldach, das man von Teleskopen kennt. Und wer vielleicht schon als Jugendlicher gerne Teleskope gebaut hat oder ähnliches, wird mit Bauklötzen unzufrieden sein, denn so ein rundes Gebäude lässt sich einfach schlecht darstellen. Wieso haben das die Ingenieure auf der ganzen Welt eigentlich gemacht? Die Idee ist, dass man immer einen Spalt im Kuppeldach hat, den man ganz bis auf die Grundmauer öffnen und mit dem Dach drehen kann. Das Dach liegt also frei oben drauf auf dem Gebäude und kann gedreht werden, sodass man mit dem Teleskop im Windschatten in alle Richtungen bis in den Horizont schauen kann. Das ist besonders wichtig für uns, dass wir da die Möglichkeiten haben.

Das Teleskop selbst kann man hier sehen. Es ist ein klassisches Cassegrain-Teleskop, hat eine Brennweite von etwa 3,5 Metern bei 50 Zentimetern Öffnung. Es ist also schon relativ groß. Viel größere Teleskope würden hier bei uns in Potsdam wenig Sinn ergeben, weil nachts immer noch Straßenlaternen oder andere Leuchtmittel an sind. Die sogenannte Lichtverschmutzung gibt uns da immer die Grenze vor, wie weit wir gehen können. Bei so einem Cassegrain-Teleskop ist der Lichtweg ganz besonders. Ich zeig das hier einmal ... Man kann sehen, dass das Licht vorne an der Öffnung einfällt und dann auf den großen Hauptspiegel trifft. Das ist praktisch ein gebogener Spiegel, wie bei einem Schmink- oder Rasierspiegel, der das Bild auch vergrößern kann und von dort aus auf einen weiteren zweiten Spiegel gelenkt wird, den man hier im Bild sieht, und dann durch ein Loch in den Hauptspiegel nach außen geführt wird, wo man dann das Okular, also das Sichtstück für das Auge, befestigen kann oder eine komplizierte Kamera oder ein anderes Messgerät.

Ich zeig das hier einmal am echten Teleskop. Das hier ist der Teleskop-Tubus. Hier vorne durch die 50 Zentimeter-Öffnung tritt das Licht ein und wird hier unten am Hauptspiegel reflektiert, gebündelt am zweiten Spiegel und kommt hier dann wieder zurück, raus am Okular, wo wir beobachten.

Ein weiterer Aspekt bei diesen Teleskopen, der sofort ins Auge sticht, ist die Montierung. Wir nennen „Montierung“ die Methode, mit der das Teleskop am Boden befestigt ist. Es ist besonders wichtig, dass diese erschütterungsfrei ist, sodass nicht das ganze Teleskop zu wackeln anfängt, wenn man vorbeiläuft. Und es fällt auch sofort auf, dass das Teleskop ein bisschen schräg angebracht ist. Als Ingenieur würde ich mich sofort fragen: Wozu das Ganze? Alles muss stabil und möglichst wackelfrei sein – aber bitte schön schräg. Das hat einen besonders guten Grund, denn wir können, wenn wir die Sterne beobachten, nicht einfach nur unsere Kamera einmal ausrichten und anfangen Bilder aufzunehmen oder Sterne anzuschauen, sondern wir

müssen die Sterne am Himmel irgendwie mitverfolgen. Die Erde dreht sich im Laufe der Nacht, sodass die Sterne scheinbar am Himmel wandern, so wie die Sonne tagsüber am Himmel wandert. Und wie können wir am besten dafür sorgen, dass wir immer ausgerichtet sind auf die Sterne? Indem wir das Teleskop den Sternen hinterherdrehen. Und zwar um dieselbe Drehachse, um die sich auch die Erde dreht, nur natürlich verschoben. Das sehen wir hier – das ist diese schräge Stelle, die genau dem Breitengrad entspricht, den Potsdam hat, also in etwa der 52. Grad nördlicher Breite. Das ist so eingerichtet, dass sich diese Achse parallel dazu dreht und wir einfach in die andere Richtung drehen können. Und schon steht das Teleskop starr im Raum, während sich die Erde darunter hinwegbewegt – und wir starren die ganze Zeit an dieselbe Stelle im Himmel. Das ist besonders praktisch für uns.

Alle Teleskope dieser Größe und dieser Art sind über die letzten 100 Jahre so gebaut worden. Erst, wenn man viel größerer wird, größer als der ganze Raum, fängt man an, wieder Teleskope zu bauen, die einfach rauf-runter / links-rechts beobachten. Die haben aber das große Problem, dass sich das ganze Bild verdreht. Das muss man kompliziert lösen – es ist also für uns hier nicht geeignet. Wir müssen das Teleskop der Erde genau entgegengedrehen, damit wir fest an einen Punkt im Himmel gucken können, auch während sich die Erde weiter bewegt.

Dafür ergibt sich die Frage: Wie schnell dreht sich der Motor, mit dem wir das Teleskop korrigieren? Und zwar nicht, wie man leicht denken kann, in 24 Stunden einmal rum, denn das ist die Dauer unseres Tages. Tatsächlich dreht sich die Erde etwas schneller. Ich kann das einmal zeigen. Man stelle sich vor, ich bin die Erde, unsere Teleskopmontierung hier ist die Sonne. Ich dreh mich einmal um mich rum, das sind 24 Stunden und ich hab die Sonne wieder genau 12 Uhr mittags im Winter gerade vor mir am höchsten Punkt am Himmel stehen. In Wirklichkeit dreht sich aber im Laufe des Jahres jeden Tag die Erde weiter um die Sonne herum. Ich zeige das einmal. Führe ich beide Bewegungen aus, habe ich tatsächlich hinterher, nachdem ich mich einmal gedreht habe, die Sonne nicht wieder gerade vor mir, sondern ich müsste mich ein Stückchen weiter drehen, um die Sonne auch wieder direkt vor mir zu haben. Und das sind die 24 Stunden, die ein Tag für uns auf der Erde dauert. Aber die Erde selbst hat nur 23 Stunden, 56 Minuten, 4 Sekunden und ein „paar Zerquetschte“ gebraucht. Tatsächlich dreht sich die Erde also schneller.

Das bedeutet also auch: Wenn ich abends um 20 Uhr einen Stern am Himmel beobachte und ich exakt am nächsten Tag um 20 Uhr an dieselbe Stelle schaue und das Teleskop gar nicht verstellt hab, sehe ich den Stern nicht mehr. Ich hätte etwa vier Minuten vorher schauen müssen, weil die Erde sich wirklich schneller dreht.

Für die Astrophysiker, die ins Weltall schauen und nicht auf unsere eigene Sonne, ist es besonders wichtig, dass wir uns merken, in welche Richtung die Erde eigentlich gerade „guckt“. Das Prinzip, dass sich etwas um sich selbst und um etwas anderes dreht, kann man auch schön einfach an Münzen zeigen. Ich habe hier mal zwei gleiche Münzen vorbereitet, zwei 50 Cent-Münzen, eine habe ich markiert, damit man das besser sieht. Die Frage ist: Wenn ich die eine festhalte und die andere dreht sich am Rand außen entlang – wie oft dreht sich dann die äußere Münze? Die meisten antworten: „Ein Mal.“ Klar, Rand auf Rand. Aber, schaut auch selbst, was dann passiert. Ich drehe die äußere Münze einmal herum und man sieht, nach der halben Strecke ist sie schon einmal gedreht. Das heißt, bei einer ganzen Runde, hat sich die äußere Münze tatsächlich zweimal um sich selbst gedreht. Einmal, weil der Rand sich abdrehen musste, und einmal, weil die Münze sich um die andere herum bewegt hat. Das ist das gleiche Prinzip, wie wir es bei der Erde und der Sonne haben.

Wir haben gerade gesehen, wie schnell die Erde sich dreht. Und zur Erde gehört natürlich ihr ständiger Begleiter: der Mond. Wenn man sich Bücher, vor allem Schulbücher, anschaut, sieht man, dass es oft Probleme bereitet, den Mond und die Erde auf einer Seite vernünftig unterzubringen. Häufig sind sie in der Größe passend zueinander abgebildet, aber dann ist der Abstand schwierig darzustellen. Ich zeig das mal. Wenn man sich vorstellt, man hat hier die Erde

und dort den Mond, dann passt das vom Größenverhältnis. Der Mond ist also ein ganzes Stückchen kleiner als die Erde. Aber wenn man jetzt maßstabsgetreu den Abstand zur Erde haben möchte, müsste man beide ganze schön weit auseinanderschoben. Erde und Mond müssten so weit auseinanderliegen, dass die Erde etwa 30 Mal dazwischen passt. Das wären dann etwa 384.000 Kilometer im Durchschnitt – das ist eine ganze Menge. Da braucht das Licht schon eine gewisse Zeit. Das heißt, selbst das Licht, das unglaublich schnell ist, braucht vom Mond zur Erde etwa 1 bis 1,5 Sekunden. Wenn wir also jetzt ein Foto vom Mond machen, dann sehen wir den Mond nicht exakt so, wie er jetzt aussieht, sondern wie er vor einer Sekunde aussah. Das spielt vielleicht keine besonders große Rolle, aber das ändert sich, wenn wir beispielsweise auf die Sonne schauen. Wir schieben einmal Mond und Erde beide kleiner, sodass Platz für die Sonne entsteht. Das Licht braucht von der Sonne zu uns schon etwa acht Minuten. Deshalb sagt man auch acht Lichtminuten für die Entfernung. Das sind diese astronomisch großen Zahlen, die man sich kaum vorstellen kann bei den Entfernungen, sodass man auch einfach sagt: Das ist eine astronomische Einheit, die man genauso definiert hat – die Entfernung zwischen Erde und Sonne.

Wenn wir das ganze Bild von der Erde, Sonne und Mond mal wegwischen und uns ein bisschen weiter hinausgeben, unser Sonnensystem verlassen, kommen wir irgendwann zu den Sternen in unserer Nachbarschaft. Der nächste Stern ist „Proxima Centauri“, der ist etwa vier Lichtjahre entfernt. Von dort zu uns braucht das Licht also schon vier Jahre. Wenn wir eine Hallo-Nachricht in Richtung „Proxima Centauri“ schicken würden und wüssten, da sind vielleicht Nachbarn, müssten wir auf eine Antwort acht Jahre warten. Vier Jahre bis die Nachricht dort ankommt, vier Jahre bis eine Antwort bei uns landen würde. Das sind also große Entfernungen. Das ist etwas, mit dem die Astronomie immer zu tun und zu kämpfen hat, dass wir, wenn wir in die Entfernung schauen, auch immer in die Vergangenheit schauen.

Grundsätzlich können wir als Astrophysiker sowieso immer nur zuschauen. Wir haben kein Labor, in dem wir einen Stern testen oder ausprobieren können. Man kennt das von der Physik: das Experiment, bei dem man an Knöpfen dreht, vielleicht etwas zusammenstaucht oder die Temperatur erhöht und guckt, wie sich das Ganze verhält. Bei Sternen können wir immer nur schauen mit unseren Teleskopen. Deswegen ist auch die Ausbildung am Teleskop für unsere Studierenden so wichtig. Man kann sich das Ganze vielleicht vorstellen, als würde eine andere Zivilisation, die nichts von der Erde weiß, einfach ein Foto machen, vielleicht von Potsdam. Man sieht: Manche Leute stehen auf der Straße, die Leute in den Häusern oder Autos erkennt man nicht. Würde man es schaffen, an diesem einen Moment, der in der Zeit festgefroren ist, zu verstehen, dass Menschen klein geboren werden, größer werden und irgendwann sterben, dass es Männer, Frauen und andere Geschlechter gibt, dass es verschiedene Hautfarben gibt, verschiedene Haarlängen, verschiedene Augenfarben, verschiedene Kleidung? Würde man begreifen wie das alles zusammenhängt? Es wäre sehr schwierig. Aber genau das versuchen wir Astronomen, wenn wir uns verschiedene, Hunderte, Tausende und Abermillionen Sterne anschauen. Denn selbst wenn wir uns 100 Jahre lang einen Stern angucken, ist das wie ein Standbild bei uns, von uns Menschen. Nach 100 Jahren hat sich ein Stern eigentlich nicht besonders weiterentwickelt, er wird Millionen und Milliarden von Jahren alt. Das ist also etwas ganz Besonderes an der Astrophysik, dass wir viele Objekte beobachten und uns viele Dinge anschauen, um zu verstehen, worum es geht.

Speziell hier in Golm gibt es eine Arbeitsgruppe, die sich mit der Extragalaktik befasst, also Dingen außerhalb unseres Sonnensystems und auch außerhalb unserer Milchstraße. Zu unserer Milchstraße selbst gehören etwa 250 bis 300 Milliarden Sterne, das sind viel mehr Sterne, als es gerade Menschen auf der Erde gibt, vielleicht 30-mal so viel, und auch wesentlich mehr Sterne, als es jemals Menschen auf der Erde gab. Die können wir gar nicht alle zählen, sodass diese Zahl auch ein bisschen „Pi mal Daumen“ ist. Es könnten 50 Milliarden mehr oder weniger sein, das können wir jetzt nicht genau wissen. Das Besondere ist aber, dass wir beobachten können, was für verschiedene Sterntypen es gibt und wie sie sich verhalten – und tatsächlich erkennen wir

auch, wie Sterne geboren werden oder auch sterben.

Wenn wir noch ein bisschen weiter rausgehen, haben wir irgendwann unsere Milchstraße verlassen. Es kommt ein ganzes Stück lang gar nichts, bis wir dann zu unserer bekannten Nachbargalaxie kommen: der Andromedagalaxie. Wir haben hier ein sehr schönes Bild davon, ich zeig das einmal. Das ist also eine Galaxie, die unser eigenen sehr ähnlich ist, aber ein bisschen größer. Wir schätzen, dass sie aus etwa einer Billion Sterne besteht, das sind 1.000 Milliarden Sterne. Die Sterne dieser Galaxie kann man gar nicht alle einzeln sehen, so weit ist sie entfernt. Man sieht zwar jetzt jede Menge einzelner Punkte, aber das sind alles Sterne, die noch zu unserer eigenen Milchstraße gehören, also nur diese paar Tausend Lichtjahre von uns entfernt sind. Wir Astronomen sprechen wirklich ein bisschen von unserer Nachbarschaft, wenn wir uns um andere Galaxien kümmern. Man kann sich das vorstellen, als würde man zu einem riesigen Bienenschwarm gehören. Um wirklich nach draußen zu schauen, muss man an den ganzen eigenen Bienen erst mal noch vorbeischaun und das sind diese ganzen Punkte auf dem Bild, das sind die Sterne im Vordergrund unsere eigene Milchstraße. Dann kommt lange Zeit nichts und irgendwann die Andromedagalaxie. Die ist am Himmel ziemlich groß, etwa fünf, sechs Mal so breit wie der Vollmond am Himmel, nur halt nicht besonders hell, sodass wir dafür die großen Teleskope brauchen, um so schöne Aufnahmen wie diese hier zu erstellen. Die Andromedagalaxie ist etwa zweieinhalb Millionen Lichtjahre entfernt, das Licht war also zweieinhalb Millionen Jahre unterwegs. Vor zweieinhalb Millionen Jahren gab es noch keine aufrecht gehenden Menschen auf der Erde und man fing gerade erst an, Instrumente und Werkzeuge zu bauen und zu benutzen.

Schauen wir uns eine weitere Galaxie an. Nach der Andromedagalaxie weiter draußen ist hier ein besonders schönes Beispiel von zwei kollidierenden Galaxien. Ich zeige sie hier einmal. Das sind die Antennen-Galaxien, zwei Galaxien, die aneinander so nah gekommen sind, dass sie anfangen, sich zu zerreißen und zu verzerren. Man sieht das wirklich: Das Gas zwischen den Galaxien wird durcheinandergerissen und irgendwann werden diese Galaxien wahrscheinlich schmelzen zu einer noch größeren gemeinsamen Galaxie. Das Ganze ist auch nicht jetzt gerade passiert. Was auf dem Bild zu sehen ist, ist 65 Millionen Jahre alt, denn diese Kollision findet in 65 Millionen Lichtjahren Entfernung statt. Das ist ziemlich genau die Zeit, als die Dinosaurier auf der Erde ausstarben. Das heißt, wir schauen immer weiter in die Vergangenheit, je weiter weg wir schauen.

Besonders eindrucksvoll bei diesen kollidierenden Galaxien ist, dass sich die Sterne untereinander nicht treffen, obwohl es ja doch ganz schön wild aussieht so eine Galaxie, wenn 100 oder 200 Milliarden Sterne auf andere 200 Milliarden Sterne treffen. Das kann man sich aber gut vorstellen, denn der Abstand von den Galaxien zueinander im Verhältnis zu ihrer eigenen Größe ist wesentlich geringer als der von Sternen. Man kann sich das vorstellen: Angenommen, man selbst sei so eine Galaxie und stellt sich auf ein Blatt Papier – das ist ungefähr der Platz, den man als Kind vielleicht braucht –, dann wäre die nächste Galaxie in dieser Vorstellung nur 300 Meter entfernt. Das ist also eine Entfernung, bei der man sich noch gut sehen kann, und wenn man laut ruft, kann der andere einen auch noch hören. Man kann sich vorstellen, dass Galaxien, die sich mit ihrer enormen Masse gegenseitig anziehen, noch irgendwie Einfluss aufeinander haben. Wenn man sich aber vorstellt, man wäre selbst ein Stern innerhalb so einer Galaxie – und auch so groß, dass man nur ein Blatt Papier braucht –, dann wäre der nächste Nachbarstern im Durchschnitt schon 300 Kilometer entfernt, also tausendmal so weit weg. Das ist der Unterschied. Man würde sich in 300 Kilometer Entfernung nicht mehr sehen und schon gar nicht mehr hören können. Diese Galaxien, auch wenn sie zusammenstoßen, sind innen immer noch so leer, dass die Sterne sich eigentlich nie treffen.

Gehen wir einmal weg von diesem schönen Beispiel der Antennen-Galaxien und noch einen gewaltigen Schritt nach draußen, um zu zeigen, dass es noch weiter und immer weiter raus geht. Hier ist eine besondere Galaxie, die nur noch einen Namen bekommen hat: UGC 10214, das ist

auch eine Kollision von Galaxien. Dies ist aber bereits über 400 Millionen Jahre her. Das sind also Bereiche, die man sich kaum vorstellen kann. Wissenschaftler wissen gar nicht ganz genau, wie es auf der Erde aussah vor 400 Millionen Jahren und finden nur noch irgendwelche Fossilienüberreste aus dieser Zeit. Das ist also ein gewaltiger Schritt.

Doch das Universum hört auch da nicht auf. Nach allem, was wir wissen, ist das Universum unendlich und es gibt immer mehr Galaxien und Sterne zu entdecken. Das ist auch Teil dessen, woran wir forschen. Es gibt derzeit immer größere und neuere beeindruckende Instrumente, einige davon sind größer als die ganze Kuppel hier. Wir leben also in sehr spannenden Zeiten und vielleicht kann ich den einen oder anderen von Euch in Zukunft auch mal hier begrüßen. Vielleicht hat ja jemand Lust, sich auch als Forscher oder Forscherin zu betätigen.

Ich verabschiede mich und freue mich, dass Ihr dabei gewesen seid. Tschüss!