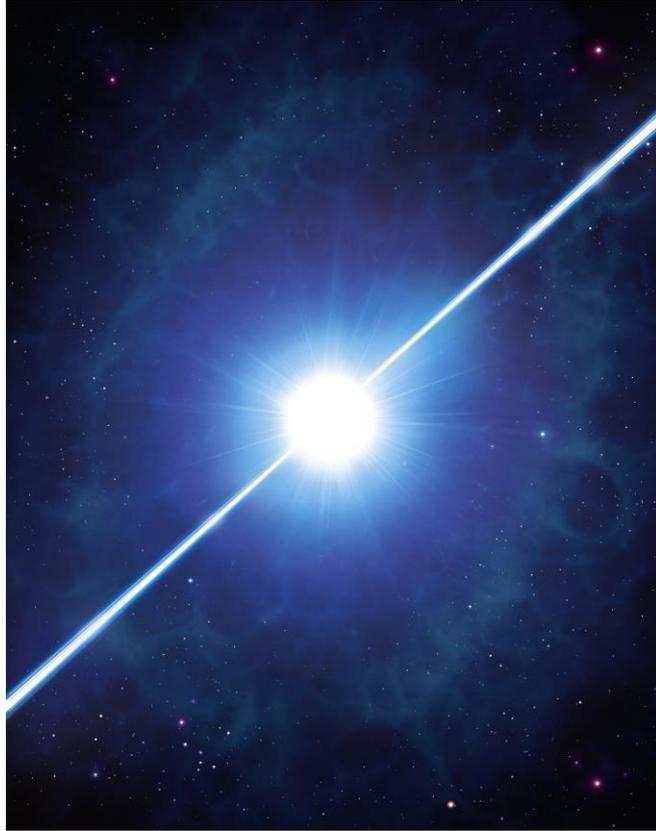


Gammablitze



Schule: Greselius-Gymnasium

Schuljahr: 2023/2024

Kurs: Astronomie

Name des Verfassers: Hannes Kotte

Thema: Gammablitze

Fachlehrer: Herr Riemer

Abgabetermin: 28.02.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Gammablitze im Allgemeinen	1
1.1	Definition.....	1
1.2	Physikalische Erklärung	1
1.3	Häufigkeit.....	2
2	Verschiedene Arten von Gammablitzen.....	3
3	Anwendungen und technologische Implikationen.....	4
3.1	Nutzung von Gammablitzen als kosmische Entfernungsindikatoren.....	4
3.2	Technologische Innovationen zur Gammablitzenforschung	5
4	Zukunftsaussichten	7
4.1	Geplante Missionen und Projekte zur Gammablitzenforschung	7
5	Auswirkungen auf die Erde	8
5.1	Was passiert, wenn die Erde von einem Gammablitz getroffen wird?.....	8
5.2	Folgen für Umwelt und elektronische Systeme	10
6	Fazit	11
7	Quellen- und Literaturverzeichnis	14

1 Gammablitz im Allgemeinen

1.1 Definition

Ein Gammablitz, auch bekannt als Gammastrahlenausbruch, ist ein plötzlicher und intensiver Ausbruch von Gammastrahlung im Universum. Bei den Gammablitzen wird von den stärksten Explosionen im Universum gesprochen, es handelt sich um massive Energieausbrüche. Sie senden Licht im hochenergetischen Bereich der Gammastrahlung aus. Bislang konnten sie noch nicht vollständig erklärt werden, zum Beispiel ist noch unklar, wo genau der Ursprung liegt. Es gibt hauptsächlich Theorien, wie zum Beispiel, dass der Ursprung bei der Kollision zweier Neutronensterne liegt, oder aber auch bei der von einem Neutronenstern und einem schwarzen Loch. Und es gibt noch zahlreiche weitere Theorien, welche alle jedoch reinen Vermutungen entsprechen¹.

Die Energie, die bei Gammablitzen innerhalb von zehn Sekunden freigesetzt wird, ist höher als die, die unsere Sonne während ihrer gesamten Lebenszeit (mehrere Milliarden Jahre) freisetzt. Bei den meisten Gammablitzen beträgt die Dauer wenige Sekunden, bis maximal einige Minuten, es gibt lediglich einzelne Ausnahmen, bei denen die Dauer länger war. Die erste Beobachtung eines Gammablitzes wurde am 2. Juli 1967 mit US-amerikanischen Vela-Spionagesatelliten getätigt². Diese dienten ursprünglich der Detektion der Gammastrahlung von Kernwaffenexplosionen. Bei der Nutzung der Satelliten kamen die Gammastrahlen jedoch nicht von der Erde aus, sondern vielmehr aus dem Universum. Und somit hat sich höchstwahrscheinlich auch der Name Gammablitz eingebürgert³.

1.2 Physikalische Erklärung

Eine detaillierte, auf Fakten basierte Erklärung der Gammablitzes von dem Entstehungsprozess bis hin zum Ende eines Gammablitzes, kann noch nicht getätigt

¹ Vgl. <https://www.labo.de/news/entstehung-und-herkunft-von-gammablitzen.htm#:~:text=Gammablitz%20lassen%20sich%20rund%20ein%20Mal%20pro%20Tag,aus%20als%20die%20Sonne%20in%20Milliarden%20von%20Jahren>. 20.07.2016 (abgerufen am 16.02.2024)

² Vgl. <https://www.astronomie.de/astronomie-fuer-kinder/die-astrokids/universum/gammablitz>, Dies ist ein Beitrag aus dem Blog "Astroworlds Das Universum ist cool!" Stefan. (abgerufen am 25.02.2024)

³ Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Gammablitz> (abgerufen am 18.02.2024)

werden. Bislang kann nur mit den vorliegenden Daten, gearbeitet werden und diese klären uns längst nicht über alles auf⁴. Eine von vielen Vermutungen zur Entstehung von Gammablitzen besagt, dass wenn ein massereicher Stern am Ende seines Lebens angekommen ist und er anfängt zu kollabieren, da der Strahlungsdruck schwächer wird, welcher normalerweise dem Gravitationsdruck entgegenwirkt, in sich zusammenstürzt. Er beginnt zu komprimieren und dabei wird er im Kern immer heißer, was zur Folge hat, dass weitere Elemente fusioniert werden können.

Dies löst eine Kettenreaktion aus, bei der der Kern des Sterns immer heißer wird, wodurch immer weitere Elemente fusioniert werden können, und der Kern wiederum wieder heißer wird. Dieser Zusammensturz wird durch einen quantenmechanischen Effekt gestoppt, bei dem Effekt handelt es sich um den Entartungsdruck. Dadurch wird immens viel potenzielle Energie umgewandelt und freigesetzt. Das führt zu einer massiven Explosion, in der der Stern sein Leben beendet und ein Neutronenstern zurückbleibt, oder in manchen Fällen ein schwarzes Loch entsteht. Und bei dieser Freisetzung von gewaltiger Strahlung spricht man von der Gammastrahlung beziehungsweise dem Gammablitz⁵.

1.3 Häufigkeit

Die genaue Anzahl an Gammablitzen, die es im Universum zum Beispiel täglich gibt, kann jedenfalls mit der heute verfügbaren Technologie nicht genau bestimmt werden. Das beobachtbare Universum ist mit 13,8 Milliarden Lichtjahren viel zu groß, als dass man dort genaue Zahlen nennen könnte, es können lediglich Wahrscheinlichkeiten genannt werden⁶. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gammablitz bei einer Supernova entsteht, ist enorm gering. Bei 100 Supernovae⁷ würde nur eine Supernova mit einem Gammablitz einhergehen. Und nicht nur die Entstehung, beziehungsweise die Häufigkeit von Gammablitzen ist sehr gering, sondern auch die der Supernovae. Alle 100 Jahre ereignen sich in unserer Galaxie,

⁴ Vgl. <https://scienceblogs.de/astrodicticum-simplex/2013/08/05/gammablitze-wie-entstehen-sie-und-wie-gefaehrlich-sind-sie-fur-die-erde/> Florian Freistetter 05.08.2013 (abgerufen am 25.02.2024)

⁵ Vgl. <https://scienceblogs.de/astrodicticum-simplex/2013/08/05/gammablitze-wie-entstehen-sie-und-wie-gefaehrlich-sind-sie-fur-die-erde/> Florian Freistetter 05.08.2013 (abgerufen am 25.02.2024)

⁶ Vgl. <https://www.mdr.de/wissen/wie-gross-ist-das-universum-104.html> Karsten Möbius 24.07.2020 (abgerufen am 21.02.2024)

⁷ Plural von Supernova

der Milchstraße, ungefähr drei Supernovae⁸.

Untersucht man nun auch noch, wie oft die Erde von Gammablitz getroffen wurde, so wird davon ausgegangen, dass die Wahrscheinlichkeit innerhalb von einer Milliarde Jahren bei 60% liegt. Bezieht man sich auf den Zeitraum seit der Entstehung der Erde bis heute, so gehen Wissenschaftler von circa 90% aus⁹. Bisher wurden mehr als 2700 Gammablitz aufgezeichnet, dazu muss gesagt werden, dass auch nicht jeder Gammablitz erfasst werden kann, aufgrund der kurzen Dauer mancher Gammablitz. Außerdem können sie erst seit ein paar Jahrzehnten beobachtet werden, also kann man allgemein sagen, dass es nicht möglich ist, die Zahl der auftretenden Gammablitz im gesamten Universum zu erfassen¹⁰.

2 Verschiedene Arten von Gammablitz

Bei Gammablitz unterscheidet man grundsätzlich in zwei verschiedene Arten. Einmal gibt es die kurzen Gammablitz, welche maximal eine Dauer von zwei Sekunden haben und es wird angenommen, dass sie bei dem Zusammenstoß und der Verschmelzung zweier Neutronensterne¹¹, oder bei der Kollision von einem Neutronenstern und einem schwarzen Loch¹² entstehen.

Letztlich gibt es noch die langen Gammablitz, diese können mehrere Minuten aufleuchten. Sie entstehen wiederum, wenn massereiche Sterne ihr Leben in einer Supernova beenden¹³. Kurze Gammablitz setzen deutlich mehr Energie pro

⁸ Vgl. <https://www.spektrum.de/news/das-vermutlich-groesste-feuerwerk-im-all/1433546#:~:text=Zum%20Gl%C3%BCck%20sind%20solche%20Ph%C3%A4nomene,einmal%20um%20den%20Faktor%20100.> Dirk Eidemüller 30.12.2016 (abgerufen am 18.02.2024)

⁹ Vgl. <https://www.abenteuer-sterne.de/wie-bedrohlich-fuer-die-erde-sind-gammablitz-bei-hypernovae/#:~:text=Innerhalb%20von%20einer%20Milliarde%20Jahre,bezifferten%20sie%20auf%2090%20Prozent.> Manuel Philipp (abgerufen am 22.02.2024)

¹⁰ Vgl. <https://www.mpg.de/858402/forschungsschwerpunkt#:~:text=Gammablitz%20setzen%20in%20einer%20Sekunde,in%20zwei%20Gruppen%20eingeteilt%20werden.> Dies ist ein Beitrag aus dem Forschungsbericht „Kurze Gammablitz - Neue Modelle erhellen rätselhafte Explosionen“ von Janka, Hans-Thomas, Aloy, Miguel, Mueller Ewald (abgerufen am 21.02.2024)

¹¹ Astronomisches Objekt, dessen Hauptbestandteil Neutronen sind (Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Neutronensterne>)

¹² Vgl. <https://scienceblogs.de/astrodicticum-simplex/2013/08/05/gammablitz-wie-entstehen-sie-und-wie-gefahrlich-sind-sie-fur-die-erde/> Florian Freistetter 05.08.2013 (abgerufen am 25.02.2024)

¹³ Vgl. <https://www.weltderphysik.de/gebiet/universum/nachrichten/2022/gammablitz-verschmelzende-sterne-statt-supernova/#:~:text=Astronomen%20unterscheiden%20zwei%20Arten%20von,k%C3%B6nnen%20hingegen%20lange%20Gammablitz%20aufleuchten.> Rainer Kayser 07.12.2022 (abgerufen am 17.02.2024)

Sekunde frei als lange Gammablitz. In der Gesamtmenge an Energie jedoch eher weniger, da ihre Dauer sich auf maximal zwei Sekunden beschränkt. Außerdem ist es deutlich schwieriger die kleinen Gammablitz näher zu untersuchen, da sie eben nur von kurzer Dauer sind. Anders sieht es bei den langen Gammablitzen aus, diese können durch ihre zum Teil minutenlange Dauer, besser beobachtet und studiert werden. Sie setzen pro Sekunde zwar weniger Energie frei als die kurzen Gammablitz, aber die insgesamt freigesetzte Energie kann aufgrund der Dauer viel größer sein. Dadurch, dass kurze Gammablitz innerhalb von zwei Sekunden ablaufen, ist bei ihnen auch das optische Nachleuchten nicht so kräftig und von kürzerer Dauer¹⁴. Des Weiteren folgt 30% aller kurzen Gammablitz ein 100 Sekunden langer, stark veränderlicher Röntgenausbruch¹⁵. Unterschiedliche Verhaltensweisen in der Klasse der kurzen Gammablitz deuten darauf hin, dass nicht nur ein Entstehungsmechanismus vorliegt. Im Jahre 2005 konnte erstmals das kürzere optische Nachleuchten bei kurzen Gammablitzen beobachtet werden.

Die Entstehung langer Gammablitz war lange Zeit unklar, doch Forscher konnten im Jahre 2016 erstmals einen sehr langen Gammablitz in Kombination mit einer Supernova nachweisen. Diese Beobachtung widerlegte viele Hypothesen, die es zu der Zeit gab. Sie wies jedoch auf einen Magnetar hin, welcher die Entstehung eines Neutronensterns mit starkem Magnetfeld innerhalb eines in sich zusammenfallenden Stern beschreibt. Es gibt also zwei verschiedene Arten von Gammablitzen und der Grund dafür liegt in der Ursache des Geschehens¹⁶.

3 Anwendungen und technologische Implikationen

3.1 Nutzung von Gammablitzen als kosmische Entfernungsindikatoren

Um bestimmte Entfernungen im Universum bestimmen zu können, werden Orientierungspunkte benötigt. Eine bestimmte Gruppe von Astronomen entwickelte die Methode, nach sogenannten Standardkerzen im Weltall zu suchen.

¹⁴ Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Gammablitz> (abgerufen am 18.02.2024)

¹⁵ Ausbruch von Röntgenstrahlung nach einem Gammablitz (Vgl. <https://www.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Gammablitz>) (abgerufen am 18.02.2024)

¹⁶ Vgl. <https://www.spektrum.de/news/das-vermutlich-groesste-feuerwerk-im-all/1433546> Dirk Eidemüller 30.12.2016 (abgerufen am 18.02.2024)

Standardkerzen sind Objekte, bei denen die absolute Helligkeit direkt messbar ist, oder über andere messbare Parameter berechnet werden kann. Die absolute Helligkeit ist eine Hilfsgröße in der Astronomie, um letzten Endes die tatsächliche Helligkeit eines Objektes im sichtbaren Licht vergleichen zu können. Die tatsächliche Helligkeit beschreibt, wie hell ein Himmelskörper einem Menschen von der Erde aus erscheint. Zwischen diesen beiden Helligkeiten liegt also ein feiner Unterschied, da die absolute Helligkeit die Helligkeit eines Himmelskörpers darstellt, die ein Mensch aus einer einheitlichen Entfernung messen würde¹⁷.

Standardkerzen mit der richtigen Helligkeit sind im Universum jedoch selten und somit ist die Erforschung des Universums für Astronomen deutlich schwerer, je weniger es dieser Standardkerzen gibt. Trotz ihrer häufigen Beschreibung als die mächtigsten Explosionen im Universum, ist es bei Gammablitzten ein wenig kompliziert. Das Phänomen an sich wäre zwar hell genug, jedoch variiert die Helligkeit bei Gammablitzten durch die Eigenschaften bei der Explosion.

Um Gammablitzte zukünftig als Standardkerze nutzen zu können, analysierte ein Team mit dem Namen Archivdaten die Lichtkurvenmuster von 500 verschiedenen Gammablitzten. Diese zeigen, wie stark das Licht mit der Zeit abnimmt. Dadurch wurden Gemeinsamkeiten bei 179 Gammablitzten festgestellt, welche vermutlich die gleichen Entstehungsursachen aufweisen. Mit diesen Ergebnissen konnte die Helligkeit und die Entfernung jeder Gammablitzte hergeleitet werden und somit fungieren Gammablitzte nun auch als Standardkerzen und helfen Astronomen das Universum mit neuen Orientierungspunkten weiter und einfacher zu erforschen¹⁸.

3.2 Technologische Innovationen zur Gammablitztenforschung

Gammablitzte sind atemberaubende Phänomene, welche jedoch bisher unvollständig erforscht sind. Bislang beobachtete man sie mit Weltraumteleskopen und Satelliten, da diese uns jedoch nicht über die Entstehung der Gammablitzte vollständig aufklären können und auch viele weitere Geheimnisse um die Gammablitzte gelüftet werden müssen, müssen in Zukunft neue technologische

¹⁷ Vgl. https://www.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Absolute_Helligkeit (abgerufen am 18.02.2024)

¹⁸ Vgl. <https://www.astropage.eu/2022/07/26/gammablitzte-als-neue-standardkerzen-zur-entfernungsmessung-im-universum/> Dainotti et al. 26.07.2022 (abgerufen am 25.02.2024)

Innovationen zur Gammablitzforschung entstehen¹⁹.

Den Entstehungsprozess der Gammablitz wollen europäische Forscher anhand eines Experiments auf der chinesischen Raumstation Tiangong erforschen. Bei den Experimenten haben sich in den vergangenen Jahren zwei unterschiedliche Modelle durchgesetzt, nun wird mithilfe der Polarisation der Gammastrahlen dieser Blitze versucht herauszufinden, ob die Gammastrahlung synchron in einer Richtung verläuft, das würde bedeuten sie wäre polarisiert oder aber sie verläuft wild durcheinander. Dafür wird das neue Polar 2 Messgerät verwendet, es misst die Schwingungen der Gammastrahlung. Das neue Messgerät ist eines von vielen Konzepten, die für die folgende chinesische Raumstation vom Büro der Vereinten Nationen für Weltraumfragen gewählt wurden²⁰.

Eine ganz andere Art und Weise Gammablitz zukünftig besser zu verstehen, ist an dem Max-Planck-Institut der Fall. Mit neuen Computermodellen wird versucht, die relativistischen Effekte von Gammablitzen näher zu untersuchen, mit den Ergebnissen erhoffen sich Forscher die Fähigkeiten von kurzen Gammablitzen vorhersagen zu können. Die Fähigkeiten von den langen Gammablitzen sind schon bekannt, beziehungsweise gibt es immer mehr Hinweise auf diese, da lange Gammablitz aufgrund ihrer Dauer leichter und länger zu beobachten sind und somit einfacher analysiert werden können. Zur weiteren Untersuchung von kurzen Gammablitzen schoss die NASA am 20. November 2004 den Swift Gamma-Ray Burst Explorer ins Weltall. Zusammen mit anderen Ländern erhoffte man sich mehr Informationen über kurze Gammablitz zu erhalten²¹. Swift wurde mit einer Delta 7320-Rakete in eine erdnahe Umlaufbahn gebracht. Innerhalb von Sekunden nachdem ein Ausbruch entdeckt wurde, leitet Swift dessen Standort an Bodenstationen weiter. Das verschafft den Vorteil, dass sowohl bodengestützte als

¹⁹ Vgl. <https://www.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/~:text=Daher%20k%24nnen%20Gammablitz%20direkt%20nur%20mit%20Weltraumteleskopen%20oder,in%20der%20Atmosph%24re%20ausgel%25> (abgerufen am 19.02.2024)

²⁰ Vgl. <https://futurezone.at/science/ursprung-gammablitz-entstehung-chinesischer-raumstation-china-tiangong-explosion-strahlung/~:text=Gammablitz%20sind%20die%20gr%24bsten%20Explosionen%20im%20Universum.%20Wie,dem%20Ursprung%20sogenannter%20Gamma> 02.06.2023 (abgerufen am 25.02.2024)

²¹ Vgl. <https://www.mpg.de/858402/forschungsSchwerpunkt>. Forschungsbericht „Kurze Gammablitz - Neue Modelle erhellen rätselhafte Explosionen“ von Janka, Hans-Thomas, Aloy, Miguel, Mueller Ewald (abgerufen am 21.02.2024)

auch weltraumgestützte Teleskope das Nachglühen des Gammablitzes in kürzester Zeit aufzeichnen können. Somit ist es möglich, viele Daten zu bekommen und Beobachtungen von kurzen Gammablitzten zu tätigen, und sie schließlich auf deren Fähigkeiten analysieren zu können²².

Das High Energy Stereoscopic System oder kurz H.E.S.S. ist eine Zusammenarbeit von 41 Institutionen aus 15 Ländern. Dabei handelt es sich um ein System aus fünf Cherenkov-Teleskopen, welche für die Untersuchung kosmischer Gammastrahlung gedacht sind. Vier von den fünf Teleskopen sammeln seit 2003 Daten zur Gammastrahlung. Das fünfte Teleskop ging 2012 in Betrieb. Es ist nicht nur deutlich größer, sondern hat eine verbesserte Empfindlichkeit und einen größeren beobachtbaren Energiebereich. Um die älteren vier Teleskope wirksamer zu gestalten, erneuerte man 2015 und 2016 die Kameras der Teleskope. Die Kamera des fünften und neuesten der fünf Teleskope wurde 2019 ausgetauscht und mit einer CTA-Prototyp Kamera ausgestattet²³. Dabei handelt es sich um eine vollständig digitale und leistungsstarke Kamera. Die Techniken, die zur Gammablitzforschung verwendet werden, werden also mit der Zeit immer weiter erneuert und auf den neuen technologischen Stand gebracht.

4 Zukunftsaussichten

4.1 Geplante Missionen und Projekte zur Gammablitzforschung

Zukünftige Missionen zur Erforschung von Gammablitzten sind von großer Bedeutung, um unser Verständnis dieser gewaltig energiereichen Phänomene zu erweitern. Daher gibt es eine Vielzahl von Projekten, eines davon ist das neue Polar 2 Messgerät. Im Jahre 2019 wurde es mit vielen anderen Projekten für die nächste chinesische Raumstation ausgewählt. Die Erwartungen an diese Projekte sind neue bereichernde Informationen über kurze Gammablitze und deren Entstehungsprozess. Sie wurden bereits vor ein paar Jahren ins Weltall geschickt und an die Weltraumstation befestigt. Das Polar 2 Messgerät erfasst seitdem immer wieder Gammablitze und diese werden dann an der chinesischen Raumstation untersucht und analysiert, in der Hoffnung neue Ergebnisse zu erlangen. Da die

²² Vgl. <https://swift.gsfc.nasa.gov/> 07.09.2023 (abgerufen am 20.02.2024)

²³ Vgl. <https://idw-online.de/de/news769843> Dr. Thomas Zoufal 03.06.2021 (abgerufen am 20.02.2024)

Installation von Polar 2 erst kürzlich stattfand, wird es noch einige Zeit dauern, bis es genaue Ergebnisse gibt²⁴. Mit den neuen Technologien werden besser aufgelöste Bilder erwartet und dies ermöglicht Wissenschaftlern Gammablitzbestmögliche zu studieren. Außerdem erhofft man sich, Informationen über den Entstehungsprozess und die Eigenschaften von Gammablitz zu erhalten²⁵.

5 Auswirkungen auf die Erde

5.1 Was passiert, wenn die Erde von einem Gammablitz getroffen wird?

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gammablitz die vergleichsweise kleine Erde im riesigen Universum trifft, ist sehr gering. Hinzu kommt, dass Gammablitz ein seltenes Phänomen sind. Gering heißt jedoch nicht unmöglich, denn erst vor kurzem, am 09.10.2022 kam es in der Nähe der Erde, in etwa 2,4 Milliarden Lichtjahren Entfernung, zu der bislang energiereichsten beobachtbaren Gammablitzexplosion mit rund 18 Teraelektronenvolt. Obwohl diese Explosion nur in der Nähe der Erde stattfand, strömten energiereiche Teilchen in die Atmosphäre ein und führten zu ein paar Problemen der langwelligen Radiokommunikation²⁶. Daraus lässt sich ableiten, wie stark die Explosionen der Gammablitz sein müssen, wenn diese trotz 2,4 Milliarden Lichtjahren Entfernung Konsequenzen für die Erde mit sich nachziehen. Nun gehen Wissenschaftler auf der ganzen Welt Szenarien durch, in denen sie vermuten, was passieren würde, wenn die Erde direkt von einem Gammablitz getroffen werden würde. Normalerweise befindet sich der Ursprung der Gammablitz meistens mehrere Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt. Dadurch schwächt sich die Gammastrahlung auf dem Weg zur Erde schon stark ab und der übrige, meistens sehr kleine Rest an Gammastrahlung, wird von der Ozonschicht in 30 bis 50 km Höhe sozusagen abgefangen²⁷.

²⁴ Vgl. <https://www.fr.de/wissen/gammablitz-experiment-auf-chinesischer-raumstation-geplant-zr-92317422.html> 07.06.2023 (abgerufen am 20.02.2024)

²⁵ Vgl. <https://www.nzz.ch/wissenschaft/gammablitz-polar-detektor-analysiert-polarisation-ld.1451404> Christian Speicher 15.01.2019 (abgerufen am 21.02.2024)

²⁶ Vgl. <https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/astonomie/rekord-gammastrahlenexplosion-traf-die-erde-13376779> Robert Klatt 22.10.2022 (abgerufen am 23.02.2024)

²⁷ Vgl. <https://www.abenteuer-sterne.de/wie-bedrohlich-fuer-die-erde-sind-gammablitz-bei-hypernovae/> Manuel Philipp (abgerufen am 22.02.2024)

Die Entfernung, in der sich die Gammablitzexplosion abspielt, spielt eine große Rolle in Hinblick auf die Gammastrahlung, die letztendlich die Erde trifft. Deswegen gingen Forscher davon aus, was passieren würde, wenn sich ein Gammablitz in unserem Sonnensystem bildet. Aus den Ergebnissen entstand die Vermutung, dass ein sehr naher Gammablitz, der in unserer Galaxie, der Milchstraße vor 450 Millionen Jahren entstanden sein könnte, die Erde getroffen habe und ein Massensterben die Folge war. Bei dem Massensterben starben mehr als die Hälfte aller Arten. Wenn allerdings jetzt ein Gammablitz in unserem Sonnensystem entstehen würde, so würde als aller Erstes die von ihm ausgehende Gammastrahlung gemessen werden. Sobald diese erfasst wurde, wäre es bereits zu spät, um auf den Gammablitz zu reagieren. Nun trifft der Gammablitz die Erde, die Folgen sind abhängig von der Dauer und der Stärke des Gammablitzes. Zunächst stirbt ein Großteil der Lebewesen auf der Erde, da ein Gammablitz mit einer so geringen Entfernung zur Erde nicht vollständig durch die Atmosphäre abgeschirmt werden kann²⁸. Hinzu kommt, dass die Gammastrahlung eine der gefährlichsten Strahlung ist, der ein Mensch ausgesetzt sein kann. Sie ist sehr durchdringend und könnte die Moleküle beschädigen, aus denen Zellen bestehen. Das könnte wiederum zu Genmutationen und sogar zum Tod führen²⁹.

Nachdem die Erde vom Gammablitz getroffen wurde, würden ihm Spätfolgen nachziehen. Einerseits würde die Ozonschicht stark beschädigt sein, und diese schützt die Lebewesen und die Natur vor der schädlichen Strahlung der Sonne. Dies könnte langanhaltende Veränderungen des Klimas hervorrufen³⁰. Daraus lässt sich schließen, dass Gammablitz gewaltige Kräfte besitzen und ziemlich zerstörerisch sein können. Allein die Gammastrahlung, die von den Gammablitzen aus geht, kann schon den Tod vieler Lebewesen heraufbeschwören. Deswegen kann man erleichtert sein, dass die Wahrscheinlichkeit von einem Gammablitz aus unserem Sonnensystem, die Erde nur zu 60% innerhalb einer Milliarde Jahren trifft³¹.

²⁸ Vgl. <https://www.futurezone.de/science/article231964373/neues-massensterben-was-ein-gammablitz-mit-der-erde-machen-wuerde.html> Philipp Rall 07.04.2021 (abgerufen am 23.02.2024)

²⁹ Vgl. https://kernenergie.technology/was-ist-kernenergie/radioaktivitaet/gammastrahlen?utm_content=cmp-true Oriol Planas, erschienen am 24.10.2019 und zuletzt überarbeitet am 09.06.2022 (abgerufen am 22.02.2024)

³⁰ Vgl. <https://www.futurezone.de/science/article231964373/neues-massensterben-was-ein-gammablitz-mit-der-erde-machen-wuerde.html> Philipp Rall 07.04.2021 (abgerufen am 23.02.2024)

³¹ Vgl. <https://www.abenteuer-sterne.de/wie-bedrohlich-fuer-die-erde-sind-gammablitze-bei-hypernovae/> Manuel Philipp (abgerufen am 22.02.2024)

5.2 Folgen für Umwelt und elektronische Systeme

Trifft ein Gammablitz die Erde, hängen die damit einhergehenden Folgen immer von der Intensität des Gammablitzes ab. Das heißt, mit was für einer Kraft der Gammablitz oder die Gammastrahlung auf die Erde trifft. Und dies wiederum hängt von zum Beispiel der Entfernung des Gammablitzes zur Erde, der Stärke des Gammablitzes und von der Dauer ab. Diese Faktoren entscheiden sozusagen, wie verheerend die Auswirkungen sein können. Allerdings heißt das auch, dass man keine allgemeine Aussage zu den Folgen treffen kann, da die Gammablitzes zu groß in ihren Eigenschaften variieren, um sie zu einem Punkt zusammenfassen zu können. Bei sehr starken Gammablitzes, aus unserem Sonnensystem, würde die Gammastrahlung die Ozonschicht auf lange Dauer beschädigen. Dies bedeutet, dass sich auf eine längere Zeitperiode sich das Klima massiv ändern könnte und die Umwelt und die vielen verschiedenen Lebewesen darunter leiden würden³². Denn je dünner die Ozonschicht wird, desto mehr ultraviolette Strahlung kommt hindurch. Diese kann bei zu hoher Konzentration gewisse Pflanzen, wie zum Beispiel dem Meeresplankton den Tod bescheren. Das würde die Nahrungskette durcheinanderbringen und weitere Folgen würden nachziehen. Für die Natur hätten starke Gammablitzes, welche die Erde treffen, gravierende Folgen. Unter anderem wären auch wir Menschen stark betroffen, denn ohne Ozonschicht oder mit einer stark beschädigten Ozonschicht besteht die Möglichkeit, dass unsere Augen erblinden könnten³³.

Anhand eines Gammablitzes, welcher erst vor kurzem die Erde traf, können die Konsequenzen für die Erde, die ein Gammablitz so mit sich zieht, gut dargestellt werden. Der Gammablitz, der am 09.10.2022 die Erde traf, war trotz seiner Entfernung von 2,4 Milliarden Lichtjahren sehr nah an der Erde. Die Folgen waren durch die energiereichen Teilchen der Gammastrahlung verursacht worden. Es traten unter anderem Probleme bei der langwelligen Radiokommunikation auf³⁴.

³² Vgl. <https://www.futurezone.de/science/article231964373/neues-massensterben-was-ein-gammablitz-mit-der-erde-machen-wuerde.html> Philipp Rall 07.04.2021 (abgerufen am 23.02.2024)

³³ Vgl. <https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/~:text=Wir%20bekommen%20viel%20schneller%20einen%20Sonnenbrand%20und%20müssen.angegriffen%2C%20ganz%20ohne%20die%20Ozonse> (abgerufen am 23.02.2024)

³⁴ Vgl. <https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/astronomie/rekord-gammastrahlenexplosion-traf-die-erde-13376779> Robert Klatt 22.10.2022 (abgerufen am 23.02.2024)

Außerdem kann es bei solchen Gammablitzten auch zu minimalen Störungen elektrischer Systeme kommen, diese können jedoch meist abgeschirmt werden und stellen somit keine große Gefahr dar. Gammablitzte mit großer Entfernung, dabei spricht man meistens von mehreren Milliarden Lichtjahren, können noch so stark sein, denn aufgrund ihrer großen Entfernung zur Erde gelangt nur noch ein Bruchteil der Gammastrahlung an der Ozonschicht an. Diese ist dann so gering, dass sie keine Probleme bereitet und von der Ozonschicht abgewehrt werden kann. Etwas nähere Gammablitzte können jedoch bestimmte Prozesse in Gang setzen, welche dann eine Kettenreaktion auslösen bei der sich die Probleme für die Natur und die Lebewesen, inklusive des Menschen, drastisch häufen.

6 Fazit

In meiner Facharbeit habe ich mich den womöglich energiereichsten Explosionen im ganzen Universum, den Gammablitzten gewidmet, und versucht sie näher zu verstehen. Unter anderem habe ich mich den Fragen gestellt, wie diese entstehen und auch wie die Auswirkungen auf den Menschen jetzt und in der Zukunft aussehen könnten. Dabei ist es wichtig auf viele verschiedene Faktoren der Gammablitzte einzugehen und die Bedeutung dieser nachzuvollziehen.

Die eventuell energiereichsten, massiven Explosionen der Gammablitzte weisen viele Geheimnisse auf. Wissenschaftler versuchen noch heute den Ursprung zu ermitteln und stoßen dabei auf eine Vielzahl von Theorien. Eine Vermutung beschreibt einen in sich zusammenstürzenden, massereichen Stern, der am Ende seines Lebens angekommen ist. Durch den Prozess, in dem der Stern beginnt zu komprimieren, wird der Kern immer heißer, wodurch mehr Elemente fusioniert werden können und der Kern wiederum noch heißer wird. Durch einen sogenannten Entartungsdruck wird dieser Prozess gestoppt und eine Menge an Energie wird umgewandelt und schließlich freigesetzt. Hierbei entsteht dann diese riesige Gammablitzexplosion, meistens verbleibt ein Neutronenstern oder ein schwarzes Loch zurück.

Wie häufig eine Gammablitzexplosion im Universum stattfindet, kann man

hinsichtlich der Größe des Universums nicht genau bestimmen. Jedoch kann man die Gammablitz in zwei verschiedene Kategorien unterteilen. Es gibt die kurzen Gammablitz, diese weisen eine Dauer von maximal zwei Sekunden auf und es gibt die langen Gammablitz, welche eine Dauer von mehreren Minuten haben können. Man geht davon aus, dass die verschiedenen Arten der Gammablitz auch unterschiedliche Entstehungsmechanismen haben könnten. Um dies zu verstehen und herauszufinden gibt es immer wieder neue technologische Innovationen und Projekte.

Diese klären uns auch darüber auf, was im Falle eines Gammablitzes, der die Erde treffen würde, passieren könnte. Zumal die Wahrscheinlichkeit sehr gering ist, dass die Erde getroffen wird, könnten die Auswirkungen doch Konsequenzen haben. Hierbei spielen jedoch viele Faktoren eine bedeutsame Rolle. Befindet sich die Gammablitzexplosion mehrere Milliarden Lichtjahre entfernt, so gehen Wissenschaftler von minimalen Störungen in zum Beispiel der Radiokommunikation aus. Das liegt daran, dass aufgrund der großen Entfernung, ein Großteil der Gammastrahlung auf dem Weg abgeschirmt wird und der restliche Teil, der hier ankommt, kein Problem mehr darstellt, da dieser von der Ozonschicht abgeschirmt werden kann. Entsteht der Gammablitz jedoch in unserem Sonnensystem, könnten die Auswirkung so enorm sein, dass ein Großteil der Lebewesen auf der Erde sterben würde. Grund dafür wäre eine starke Beschädigung der Ozonschicht und Folgen der schädlichen Gammastrahlung.

Allein die Existenz dieser massiven Gammablitzexplosionen finde ich faszinierend. Gerade bei der Erkenntnis, wieviel Energie dabei freigesetzt wird, war ich sehr geschockt. Meiner Meinung nach war es spannend herauszufinden, dass die von den Gammablitzen ausgehende Gammastrahlung von unserer Ozonschicht abgewehrt und überhaupt abgeschirmt werden kann. Außerdem war die Dauer, die lange Gammablitz besitzen können, überwältigend. Da schon innerhalb von zehn Sekunden einer Gammablitzexplosion mehr Energie freigesetzt wird, als die Sonne während ihrer gesamten Lebenszeit freisetzt, frage ich mich, wieviel Energie in mehreren Minuten einer Gammablitzexplosion freigesetzt wird.

Zukünftig kann davon ausgegangen werden, dass mit der fortschreitenden

Technologie immer mehr Informationen und Daten über Gammablitz gesammelt und ausgewertet werden können. Aus diesen erhofft man sich die noch unbekanntes Ereignisse über Gammablitzexplosionen, wie zum Beispiel den Entstehungsmechanismus, erklären zu können. Von meiner Perspektive aus wäre es interessant zu erfahren, inwiefern Gammablitz ihre Umgebung formen und wie stark der Einfluss der Gammablitzexplosionen auf andere Sterne ist.

7 Quellen- und Literaturverzeichnis

- Astronomisches Objekt, dessen Hauptbestandteil Neutronen sind (Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Neutronenstern>)
- Ausbruch von Röntgenstrahlung nach einem Gammablitz (Vgl. <https://www.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Gammablitz>) (abgerufen am 18.02.2024)
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Gammablitz> (abgerufen am 18.02.2024)
- <https://futurezone.at/science/ursprung-gammablitz-entstehung-chinesischer-raumstation-china-tiangong-explosion-strahlung/~:text=Gammablitze%20sind%20die%20größten%20Explosionen%20im%20Universum.%20Wie,dem%20Ursprung%20sogenannter%20Gamma> 02.06.2023 (abgerufen am 25.02.2024)
- <https://idw-online.de/de/news769843> Dr. Thomas Zoufal 03.06.2021 (abgerufen am 20.02.2024)
- https://kernenergie.technology/was-ist-kernenergie/radioaktivitaet/gammastrahlen?utm_content=cmp-true Oriol Planas, erschienen am 24.10.2019 und zuletzt überarbeitet am 09.06.2022 (abgerufen am 22.02.2024)
- <https://scienceblogs.de/astrodicticum-simplex/2013/08/05/gammablitz-wie-entstehen-sie-und-wie-gefährlich-sind-sie-für-die-erde/> Florian Freistetter 05.08.2013 (abgerufen am 25.02.2024)
- <https://swift.gsfc.nasa.gov/> 07.09.2023 (abgerufen am 20.02.2024)
- <https://www.abenteuer-sterne.de/wie-bedrohlich-fuer-die-erde-sind-gammablitz-bei-hypernovae/> Manuel Philipp (abgerufen am 22.02.2024)
- <https://www.abenteuer-sterne.de/wie-bedrohlich-fuer-die-erde-sind-gammablitz-bei-hypernovae/#:~:text=Innerhalb%20von%20einer%20Milliarde%20Jahre,b ezifferten%20sie%20auf%2090%20Prozent.> Manuel Philipp (abgerufen am 22.02.2024)
- <https://www.astronomie.de/astronomie-fuer-kinder/die-astrokids/universum/gammablitz>, Dies ist ein Beitrag aus dem Blog "Astroworlds Das Universum ist cool!" Stefan. (abgerufen am 25.02.2024)
- <https://www.astropage.eu/2022/07/26/gammablitz-als-neue-standardkerzen-zur-entfernungsmessung-im-universum/> Dainotti et al.

- 26.07.2022 (abgerufen am 25.02.2024)
- <https://www.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/~:text=Daher%20k%C3%B6nnen%20Gammablitz%20direkt%20nur%20mit%20Weltraumteleskopen%20oder,in%20der%20Atmosph%C3%A4re%20ausge> 1%25 (abgerufen am 19.02.2024)
 - https://www.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Absolute_Helligkeit (abgerufen am 18.02.2024)
 - <https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/astronomie/rekord-gammastrahlenexplosion-traf-die-erde-13376779> Robert Klatt 22.10.2022 (abgerufen am 23.02.2024)
 - <https://www.fr.de/wissen/gammablitz-experiment-auf-chinesischer-raumstation-geplant-zr-92317422.html> 07.06.2023 (abgerufen am 20.02.2024)
 - <https://www.futurezone.de/science/article231964373/neues-massensterben-was-ein-gammablitz-mit-der-erde-machen-wuerde.html> Philipp Rall 07.04.2021 (abgerufen am 23.02.2024)
 - <https://www.labo.de/news/entstehung-und-herkunft-von-gammablitzen.htm#:~:text=Gammablitz%20lassen%20sich%20rund%20ein%20Mal%20pro%20Tag,aus%20als%20die%20Sonne%20in%20Millia> rden%20von%20Jahren. 20.07.2016 (abgerufen am 16.02.2024)
 - <https://www.mdr.de/wissen/wie-gross-ist-das-universum-104.html> Karsten Möbius 24.07.2020 (abgerufen am 21.02.2024)
 - <https://www.mpg.de/858402/forschungsSchwerpunkt#:~:text=Gammablitz%20setzen%20in%20einer%20Sekunde,in%20zwei%20Gruppen%20ein> geteilt%20werden. Dies ist ein Beitrag aus dem Forschungsbericht „Kurze Gammablitz - Neue Modelle erhellen rätselhafte Explosionen“ von Janka, Hans-Thomas, Aloy, Miguel, Mueller Ewald (abgerufen am 21.02.2024)
 - <https://www.mpg.de/858402/forschungsSchwerpunkt>. Forschungsbericht „Kurze Gammablitz - Neue Modelle erhellen rätselhafte Explosionen“ von Janka, Hans-Thomas, Aloy, Miguel, Mueller Ewald (abgerufen am 21.02.2024)
 - <https://www.nzz.ch/wissenschaft/gammablitz-polar-detektor-analysiert-polarisation-ld.1451404> Christian Speicher 15.01.2019 (abgerufen am 21.02.2024)

- <https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/~:text=Wir%20bekommen%20viel%20schneller%20einen%20Sonnenbrand%20und%20müssen,angegriffen%2C%20ganz%20ohne%20die%20Ozonschicht> (abgerufen am 23.02.2024)
- <https://www.spektrum.de/news/das-vermutlich-groesste-feuerwerk-im-all/1433546> Dirk Eidemüller 30.12.2016 (abgerufen am 18.02.2024)
- <https://www.spektrum.de/news/das-vermutlich-groesste-feuerwerk-im-all/1433546#:~:text=Zum%20Gl%C3%BCck%20sind%20solche%20Ph%C3%A4nomene,einmal%20um%20den%20Faktor%20100.> Dirk Eidemüller 30.12.2016 (abgerufen am 18.02.2024)
- <https://www.weltdrphysik.de/gebiet/universum/nachrichten/2022/gammablitz-verschmelzende-sterne-statt-supernova/#:~:text=Astronomen%20unterscheiden%20zwei%20Arten%20von,k%C3%B6nnen%20hingegen%20lange%20Gammablitz%20aufleuchten.> Rainer Kayser 07.12.2022 (abgerufen am 17.02.2024)

Versicherung der selbständigen Erarbeitung und Anfertigung der Facharbeit

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Stellen der Facharbeit, die im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt aus anderen Werken (auch aus dem Internet) entnommen wurden, mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe. Verwendete Informationen aus dem Internet sind nach Absprache mit der Fachlehrerin bzw. dem Fachlehrer vollständig im Ausdruck zur Verfügung zu stellen.

Bramsche, den 27.02.2024

Unterschrift des Schülers

Einverständniserklärung zur Veröffentlichung

Hiermit erkläre ich, dass ich damit einverstanden bin, wenn die von mir verfasste Facharbeit der schulinternen Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Bramsche, den 27.02.2024

Unterschrift des Schülers