Zu einem Vortrag über die Entstehung des Sonnensystems hatte der

## *Förderverein des Naturmuseums Dortmund*

seine Mitglieder zu einer Corona-Bedingt virtuellen Sitzung eingeladen.

Referent: Jürgen Hempel

Der Vortrag wurde virtuell mit Unterstützung einer Power-Point Präsentation gehalten.

# Die Entstehung unseres Sonnensystems

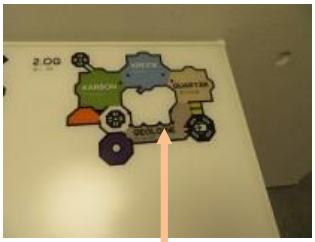
## Eine Reise in unsere kosmische Vergangenheit

**Unter Bezug auf die Dauerausstellung in der Sektion Geologie im Naturmuseum Dortmund**

*Folie 1*

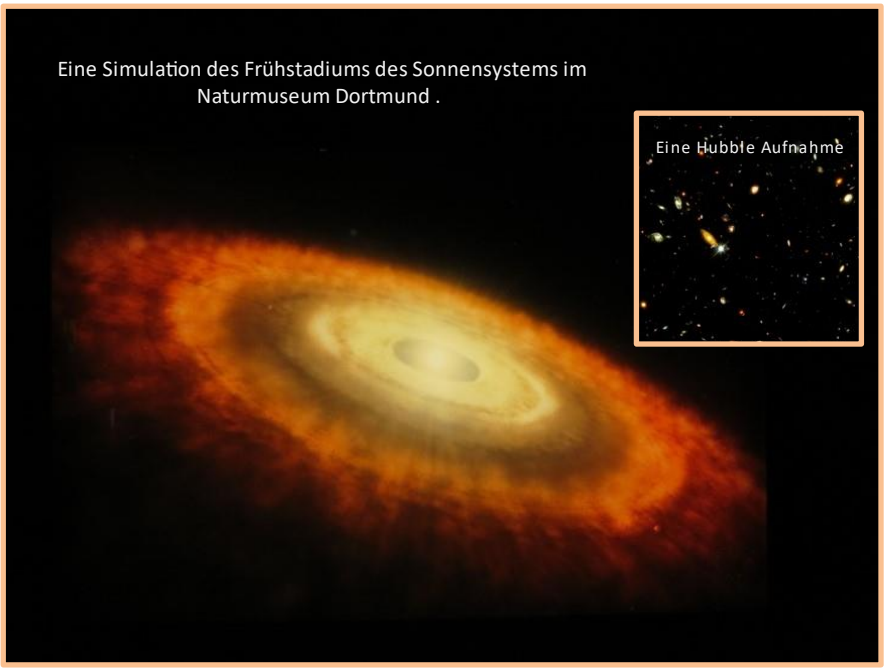
Die Repräsentation des Hadaikums im Naturmuseum Dortmund

Grundriss 2. OG im Naturmuseum Dortmund



Sektion Geologie

*Folie 2*




*Folie 3*

Die Entstehung des Sonnensystems aus einer Verdichtung in einer größeren Molekülwolke (Gas- und Staubwolke) und entsprechend unserer Protoerde mit dem beginnenden Erd-Zeitalter des Hadaikums ist in einem Raum der Abteilung Geologie im Naturmuseum Dortmund dargestellt. (siehe Folien 2 und 3).

Im Folgenden wurde ein kurzer Abriss auf die wissenschaftliche Historie gegeben:

## Woher weiß die Wissenschaft das alles?

**Erst in der frühen Neuzeit (Ende 15. Jahrhundert bis Ende des 18. Jahrhundert) setzte sich gegen den erbitterten Widerstand der Kirche das heliozentrische Weltbild gegenüber dem geozentrischen Weltbild von Aristoteles und Ptolemäus durch.**

*Folie 4*

***Als Wissenschaftler der frühen Neuzeit sind wesentlich nennen***

- **Nikolaus Kopernikus (1473 – 1543)**
- **Tycho Brahe (1546 – 1601)**
- **Johannes Keppler (1551 – 1630)**
- **Galileo Galilei (1564 – 1641)**
- **Und andere , z.B. Gerhard Mercator (1512 – 1594), Giordano Bruno (1548 – 1600) usw.**

*Folie 5*

## In der Neuzeit wurde das Wissen um den Weltraum explosionsartig erweitert

**Auch hier sind einige herausragende Persönlichkeiten zu nennen**

- **Isaac Newton (1643 – 1726)**
- **Michael Faraday (1791 – 1867)**
- **James Clerk Maxwell (1831 – 1879)**
- **Albert Einstein (1879 – 1955)**
- **Edwin Hubble (1889 – 1953)**
- **Karl Schwarzschild (1873 – 1916)**
- **Sowie tausende von Forscherinnen und Forschern heute, denn …**

**… die Suche geht weiter.**

**Nach Schwarzen Löchern, nach neuen Elementarteilchen, nach der Dunklen Materie, nach der Dunklen Energie usw.**

*Folie 6*

*Folie 7*

Im Naturmuseum Dortmund wird die Entstehung des Sonnensystems aus einer Molekülwolke (Gas- und Staubwolke) auf unser Sonnensystem begrenzt. Eine Bildschirm-Animation (gemäß Folie 7) stellt das großartig dar.

**Aber woher kommt die Gas -und Staubwolke.** In den folgenden Folien wird darauf eine kurze Antwort gegeben:

## Woher kommt diese Gas- und Staubwolke?

- **Antwort gibt unsere Milchstraße, die wir wie ein weißes Band am Himmel beobachten können.**
  **Wenn man auf dem Land ist und die Beobachtung nicht durch störendes Licht verhindert wird. Die Lichtverschmutzung ist nicht nur der Feind des Himmelsbeobachters, sie ist in großem Maße auch der Feind der Fauna. Alle Sterne, die wir ohne Instrumente am Firmament sehen, sind Sterne unserer Galaxie „Milchstraße". Ausnahme: Andromeda in Europa sowie Magellansche Wolke im Süden.**

- **Die Milchstraße ist die Galaxie, in der sich das Sonnensystem mit der Erde befindet. Als flache Scheibe mit einer Dicke von 3000 Lichtjahren. Die Milchstraße hat eine Ausdehnung von 170000 bis 200000 Lichtjahren und besteht aus hunderten von Milliarden Sternen . Man schätzt 100 bis 400 Milliarden.**

**Das Lichtjahr ist ein Längenmaß, das in der Astronomie zur Angabe großer Entfernungen üblich ist. Es ist definiert als die Strecke, die das Licht im Vakuum während eines julianischen Jahres zurücklegt. Das sind 9,46 Billionen Kilometer (9,46 $\cdot 10^{12}$ km).**

*Folie 8*

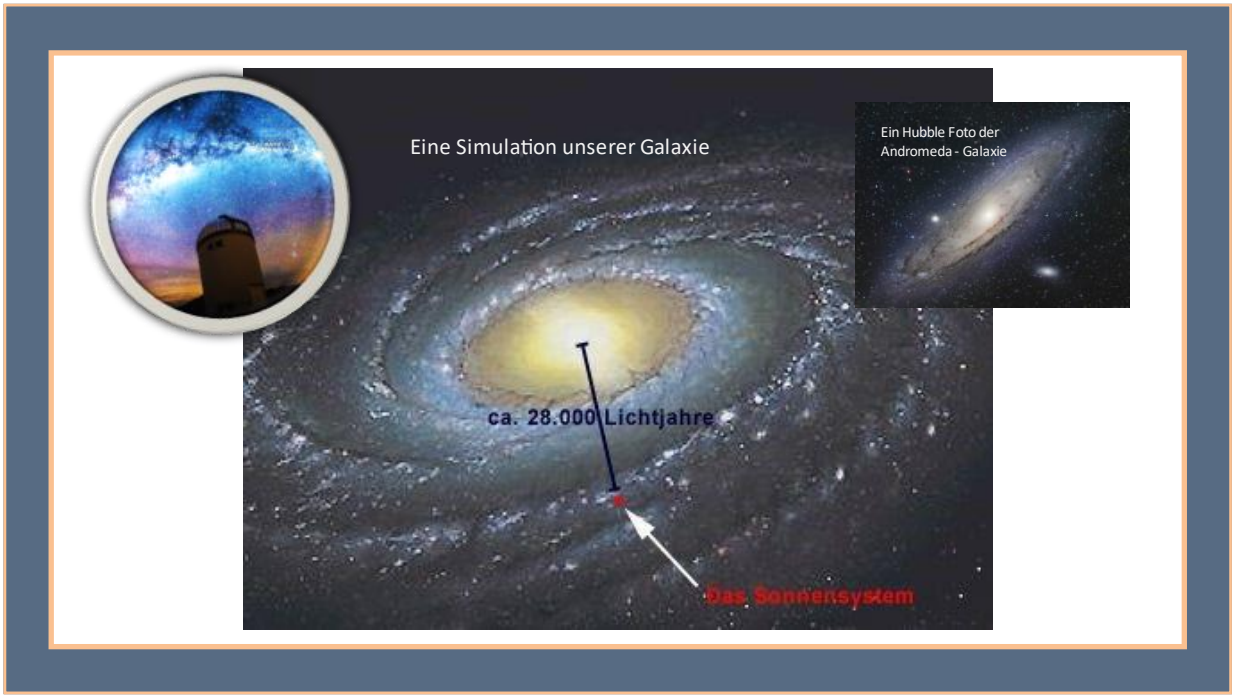
## Woher kommt diese Gas- und Staubwolke?
**Teil 2**

- **Von der Erde aus lassen sich mit aktueller Technik mehr als 50 Milliarden Galaxien beobachten. Seit 2016 geht die Forschung davon aus, dass sich im beobachtbaren Universum ca. eine Billion Galaxien befinden. Die nächst entfernte Galaxie von der Milchstraße ist die Andromeda-Galaxie mit einem derzeitigen Abstand von 2,5 Millionen Lichtjahren.**

- **Die Galaxie der Milchstraße hat ein Alter von ca. 13,5 Milliarden Jahren. Unser Sonnensystem ist ca. 4, 6 Milliarden Jahre alt.**

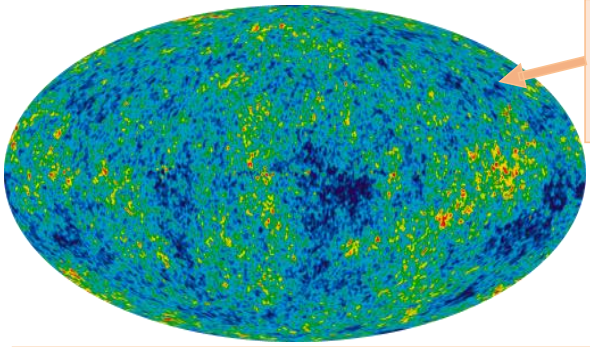
- **Dazwischen liegen 8,4 Milliarden Jahre, die unseren Planeten Erde in der Form, wie wir ihn erleben, erst möglich gemacht haben.**

*Folie 9*




*Folie 10*

Unser Universum ist 13,8 Milliarden Jahre alt, unsere Galaxie Milchstraße ca. 13,5 Milliarden Jahre. Es fehlen noch 300.000 Jahre und woher hat unsere Galaxie ihr Masse.



**Eine „schwammige“ Erklärung liefert die radiometrisch erfasste Hintergrundstrahlung des „Urknalls“ vor 13,8 Milliarden Jahren.**

**Als Urknall wird in der Kosmologie der Beginn des Universums, also der Anfangspunkt der Entstehung von Materie, Raum und Zeit bezeichnet.**

**Nach ca. 300000 Jahren hat sich die Materie gebildet, die unser Universum ausmacht und die auch zur Bildung unserer Galaxie geführt hat. Der Rest ist (noch) ein Geheimnis. Eindeutig dagegen festgelegt ist die Wechselwirkung unserer Materie.**

*Folie 11*

**Die Fundamentale Auswertung der Hintergrundstrahlung zeigt als Ergebnis** unter anderem

## 1. Die vier fundamentalen Wechselwirkungen

**Nach dem aktuellen Stand der Forschung kennt die Wissenschaft vier verschiedene Wechselwirkungen:**

- **Die starke Wechselwirkung,**
- **die schwache Wechselwirkung,**
- **die elektromagnetische Wechselwirkung und**
- **die Gravitation.**

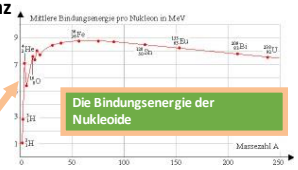
**Mit diesen vier fundamentalen Wechselwirkungen könnten wir alle Phänomene und alle Prozesse, die wir bisher auf der Erde oder im Weltall beobachtet haben, beschreiben.**

## 2. Die Elemente der Urmaterie nach 300000 Jahren waren

- **Im Wesentlichen das Element Wassersoff**
- **Ein geringerer Anteil des Elements Helium**
- **In ganz geringen Mengen auch schon die Elemente Lithium und Beryllium**

*Folie 12*

**Kurz nach dem Urknall bestand unser Universum nur aus den leichten Elemente Wasserstoff (wesentlich), Helium (geringerer Anteil), Lithium und Beryllium (jeweils ganz geringer Anteil).**




**Die schweren Atome entstanden erst im Laufe der Jahrmilliarden danach durch Kern -Fusionsprozesse in den Sternen bis hin zum Eisen. Die schwereren Elemente nach Eisen bildeten sich durch (n,ß) Reaktionen der schweren Atomkerne (bis Pb) während der Heliumfusion oder in der Folge von Sternexplosionen (Supernovae).**

Hubble -Aufnahme des Pferdekopfes im Sternbild Orion Ausdehnung ca. 3 Lichtjahre, Entfernung ca. 1500 Lichtjahre

**Sternexplosionen bilden riesige Wolken von Sternenstaub etc. (interstellares Medium). Das ist das Material für neue Sterne.**

*Folie 13*

**Auslöser der Bildung von neuen Sternen ist die Gravitation, der Motor des Weltraums, unterstützt durch geringfügige Störungen des Gravitationsfeldes und wesentlich unterstützt durch die Stoßwellen von Supernovae.**

**Es entstehen eine größere Anzahl von Sternen, die sich in der Anfangsphase auch gegenseitig beeinflussen können. Die Wissenschaft schließt das für unser Sonnensystem aufgrund der starken Ellipsenbahn der Körper im Kuipergürtel nicht aus. Neuerdings wird aber auch ein 9. Planet im Kuipergürtel diskutiert. Hypothetisch, wie auch die Oortsche Wolke. Es bleibt spannend.**

**Die Wissenschaft konnte ermitteln, dass die Bildung unseres Sonnensystems durch die Supernovae eines Sterns des Typs II mit 25 Sonnenmassen ausgelöst wurde.**

*Folie 14*

Mit dem Entstehungsprozess des zentralen Sterns hat auch das umgebende Gas- und Staubmaterial einen Drehimpuls erhalten, der die Materien in einer Akkretionsscheibe um das Zentrum in Bewegung gesetzt hat.

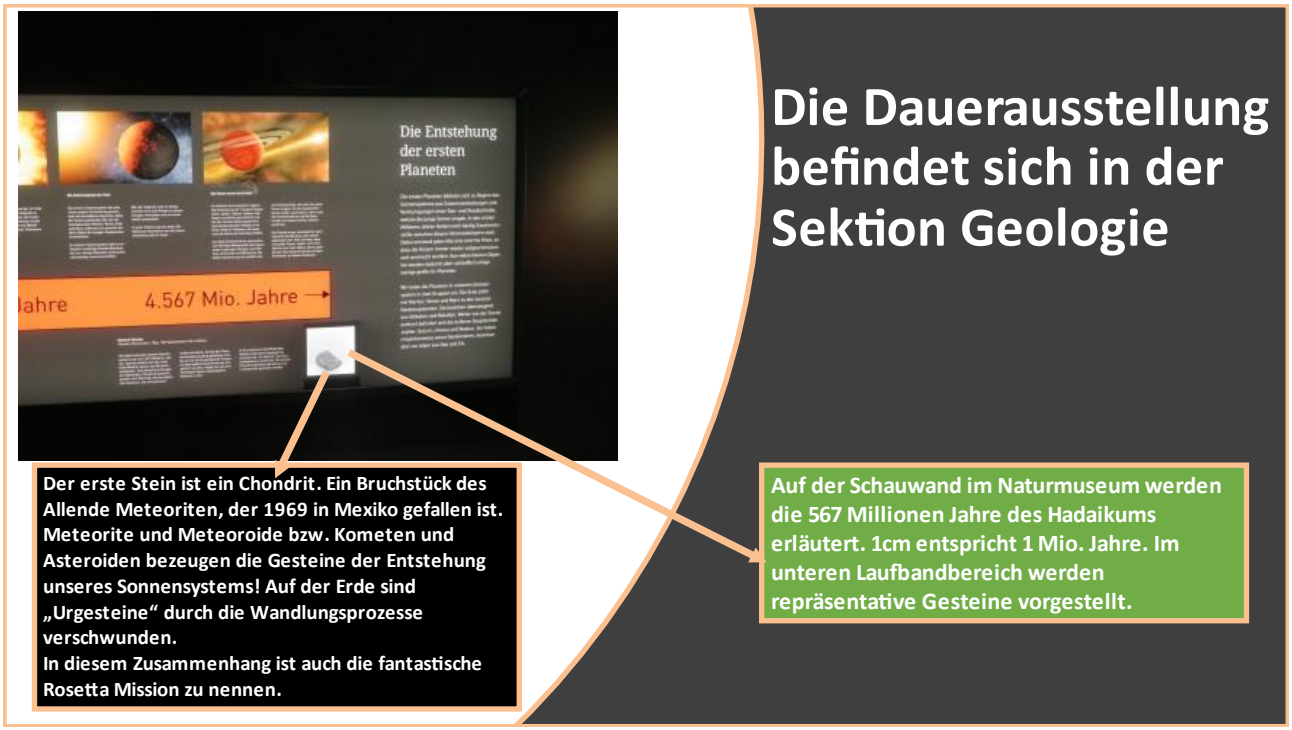
Es haben sich zuerst an festen Kernen die Gasplaneten Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun gebildet. Das musste schnell gehen, sonst hätten die Sonnenwinde das Material weggeblasen. Geschätzter Zeitraum : ca. 5 Mio. Jahre. Bis zum heutigen stabilen Zustand mit ihrer Massenverteilung sind sie zur Sonne hin und wieder von der Sonne wieder weggewandert . Neptun war ursprünglich auf einer inneren Bahn gegenüber dem Uranus.

Aus der Verdichtung des Staubs zu Planetisialen (Kartoffelgröße) usw. haben sich dann auch die Felsenplaneten Merkur, Venus, Erde, Mars gebildet. Mehr Elemente wird es nicht geben!

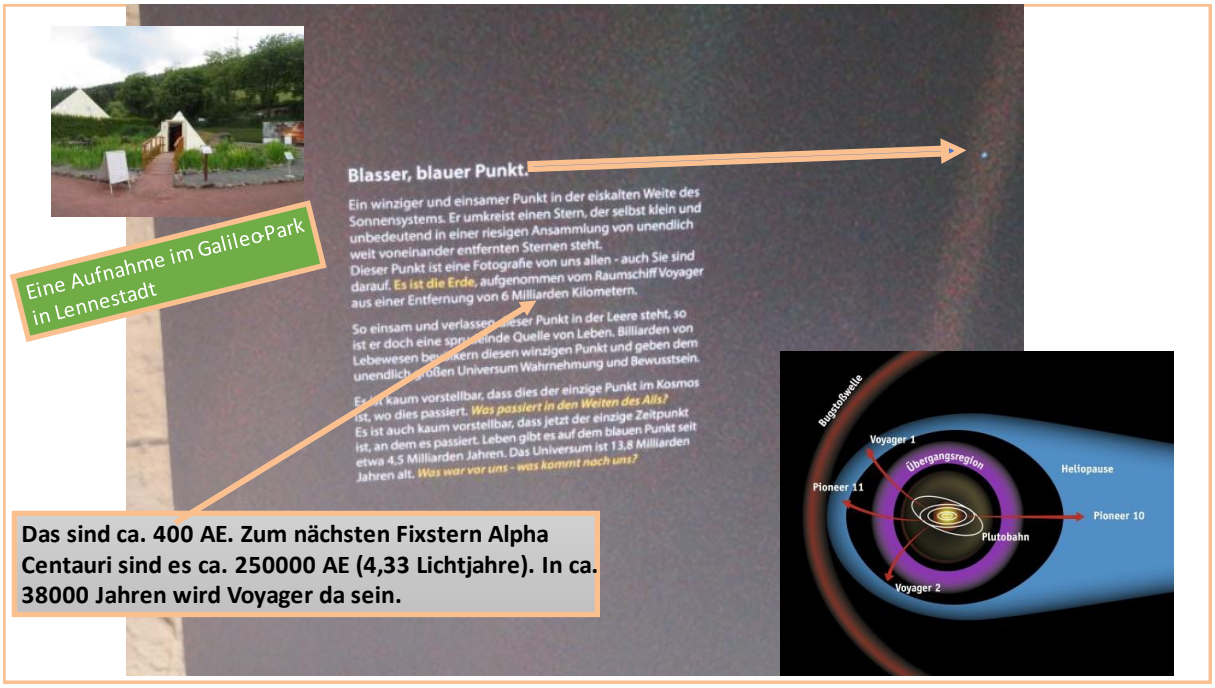
Die Gesteinsbrocken der Gürtel (Asteroiden, Keuper) ziehen bis heute ungehindert ihre Bahn, wenn sie sich nicht auf eine „Zusammenstoßbahn“ begeben haben. Sie repräsentieren den Ursprung des Sonnensystems.

*Folie 15*

*Folie 16*




*Folie 17*



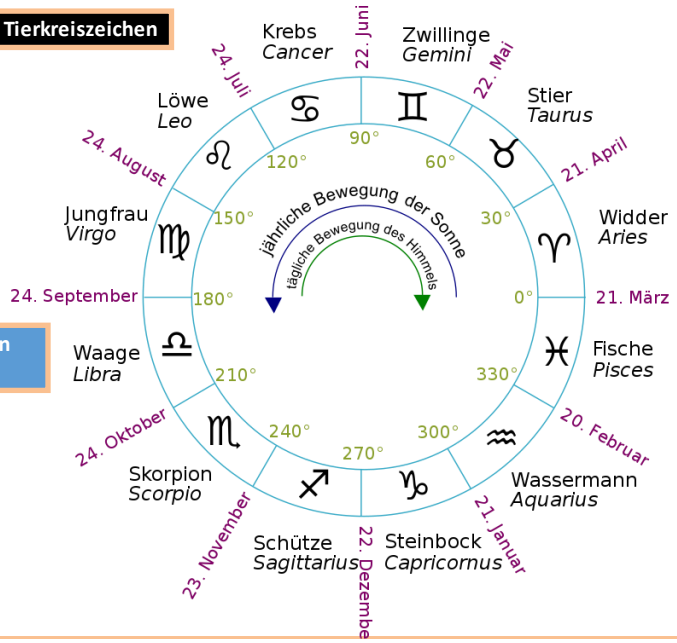

*Folie 18*

Hildegard von Bingen ging davon aus, dass die von Edelsteinen ausgesandten Schwingungen entweder durch Boten, zum Beispiel Wasser oder Wein, oder über die Haut auf das zentrale Nervensystem wirken.

Die größten Heilerfolge versprachen laut ihrer Lehre die zwölf Grundsteine Gottes: Heliotrop, Saphir, Chalcedon, Smaragd, Sardonyx, Karneol, Peridot, Beryll, Topas, Chrysopras, Zirkon und Amethyst. Der Saphir zum Beispiel sei gut gegen Dummheit oder Zornausbrüche.

**Edelsteine in den Tierkreiszeichen**

**Skarabäus in Ägypten**




*Folie 19*

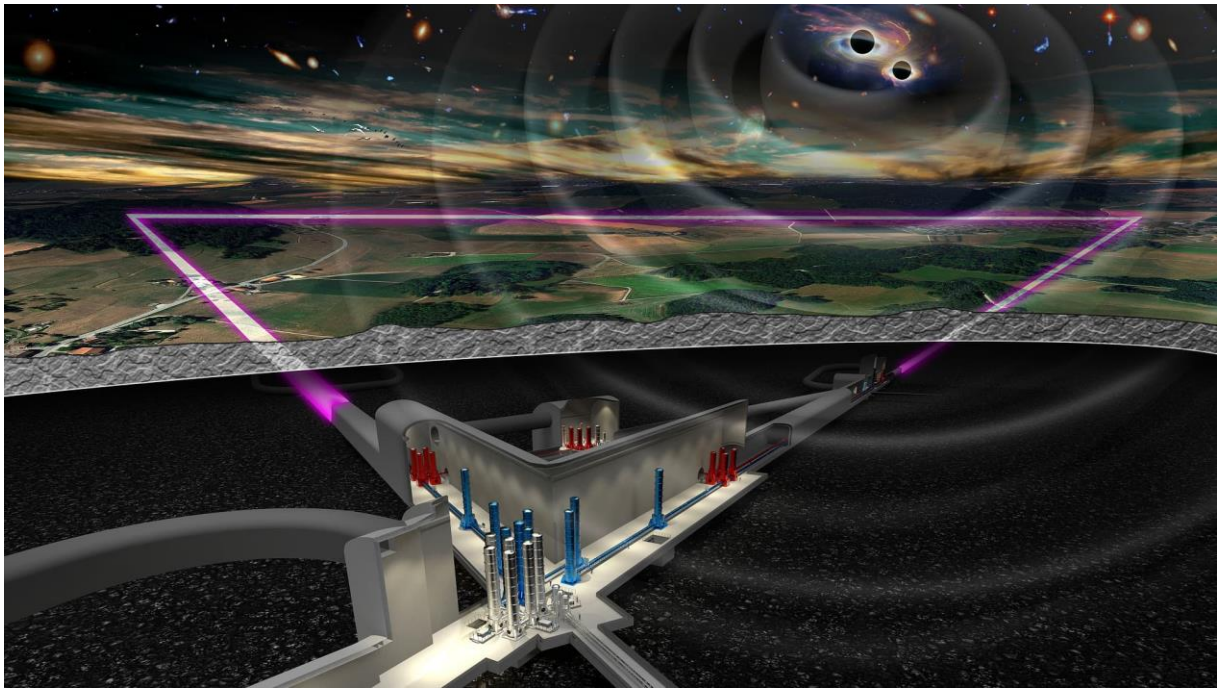
*Folie 20*

Diese Folien haben grundsätzlich gezeigt, welche fundamentalen Erkenntnisse mit der Unterstützung immer neuer technischer Hilfsmittel wie Beschleunigern, Satellitensystemen, Strahlungsauswertesystemen etc. in der Astrophysik in den letzten Jahrzehnten gefunden wurden. Aufbauend auf den richtungsweisenden Erkenntnissen, die einzelne Wissenschaftler mit der beginnenden Neuzeit und in der weiteren Neuzeit gewonnen haben. Einstein hat seine Theorien ohne technische Hilfsmittel entwickelt.

Die Forschung geht weiter. Zum Beispiel:

- Die Auswertung der Hintergrundstrahlung dahingehend, auch die ersten 300000 Jahre nach dem Urknall zu erforschen.
- Beschleuniger werden immer besser gestaltet, um ggf. weitere als die bisher erforschten 61 Elementarteile zu entschlüsseln.
- Die Erforschung der schwarzen Löcher.
- Die Erforschung der Dunklen Materie
- Die Erforschung der Dunklen Energie-.
- Die Erforschung weiterer Planetensysteme.
- Das Aufspüren von Neutrinos.
- Usw.

Ein großes Projekt wird das Einstein-Teleskop sein, dass Raumzeitbeben der Zukunft aufspüren soll und so ggf. Aussagen zur fundamentalen Wechselwirkung Gravitation zulässt.



Aus https://www.spektrum.de/news/der-traum-vom-einstein-teleskop/1767019

Unser täglicher Lebensablauf geht uneingeschränkt davon weiter. Der nächtliche Blick in den Himmel hat mit oder ohne technische Hilfsmittel für jeden Einzelnen grundsätzlich große Dimensionen. Wir sitzen mittendrin in der Milchstraße. Die Beobachtung unserer spiralförmigen Heimatgalaxie mit ihren unzähligen Sternen ist auch mit bloßem Auge ein Ereignis. Durch künstliches Licht werden die Nächte allerdings immer heller und die Sterne unsichtbar. Lichtverschmutzung ist ein Problem. Das nicht nur unseren Blick auf den Sternenhimmel beeinflusst. Die meisten Lebewesen richten ihr Verhalten nach dem Wechsel von Tag und Nacht. Durch die immense Beleuchtung werden Ökosysteme empfindlich gestört. Tiere können sich nicht mehr anhand der Sterne orientieren, künstliche Lichtquellen locken sie an und führen sie in die Irre.

Das Naturmuseum Dortmund geht auf die Faktoren Zukunft und Vergangenheit ein. Bei einem Besuch der Dauerausstellung und der wechselnden Sonderausstellungen begibt man sich auf eine spannende Zeitreise. Dies zeigt die letzte Folie des Vortrages.

*Folie 21*

*J.H. im Februar 2021*