

Treffen sich drei schwarze Löcher

Version: 29.8.2023

M87: Always hungry. Silly at times. Curious.

MW (Sagittarius A): Knowledgeable. A little proud.

LIGO: Small, a little shy.

(The three characters sit at a bar. M87 is in the middle wearing a crown.)

M87: Ich bin der arme König Salomo. Einst war ich unermesslich reich und...

MW: Du bist im falschen Stück! Nimm die Krone weg! Wir sind keine Könige und keine Physiker! Wir sind schwarze Löcher!

(Slide Die Physiker)

(MW takes off M87's crown and puts on accretion disc "ring")

(Pause)

LIGO: Aber die Physiker haben doch die schwarzen Löcher erfunden!?

MW: Natürlich nicht, die Physiker haben uns nur mathematisch beschrieben. Wir Schwarzen Löcher kommen doch in der Natur vor.

(Slide Oppenheimer)

M87: *(Brummelt in sich hinein, immer noch beleidigt.)* Ich bin beleidigt!

MW: *(Brummelt ebenfalls.)* Ich finde es auch komplett rücksichtslos!

LIGO: Was ist denn euer Problem?

MW: Diese Physiker, sie meinen sie würden uns ganz gut verstehen. . . aber sie können uns gar nicht richtig sehen!

LIGO: Aha! Ich bin auch ein unsichtbares Schwarzes Loch. Und trotzdem haben diese mickrige Wesen aus Staub auf einem Planeten viele Preise für meine Entdeckung bekommen.

M87: In meinem Fall haben sich die Staubwesen noch nicht mit Medaillen geschmückt, da sie nur meinen Schatten gesehen haben und von mir nur wenig wissen. Aber das kommt schon noch...

MW: Diese Staubwesen... sie haben sich meinetwegen bejubelt... aber sie sehen mich nicht, sie sehen nur meine Umgebung. Wie ist es bei dir?

LIGO: Bei mir haben sie nur das Geschrei bei meiner Geburt gehört, seitdem bin ich stumm für sie. Jetzt interessieren sie sich nur noch für meine Verwandten.

MW: Das musst du aber besser erklären! Wie kann man denn ein schwarzes Loch hören? Und von welchen Verwandten redest du?

LIGO: So viele Fragen! Wir kennen uns doch gar nicht...

(Pause)

M87: Darf ich mich vorstellen: Schwarzes Loch M87, aus dem Zentrum des Virgo Galaxienhaufen.

(dreht sich zu MW herum)

Und wenn ich mich nicht irre, bist Du das berühmte Schwarze Loch im Zentrum der Milchstraße, wo sich auch diese Staubwesen herumtreiben.

MW: So berühmt bin ich nicht. Allerdings heiße ich Sagittarius A... *(zu LIGO)* aber wer bist denn du? Ich bin nicht sicher, dass ich deinen Namen verstanden habe.

LIGO: Nun, ich habe ja auch keinen. Alles, was ich habe, ist ein Geburtstag: der 14. September 2015.

M87: Mit Geburtsschrei und so? Toll! Aber wer will so einen hässlichen Namen wie M87? Lieber gar keinen!

LIGO: Du bist aber mega berühmt! Dein Foto war überall, auch im Blick!

(Slide Blick)

M87: Das ist ja nicht wirklich ein Bild von mir selber, eher von meinem Schatten...

(Pause)

MW: Wegen meinem Schattenbild war ich nur zwanzig Minuten berühmt...

(Slide 20 Minuten) (Pause)

LIGO: Na ja, wenigstens haben sie euch beobachtet...

MW: *(zu LIGO)* Moment mal: wenn du erst 2015 geboren bist, darfst du schon in einer Bar trinken?

LIGO: Hah! Aber sicher! Ich bin doch schon eine Milliarde Jahre alt, nur für die Staubwesen war mein Geburtstag erst 2015.

M87: Du redest in Rätseln.

LIGO: Ich bin so weit weg von den Staubwesen, dass es eine Milliarde Jahre brauchte, bis mein ‘Geburtsschrei’ sie überhaupt erreicht hat. Alles geht eben nur mit Lichtgeschwindigkeit... das ist für das Universum zu langsam. (*zu MW*) Und du? Wie alt bist du denn?

MW: Wer weiss? Ich bin viel näher bei diesen Staubwesen, aber ich bin sicher viel älter als du, mehr als 10 Milliarden Jahre. Die Staubwesen sind zu jung, um meine Geburt miterlebt zu haben. (*zu M87*) Du bist noch älter, nicht wahr?

M87: Zumindest der Größte! Ich habe immer alles gefressen; kleine Sterne, grosse Sterne, schwarze Löcher, alles was bei mir vorbeikommt.

MW: (*zu M87*) Bist du sicher, dass du der Grösste bist? Ich bin richtig gross. Ich bin tausendmal grösser als jenes Reich der mickrigen Staubwesen.

(*Slide Roemische Reich*) (*Pause*)

LIGO: Ah diese Staubwesen und ihre Reiche. Wer war damals der Herrscher? Romulus der Grosse oder so?

MW: Jetzt bist du auch im falschen Stück! (*Pause*)

M87: Na und! Ich bin mega gross, Millionen Mal größer als das roemische Reich... und wie schwer bist du?

MW: Gute frage, kann man ganz leicht ausrechnen! Ein schwarzes Loch mit einem Radius von 1 cm ist ungefähr so schwer wie der Planet von den Staubwesen, 2 cm das doppelte... Tausend mal grösser als das roemische Reich... wird als Hausaufgabe gelassen...

(*Pause*)

M87: Du Oberschlaumeier, aber ich habe es schon: Ich bin milliarden mal schwerer als die Sonne der Staubwesen , aber Du bist 1000 mal leichter als ich. (*zu LIGO*) Und du? Wie gross bist denn du?

LIGO: (*sotto voce*) Ich bin... kleiner als die Schweiz.

(*Pause*)

MW: Wie bitte?

LIGO: (*sotto voce*) Ich bin... kleiner als die Schweiz.

MW: Noch kleiner als die Schweiz?

LIGO: (*lauter*) Ja doch! Aber – aber zwanzig Millionen mal schwerer als die Erde!

M87: Wie klein du bist. Nennen wir dich doch einfach “Schweiz”, wenn du sonst keinen richtigen Namen hast.

MW: Schweiz, in meiner Milchstrasse gibt es tausende von solchen kleinen Löchern wie du, das ist nichts besonderes.

LIGO: Du aufgeblasenes A... Riesen-Loch, du! Hast du eine Vorstellung davon, wie aufgeregt die Staubwesen über mich waren? Sie haben sogar nur wegen mir von einem ihrer Könige einen berühmten Preis für meine Entdeckung bekommen.

(Slide Nobel 2017) (Pause)

MW: Na und? Sie haben den gleichen Preis auch für meine Entdeckung bekommen... *(zu M87)* was ist mit dir?

(Slide Nobel 2020)

M87: Wen interessieren im Weltall solche Preise?

(Pause)

LIGO: Du hast gesagt, die hätten nur deinen Schatten gesehen. Was meinst du damit? Die Staubwesen machen heute alles mit ihren Händis. Sie haben sicher deinen Schatten mit irgendeinem teureren Smartphone fotografiert.

M87: Nein. Das berühmte Bild von meinem Schatten, das damals in allen Zeitungen war, ist extrem herangezoomt. Die Auflösung ist tausend mal besser als beim berühmten Hubble Space Telescope.

MW: Das ist etwa eine Million mal genauer als die Kamera in deinem Händi!!!

M87: Richtig!

LIGO: Aber wie haben die Staubwesen das denn erreicht?

M87: Echt clever; das muss ich schon zugeben! Dazu wurden 8 grosse Radioteleskope auf verschiedenen Kontinenten parallel geschaltet und auf mich gerichtet. *(Slide EHT)*

LIGO: Wieso 8, und nicht nur eines?

M87: Die 8 Teleskope wirken zusammen wie ein riesengrosses Teleskop! So gross wie die Erde. Und je grösser ein Teleskop, desto schärfer das Bild!

(Pause)

LIGO: Aber das gibt doch kein Bild, nur viele Zahlen.

MW: Natürlich kann man daraus ein Bild machen. Dazu braucht es mathematische Methoden, die man Fourier-Transformation nennt. Die Staubwesen brauchen sie auch, wenn sie in diesen metal Röhren Bilder von sich machen.

(Slide MRI)

MW: Bei meiner Entdeckung kam das Schattenbild später. Zuerst haben sie nur die Sterne, die mich umkreisen, aufgespürt. Diese Sterne bewegen sich so schnell, dass man merkt, dass der Raum von mir gekrümmt wird.

LIGO: Soso... ein gekrümmter Raum. So wie eine Strasse mit Kurven... Aber was ist dann der Strassenrand? Es gibt ja keinen Rand im Raum.

MW: Gute Frage! Die Staubwesen haben gemerkt, dass Lichtstrahlen in der Nähe von fett— von durchtrainierten Brocken wie wir gekrümmt werden. Die Lichtstrahlen gehen also um die Ecke.

LIGO: Aha! Und kommt Dir ein Stern manchmal zu nah?

MW: Kann passieren! Dann wird der arme Stern von der Schwerkraft und den Gezeitenkräften zerrissen, aber manchmal wird ein Teil davon weggeschleudert.

M87: Ähnlich wie Ebbe und Flut auf dem Planeten der Staubwesen?

MW: Genau! Nur sind es dort die Kräfte des Mondes.

M87: Zerreißen, schlucken und spucken, das tun wir die ganze Zeit.

(Pause)

MW: *(zu LIGO)* Riesige schwarzen Löcher wie ich oder M87 wohnen in der Regel in der Mitte von Galaxien. Dort gibt es viele Sterne und Gaswolken, die uns manchmal zu nah kommen. Was in uns hineinfällt ist für immer weg.

M87: Wir sind nämlich von einer unsichtbaren Grenze, dem Ereignishorizont umgeben. Dort ist unsere Schwerkraft so stark, dass nur was sich schneller als Licht bewegt unserem Sog entkommen könnte.

MW: Und schneller als Licht geht bekanntlich nicht.

(Pause)

LIGO: Ereignishorizonte gibt es auch bei uns kleineren Schwarzen Löchern. Meiner zum Beispiel ist 200 Kilometer weit draussen.

M87: *Nur* 200 km? Du bist wirklich zu dünn; du sollst mehr essen... *(zu MW)* Aber entschuldigung, ich habe Dich unterbrochen. Wir sprachen von den Sternen und Gaswolken, die wir grossen Schwarzen Löcher verschlingen und dabei manchmal Energie herauschleudern.

MW: Ja, was wir herauschleudern ist hell und sichtbar und hat wunderschöne Strukturen.

(Slide Jets)

(Pause)

LIGO: Ah, davon habe ich, glaube ich, schon einmal gehört. Das heisst Quasar oder so ähnlich?

MW: Man nennt es auch Aktiver Galaxienkern.

M87: Du weißt ja alles! Bei mir ist im Moment gerade nicht viel los, Aber vor der Zeit der Staubwesen, als die Dinosaurier auf den Nachthimmel schauten, war die Mitte meiner Galaxie sehr aktiv.

LIGO: Aber die Dinosaurier hatten halt noch keine Teleskope.

M87: Ein schwacher Lichtstrahl aus dieser Zeit ist immer noch sichtbar. Den haben die Staubwesen schon vor hundert Jahren zum ersten Mal beobachtet und vermuten schon lange, dass es mich gibt. Aber sie sehen halt nur das Herausgeschleuderte; ich selber bleibe unsichtbar.

LIGO: Bei mir ist draussen vor meinem Ereignishorizont fast nichts los. Das Nahrungsangebot ist sehr dünn. Ich lebe allein.

MW: Aber du hast gesagt, dass die Staubwesen deinen Geburtsschrei gehört haben? Wo sind deine Eltern jetzt? Sind die ausgezogen?

LIGO: Meine Eltern sind hier. (*klopft sich auf den Bauch*)

M87: Also bist du ein Kannibale?!

LIGO: Dafür kann ich doch nichts. Das war so: vor meiner Geburt sind meine Eltern umeinandergetanzt, bis sie zusammengestossen sind. So bin ich entstanden... ich trage meine Eltern in mir fort, aber selbst habe ich sie nie kennengelernt. (*zu MW und M87: Angry*) Aber Ihr, Ihr seid doch beide Kannibalen – ihr verspeist doch ständig kleinere Schwarze Löcher, ihr Kinderfresser!

M87: Von irgendetwas muss man sich ja ernähren.

MW: Einverstanden! Wie war es nun mit dem Geburtsschrei? Du hast gesagt, die Staubwesen haben bei deiner Geburt zugehört und seitdem bist du stumm? Warum sehen die dich nicht?

LIGO: Was sollten sie sehen? Ich habe das schon gesagt: ich lebe allein. Da gibt es keine Sterne um mich herum, deren Bewegung ich beeinflusse, und keine Gaswolken, die ich verschlinge und wieder ausspucke.

M87: Und trotzdem hat man dich entdeckt? Wie das?

LIGO: So wie die Staubwesen riesige Teleskopreihen gebaut haben, um euch zu sehen, so haben sie auch kilometerlange Instrumente entwickelt, um mich... nun, sozusagen, zu "hören".

(*slide LIGO*) (*Pause*)

M87: Was dann? Wie muss ich mir das vorstellen? Hängt es damit zusammen, dass Schwarze Löcher den Raum um sich herum krümmen?

LIGO: Genau! Wenn Schwarze Löcher, so wie meine Eltern, umeinanderkreisen, dann verursacht ihre beschleunigte Bewegung Raum-Erschütterungen, und sie breiten sich im

Weltall aus. Genau das ist bei meiner Geburt passiert. Diese Erschütterungen, also mein “Geburtsschrei”, sind durch das Universum gerast so wie Schall durch die Luft.

M87: Und diese Erschütterungen haben die Staubwesen dann mit ihren Apparaten sozusagen “gehört”?

MW: Eigentlich nennt man diese Erschütterungen, glaube ich, Gravitationswellen...

(Slide GW) (Pause)

LIGO: Ja genau, aber anders als Schallwellen, sind diese Gravitationswellen für die Staubwesen nicht direkt hörbar. Deshalb haben sie sich auf der Erde diese extrem empfindlichen Apparate gebaut, mit denen sie unfassbar kleine Raum-Erschütterungen messen können.

M87: Wie funktionieren die?

LIGO: Nun, in diesen Apparaten wird ein Lichtstrahl über eine Länge von Kilometern in verschiedene Richtungen geschickt und dann wieder zusammengeführt.

MW: Und wenn in dieser Zeit eine Gravitationswelle vorbeirast, dann erschüttert sie den Raum. So verändert sich das Lichtmuster in den Instrumenten. Das ist eine unglaublich empfindliche Messung.

LIGO: Stellt euch vor: so, als würde man die Entfernung von der Erde zum Mond um eine Haarbreite genau messen können!

M87: Das ist ja mega-toll! Was diese Staubwesen alles können.

(advertising mode ON)

M87: Apropos: wenn ihr euch ansehen wollt, wie solche Gravitationswellen aussehen – die Staubwesen haben in Zürich eine Ausstellung namens Science Pavilion. Da kann man in einem kleinen Experiment Gravitationswellen selbst erzeugen. Und heute Abend um viertal nach acht gibt es in Science Pavilion auch einen Vortrag darüber! Der Vortrag wird auch in Gebärdensprache gedolmetscht.

(Slide GW exhibit)

MW: Ja, ich muss noch vorbereiten! Aber zurück zur Sache!

(advertising mode OFF)

MW: Und du, warum bist du stumm?

LIGO: Ich verursache keine Gravitationswellen mehr. Ich drehe mich nur noch still im Kreis und lasse meine Raum-Umgebung ungestört.

M87: Und wir? Warum hören die Staubwesen uns Riesen Schwarzen Löcher nicht? Bei uns ist doch außen viel los!!

LIGO: Ihr seid doch viel zu schwer; eure Gravitationswellen können die Staubwesen mit den Geräten, die sie jetzt haben, überhaupt nicht messen. Aber sicherlich werden sie in

Zukunft neue Instrumente bauen... mit denen werden sie dann in der Stille des Weltalls nach euren Gravitationswellen zuhören.

MW: Ich glaube, in 10 bis 15 Jahren wollen die Staubwesen Raumsonden in das Sonnensystem schicken; die werden zuhören, wie wir dic.. ehm robusten Löcher miteinander verschmelzen. LISA, so heissen die Gravitationswellen-Satelliten, die sie gerade bauen.

(Slide LISA)

LIGO: Seht ihr, sogar den Satelliten haben sie Namen gegeben, und ich bin nur ein blödes Datum.

M87: Warum beschwerst du dich? Du kennst zumindest deine Familiengeschichte, das können wir von uns nicht behaupten.

LIGO: Meine Eltern waren Schwarze Löcher, das ist alles, was ich weiss.

M87: Und dein Stammbaum? In welcher Galaxie wohnst du?

LIGO: Keine Ahnung. Vielleicht waren meine Eltern anfangs schwere Sterne und sind dann zu schwarzen Löchern kollabiert. Oder vielleicht sind sie erst durch einen Zusammenstoss mehrerer Schwarzer Löcher im Zentrum eines Sternhaufens entstanden. Wer weiss.

MW: Warum weiss man so wenig über deine Familiengeschichte? Immerhin waren die Staubwesen doch bei deiner Geburt dabei?

LIGO: Nun, der Paarungstanz meiner Eltern, bis hin zu meiner Geburt, hat aber nur Bruchteile einer Sekunde gedauert.

M87: Weniger als eine Sekunde? Ahh.. Es war Liebe auf den ersten... loch? Da lernt man nicht gerade viel.

LIGO: Und die Staubwesen wissen überhaupt noch nicht genug über die Entstehung und die Entwicklung Schwarzer Löcher. Sie haben sich Theorien überlegt, aber es fehlt ihnen an Beobachtungen, um ihre Modelle zu beweisen.

M87: Warum dann die ganze Aufregung um deine Entdeckung? Die Staubwesen wissen so wenig über dich, und überhaupt: du bist gerade mal nur ein bizli grösser als Liechtenstein!

LIGO: Ha! Das glaubt ihr! In dem kurzen Augenblick meiner Geburt habe ich mehr Energie freigegeben als alle Sterne im ganzen Universum! Meine Geburt war sehr kurz, aber so laut, dass sie noch auf der Erde einer Sirene mit einer Lautstärke von 80dB entsprochen hat, trotz der immensen Entfernung.

MW: So laut! Aber das Ohr dieser Wesen ist wohl nicht für Gravitationswellen empfindlich, sonst hätte dein Geburtsschrei die alle vom Stuhl gehauen!

(Entkopplung der Dialoge hier; bewegen sich voneinander weg)

M87: *(zu MW)* Nein, so was! Das hätte ich nicht für möglich gehalten.

MW: (*zu M87*) So klein wie die Schweiz, aber so kräftig! Wir haben sie unterschätzt!

LIGO: (*seufzt*) wer bin ich, dass ich mir so viel auf mich einbilde. Die Staubwesen interessieren sich doch schon lange nicht mehr für mich, und haben jetzt nur noch Ohren für meine Verwandten... für die Geburtsschreie meiner dicken Cousins und die Paarungstänze von verschmelzenden Neutronenstern-Paaren.

MW: (*zu LIGO, schon entfernt*) Wir sollten uns nicht lustig machen, dass so wenig über dich herausgefunden wurde. Auch unser Ursprung ist im Nebel der Zeit verloren.

M87: Aber die Staubwesen sind hartnäckig, sie werden uns irgendwann schon auf die Schliche kommen.

MW: Meinst du? Ich wüsste gern, ob wir direkt durch den Kollaps riesiger Staubwolken entstanden sind, und ob wir mal so klein wie die Schweiz waren.

M87: Ob das die Staubwesen in der Zukunft mit ihren Raumsonden herausfinden werden? Was meinst du, Schweiz? Du musst das doch wissen?

LIGO: Hallo? Ist noch jemand da? Es ist auf einmal so dunkel, und ich höre euch nicht mehr.

MW: Hallo? Schweiz? Hörst du uns noch? (*zu M87*) Wo ist sie hin?

M87: Eben war sie doch noch hier

LIGO: Hallo? Hallo? Ach Mist, stimmt – das Weltall dehnt sich aus!

MW: (*zu M87*) Sie ist weg! Fortgetragen vom expandierenden Universum!

(*Slide Expansion of the Universe*)

M87: (*zu MW*) Was hat die Ausdehnung des Universums überhaupt mit uns zu tun?

LIGO: Hm, ich vermute, dass Sagittarius A und M87 einander immer noch hören können, aber ich bin scheinbar weg.

MW: (*zu M87*) Die Galaxien in denen wir wohnen, sind viel dichter als der Rest des Universums. Aber der leere Raum dazwischen dehnt sich immer weiter aus, je älter das Universum wird.

M87: (*zu MW*) Also ist Raum der zwischen uns und der Schweiz inzwischen so weit ausgedehnt, dass wir nicht mehr mit ihr kommunizieren können.

LIGO: (*zu sich selbst*) Es scheint mir, dass ich schon so weit von der Milchstrasse und M87 entfernt bin, dass die Raumausdehnung des Universums uns völlig entkoppelt hat. Schade! Dann muss ich eben alleine weitertrinken.

MW: (*zu M87*) In einigen Milliarden Jahren werden auch du und ich nicht mehr miteinander sprechen können.

(Pause. Beide trinken.)

M87: Hallo? Sagittarius A? Bist du da? *(Stille)* Blödes expandierendes Universum – ich habe schon wieder Hunger, die beiden wären ein feiner Happen für mich gewesen.

(Lights off/fade to black)