

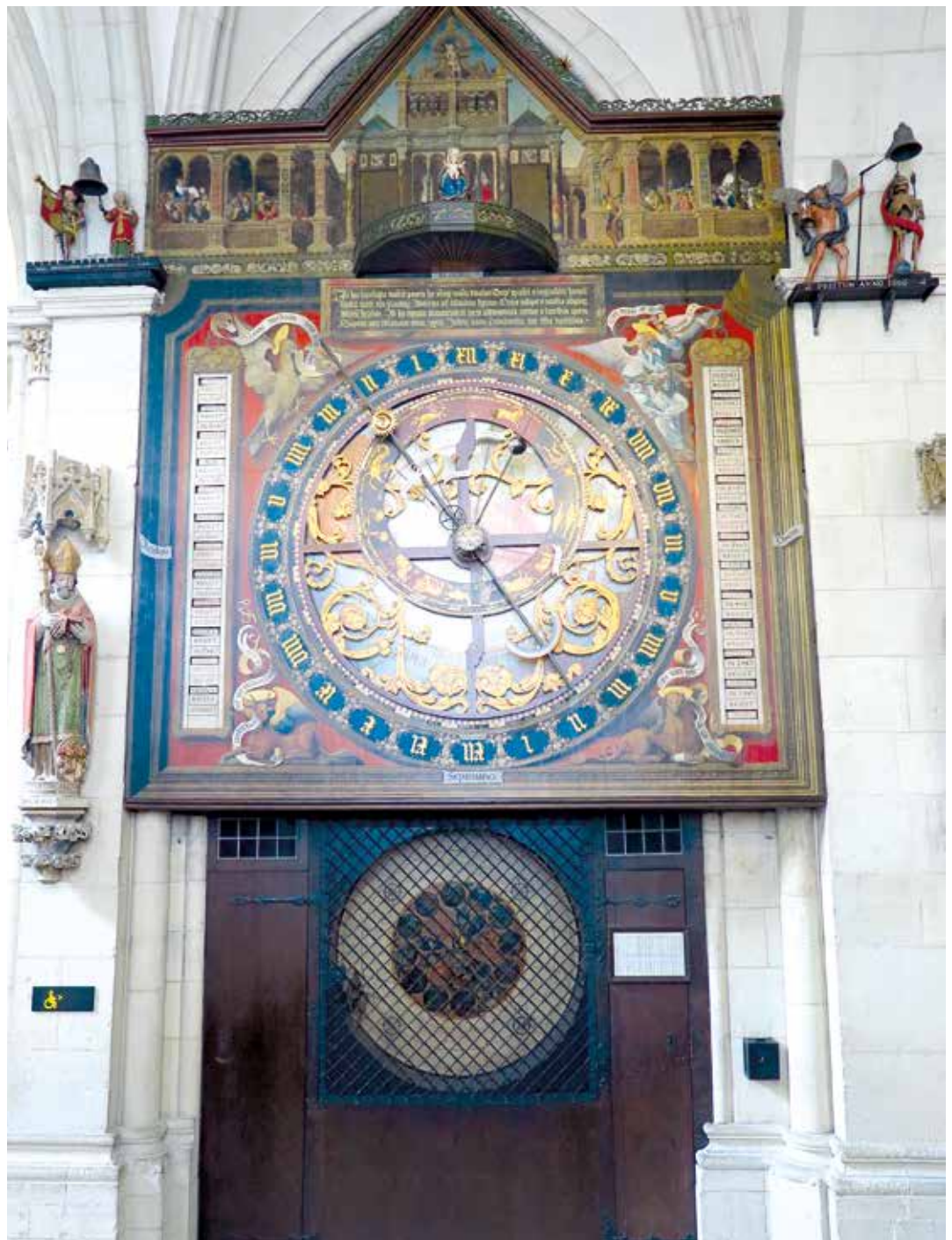
Kölner Uhrenkreis am 12. März 2022

Die astronomische Uhr im Dom zu Münster

Jürgen Stockel

Fast ein Jahr war sie nur als großes Foto zu sehen. Pünktlich zum großen Katholikentag konnte man sie wieder live bewundern. Sie strahlt wie nie zuvor, und glänzend restauriert zeigt sie sich den staunenden Besuchern. Die große Astronomische Uhr im Dom zu Münster gehört zu den herausragenden Großuhren des 14./ 15. Jahrhunderts und ist ein absolutes Highlight im Dom zu Münster.

Schon um 1397 muss es im Dom eine Astronomische Uhr gegeben haben. Die Wiedertäufer haben sie im Rahmen ihres Bildersturms 1534 stark beschädigt. Aber schon 1540 konnte die neu aufgebaute Uhr ihren Betrieb wieder aufnehmen. Grundsätzlich gab es im 15. / 16. Jahrhundert zwei Generationen solcher Astronomischen Uhren. In der ersten Generation werden die Mondphasen mit einer drehbaren Mondkugel deutlich



Gesamtansicht der astronomischen Uhr im Dom zu Münster



Uhrscheibe mit Tierkreis

gemacht, der Sonnenzeiger zeigt die Uhrzeit an und die Tierkreisscheibe ist drehbar aufgehängt und läuft etwas schneller als der Sonnenzeiger. Damit durchläuft der Sonnenzeiger in einem Jahr genau einmal alle Tierkreise. Solch eine Uhr sehen wir in Münster. Bei den neueren Uhren (z.B. Rostock) ist die Tierkreisscheibe fest aufgemalt, der Sonnenzeiger läuft einmal im Jahr um 360° durch alle Tierkreise und die Mondphasen werden durch große bewegliche Schaubilder verdeutlicht. Für die Zeitanzeige brauchen diese Uhren einen zusätzlichen Stundenzeiger. Die

Münsteraner Uhr gehört zu der älteren Generation der Großuhren und gewährt uns damit einen einmaligen Blick auf die hohe Baukunst solcher frühen Uhren.

Die Uhr ist in drei Etagen unterteilt. Im oberen Bereich wird der Umlauf der heiligen drei Könige dargestellt. Jeden Mittag bewegen sich die drei in Begleitung ihrer Diener um Maria mit ihrem Jesuskind, untermalt mit feiner Musik und einem sich drehenden Stern. Auch heute noch lockt dieses mittelalterliche mechanische „Wunderwerk“



Kalenderscheibe

um 12 Uhr viele Menschen in den Dom. Die vielen alten Malereien des anerkannten Ludger tom Ring rücken diesen Bereich in den Fokus der Kunsthistoriker.

Die meisten Besucher blicken mit staunenden Gesichtern auf die mittlere Etage, auf die große Uhrenscheibe mit diesem unglaublichen Wirrwarr von Zeigern und Symbolen. Insgesamt sieben Zeiger sind zu erkennen: Sonne und Mond und die damals bekannten fünf Planeten. Aber auch die Tierkreisscheibe ist drehbar aufgehängt und genauso wie die anderen Zeiger in einem korrekten Verhältnis zur Sonnendrehung getaktet. Außen liest man die Tierkreise wie an einer runden Skala ab. Mechanisch ist sie aber genauso konstruiert wie ein Zeiger. Damit hat die Uhr genaugenommen acht Zeiger! Das wäre weltweit einmalig!

Aber Halt! Der Zeiger für den Merkur hat keine eigene Mechanik. Da er für die Astrologen aufgrund seiner schwierigen Sichtbarkeit auch damals schon keinerlei Bedeutung hatte, wurde der Merkurzeiger ganz einfach an den Sonnenzeiger angeschweißt und läuft somit immer in der gleichen Position hinter der Sonne her. Das ist astronomisch natürlich völlig falsch, zeigt aber auch schon an dieser Stelle, dass an dieser Astronomischen Uhr viele astrologische Aspekte berücksichtigt wurden. Dazu dann später mehr.

Blieben also immerhin noch sieben sich unterschiedlich schnell drehende Zeiger. Das gibt es weltweit nur noch bei einer anderen historischen Großuhr im Straßburger Münster.

Der Mondzeiger: Er zeigt die Stellung in den Tierkreisen an. Seine drehbare Kugel besteht aus einer schwarzen und einer silbernen Hälfte. Da sich diese Kugel in ihrem Umlauf um die Erde in 29,5 Tagen um ihre eigene Achse dreht, kann man da sehr schön die Mondphasen ablesen. Steht der Mond ganz nah bei der Sonne, ist er schwarz: Neumond. Steht der Mond von der Erde aus gesehen auf der anderen Seite der Sonne, dann ist er silberfarben: Vollmond.

Der Sonnenzeiger: Er ist schnell an seinem schönen Sonnensymbol zu erkennen. Er zeigt ganz außen auf dem 24-Stunden-Ziffernblatt die Uhrzeit an. Bemerkenswert ist hier in Münster, dass die Uhr entgegen dem heute geläufigen Uhrzeigersinn läuft. Auf der Rückseite des Sonnensymbols ist ein kleiner Dorn. Dieser fasst in die äußere Rille der exzentrisch aufgehängten Tierkreisscheibe. Und so wird das Sonnensymbol auf dieser „Posaunen“-artigen Doppelstange je nach Jahreszeit mal nach außen (Winter) oder nach innen (Sommer) gezogen. Das bedeutet, dass man durch diese Darstellung die Sonnenhöhe über dem Horizont abschätzen kann. Und auch die Untergangszeiten der Sonne sind damit in allen Jahreszeiten korrekt am Schnittpunkt des Sonnensymbols und der Horizontlinie ablesbar.

Die Planeten Mars, Jupiter und Saturn bewegen sich in ihren mittleren Geschwindigkeiten um den Mittelpunkt dieser Uhr. Planetenschleifen hat man nicht berücksichtigt, sodass die astronomische Genauigkeit hier nicht sehr hoch ist! Und Vorsicht FALLE: Ich Hobbyastronom war davon ausgegangen, dass diese Astronomische Uhr



Mondzeiger



Getriebe des Mondzeigers

die astronomische Stellung der Planeten anzeigt! Das ist (leider) falsch! Sie zeigt wie bei Sonne und Mond die Stellung der Planeten in den Tierkreisen an. Und Tierkreisbilder und astronomische Sternbilder der Ekliptik sind heute nicht mehr deckungsgleich. Da hat sich in 2000 Jahren durch die Präzession der Erdachse einiges verschoben.

Gebaut wurde die Uhr in ihrem heutigen Erscheinungsbild um 1540. Daher darf es auch nicht verwundern, wenn sich alle sieben Zeiger (Mond, Sonne, Planeten) um die Erde drehen.

Das war damals der gültige Kenntnisstand. Diese Uhr zeigt uns den Blick auf den Stand der Astronomie vor den Veröffentlichungen von Kopernikus und Co.

Wie stark diese Uhr astrologischen Forderungen der damaligen Zeit gerecht werden musste, sieht man auch an den Regententafeln links und rechts der Uhr.

Hier werden die Stundenregenten von der 1. bis zur 24. Stunde angezeigt. Der Regent der



Sonnenzeiger und Rille in der Tierkreisscheibe



Rille in der Tierkreisscheibe und Zeiger des Saturn

ersten Stunde ist dabei der Regent des Tages. Der Mond ist beispielsweise der Regent des Montags. Diese Tafeln werden von Tag zu Tag verändert. Sie dienten damals zur Erstellung teurer Geburtshoroskope.

Werfen wir nun einen Blick auf die Wand hinter den Zeigern (der sog. „Mater“): Schwierig ist die Differenzierung einer Vielzahl von Linien, die man später in der Barockzeit kaum noch verwendet haben dürfte. Es gibt Linien, die sich auf die Weltkarte beziehen (z.B. die Wendekreise).

Die Horizontlinie gibt Auskunft darüber, welche Objekte sich aktuell über oder unter dem Horizont befinden. Damit kann man z.B. die Auf- und Untergangszeiten der Sonne ablesen. Die Einteilung in 12 Himmelshäuser gibt Kenntnis über die Stellung von Sonne, Mond und Planeten in den entsprechenden Himmelshäusern. Dies entspricht alter antiker Tradition und hat nur eine astrologische Bedeutung. Zusätzlich gibt es noch Linien der ungleichen Nachtstunden: Vor der Erfindung der großen Uhren teilte man die Nächte vom Sonnenuntergang bis –aufgang in



Planetentafeln

12 gleiche Zeitabschnitte ein. Im Winter waren diese Abschnitte dann länger als im Sommer. Die Erbauer dieser Uhr wollten den Fans der alten Zeitabschnitte die Möglichkeit bieten, mit der modernen Uhr auch diese traditionellen Zeiten ablesen zu können. Das Sonnensymbol auf dem Sonnensymbol ist durch einen Stift mit der außen liegenden Rille der exzentrisch aufgehängten Tierkreisscheibe verbunden. Dadurch verändert das Symbol permanent seine Höhe. Daher kann man im gesamten Jahr am Schnittpunkt des Sonnensymbols mit einer der 12 Linien für die ungleichen Nachtstunden die entsprechende Nachtstunde ablesen.

Der Wandhintergrund wird dominiert von einer Weltkarte aus dem Jahr 1661. Sie ist aufgrund der vielen barocken Schmuckelemente heute kaum noch zu erkennen. Erschwerend kommt hinzu, dass man diese Karte auf den Kopf gestellt hat und somit einzelne Erdteile für uns schwierig zu identifizieren sind.

Bei der Restaurierung hat man mit Röntgenmethoden unter der Weltkarte eine alte Sternkarte entdeckt. Dazu soll es bald eine Publikation geben. Darauf bin ich schon sehr gespannt.

Die untere Etage bietet die erstaunlichsten Geheimnisse: Die große Kalenderscheibe von 1540 ist einer der komplexesten und kompliziertesten ihrer Art weltweit. In der Mitte fallen die schönen kleinen Bilder ins Auge, die Ludger tom Ring damals dem Leben der Stadt gewidmet hat. Er zeigt in wunderschönen Minibildern das Leben in Münster in den 12 Monaten eines Jahres.

Zwei Zeiger sind zu erkennen: Ein Herold zeigt mit einem kleinen Zeiger auf dem mittleren Ring den Tag an. Vom Rücken des Paulus in der Mitte geht ein langer Zeiger an den Rand der Kalenderscheibe. Er zeigt das gültige Jahr an. Aktuell zeigt der Zeiger auf „MMXXII“. Das ist 2022! Und in der Tat geht diese Kalenderscheibe noch bis 2071. Damit zeigt sie von 1540 bis 2071 genau 532 Jahre an! Das gibt es nur in Münster! Das ist weltweit einmalig!

532 Jahre sind dabei ein ganz besonderer Zeitraum. Eine der Hauptaufgaben eines solchen christlichen Kalendariums ist das Bestimmen von Ostersonntag. Bekanntermaßen benötigt man dafür die Daten der Vollmondzeiten und der Sonntage.

Ein großer astronomischer Zufall ist die Wiederkehr der Vollmondzeiten: Bis auf wenige Minuten genau wiederholen sich Vollmondzeiten alle 19 Jahre. Wenn man also einmal alle Daten eines 19-Jahre-Zyklus kennt, kennt man auch die Vollmonde der folgenden Zyklen und kann damit die Vollmondzeiten für hunderte Jahre vorherbestimmen. Dazu muss man nur noch wissen, zu welchem der 19 Jahre eines solchen Zyklus gehört. Das gibt die „Goldene Zahl“ an.

Diese Information findet man auf dem äußeren Datenring in der von außen gesehen dritten Spalte. Für 1929 lautet die Goldene Zahl XI, also 11. 1929 befindet sich also im 11. Jahr dieses 19-Jahre-Zyklus der Vollmondzeiten. Die Vollmondzeiten sind dann den bestehenden Tabellen einfach zu entnehmen (nicht an der Uhr vorhanden!!).

Die Weltkarte von 1661 ist spiegelverkehrt gemalt





Weltkarte mit Linien

Unter der Berücksichtigung der Schaltjahre liegen die Sonntage alle $4 \times 7 = 28$ Jahre wieder auf dem gleichen Datum. Damit ergibt sich ein kompletter Zyklus der Ostersonntage aus $19 \times 28 = 532$ Jahren. Das heißt, dass alle 532 Jahre die Ostersonntage wieder auf dem gleichen Datum liegen.

Daher haben die Macher dieser Scheibe diesen gesamten Zyklus ausgewählt. Im Jahr 1540 eine Kalenderscheibe zu entwickeln, die bis 2071 gilt, ist fürwahr etwas ganz besonderes und gibt es nur in Münster. Das könnte bedeuten, dass man 2072 die Jahreszahlen außen aktualisieren müsste, und schon gilt diese Kalenderscheibe für die nächsten 532 Jahre! Aber STOP an dieser Stelle: 1582 gab es eine Kalenderreform. Aus dem Julianischen Kalender wurde der Gregorianische Kalender. Der besitzt etwas weniger Schaltjahre als der ältere Kalender. Damit ist die Systematik der Münsteraner Kalenderscheibe, die auf dem Julianischen Kalender aufbaut, heute nicht mehr gültig. Ich ziehe aber dennoch heute meinen Hut vor den Leuten, die diese wundervolle Kalenderscheibe konzipiert haben.

Zur endgültigen Bestimmung des Ostersonntages mit Hilfe der Astronomischen Uhr gibt es verschiedene Methoden. Ich gehe nur auf die eleganteste Methode ein, die Verwendung der Osterbuchstaben. Ostersonntage liegen nur im Bereich vom 22. März bis zum 25. April. Diese Tage erhalten eine einfache Durchnummerierung von „b“ bis „u“ und weiter mit „A“ bis „Q“ (innerer Datenkreis, letzte Spalte). Jedes spezifische Jahr bekommt nun seinen (exakt berechneten)

Osterbuchstaben (äußerer Datenring, zweite Spalte). Dazu ein Beispiel: 1946 besitzt den Osterbuchstaben „t“. Dieses „t“ befindet sich in der Kaskade der Buchstaben vom 22. März bis 25. April genau an der Stelle „08. April“. Somit liegt nach dieser Kalenderscheibe der Ostersonntag 1946 am 08. April. Weiter oben hatte ich schon beschrieben, dass die Daten wegen der Kalenderreform 1582 keine Gültigkeit mehr besitzen! Leider hat man hat die Daten später auch nicht angepasst. 1946 war der Ostersonntag im Übrigen am 21. April!

Aus der Kombination von Sonntagsbuchstabe und Tagesbuchstabe lässt sich auch der Wochentag eines Geburtstages bestimmen. Allerdings verwendet man hier zur Korrektur einen kleinen Trick: Man muss den Sonntagsbuchstaben um einen Tag zurückdrehen. Dazu ein Beispiel „06. Mai 1954“: Der Sonntagsbuchstaben 1954 ist laut Kalenderscheibe ein „D“. Den stellt man einen Tag zurück: „C“. Der nach wie vor gültige Tagesbuchstabe des 06. Mai ist ein „g“. Wenn also „C“ ein Sonntag ist, „g“ 4 Buchstaben nach „C“ liegt, dann muss der 06. Mai 1954 auf einem Donnerstag liegen! Das war tatsächlich der Fall!

Die Münsteraner Uhr ist eines der bedeutendsten Beispiele der großen „hanseatischen“ Astronomischen Uhren. Wer einmal Feuer gefangen hat für diese fantastischen historischen Großuhren, wird auch andere Uhren besuchen wollen. Dazu gehören die wundervollen Uhren in Danzig, Rostock, Lund und eine neuere Uhr aus dem 20. Jahrhundert in Lübeck, die in der Marienkirche die im Krieg völlig zerstörte Uhr ersetzt hat.

Kölner Uhrenkreis am 12. März 2022

Das "James Webb"-Teleskop - Blick in die Frühphase des Universums

Helmut Rupsch

„Wir sind der Entschlüsselung der Geheimnisse des Universums einen Schritt näher gekommen“, frohlockte Nasa-Chef Bill Nelson, nachdem das „James Webb“-Teleskop (JWST) in dieser Woche seinen 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernten Bestimmungsort erreicht hatte. Das sind große Worte.

Doch tatsächlich versprechen Forscher sich einiges vom neuen Teleskop: Es soll erstmals einen Blick in das junge Universum ermöglichen und die ersten Sterne und Galaxien erforschen können.

Für das Vorgängerteleskop „Hubble“ waren sie unsichtbar, weil das von Ihnen ausgesandte Licht bereits so lange unterwegs ist, dass die Wellenlängen vom sichtbaren Bereich ins Infrarote verschoben sind. Das „James Webb“-Teleskop kann im Gegensatz zu „Hubble“ Infrarotlicht registrieren – und das mit einer sensationellen Empfindlichkeit.“

Norbert Lossau - Welt am Sonntag

Das "James Webb"-Teleskop (JWST) der Nasa wurde erfolgreich gestartet

James Edwin Webb (* 7. Oktober 1906 in Tally Ho, Granville County, North Carolina; † 27. März 1992 in Washington, D.C.) war ein US-amerikanischer Regierungsbeamter und vom 14. Februar 1961 bis zum 7. Oktober 1968 der zweite Administrator der NASA.

Blick in das junge Universum

- Ein 10 Milliarden Dollar Projekt
- JWST soll "Hubble" ersetzen (seit mehr als 30 Jahren im Einsatz)
- Gibt es Leben auf fernen Planeten?
- Geburt neuer Planeten beobachten
- Erkenntnisse über den Urknall vor rund 13,8 Milliarden Jahren (13,2 Milliarden Jahre war das Licht dieser Galaxie zu uns unterwegs)

Das Teleskop Webb_NASA.html

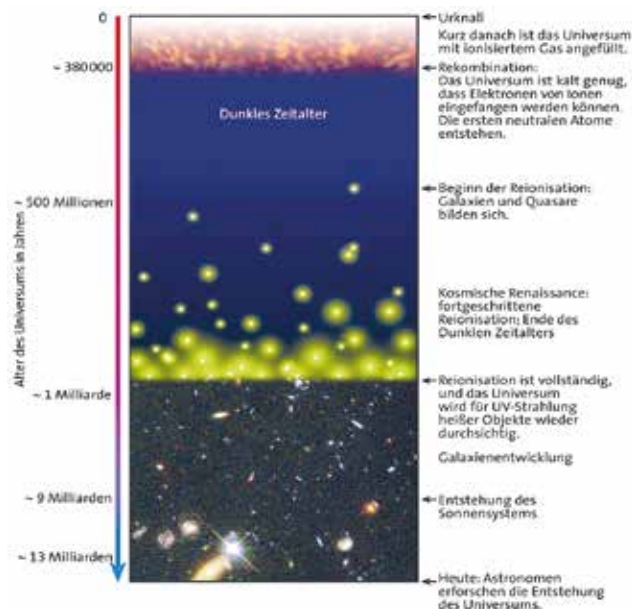
JWST musste präzise, leicht, faltbar, erschütterungsfest und bei extremer Kälte (-233°C) funktionsfähig sein.

Selbst nach einer Reduktion auf 6,5 Meter war der Spiegel noch zu groß, um in den Frachtraum einer Rakete zu passen

Ariane 5 Webb_NASA.html

Trägerrakete ist eine Ariane 5 mit der kryogenen Oberstufe (Kryogen, gr. κρυος "Frost, Eis"; lat. generare "zeugen, erschaffen" ist ein Begriff für Stoffe, Prozesse und Eigenschaften im Zusammenhang mit extrem niedrigen Temperaturen).

Sie wird in der Einzelstartkonfiguration mit einer langen Nutzlastverkleidung geliefert, die einen maximalen statischen Durchmesser von 4,57 m und eine nutzbare Länge von 16,19 m bietet.



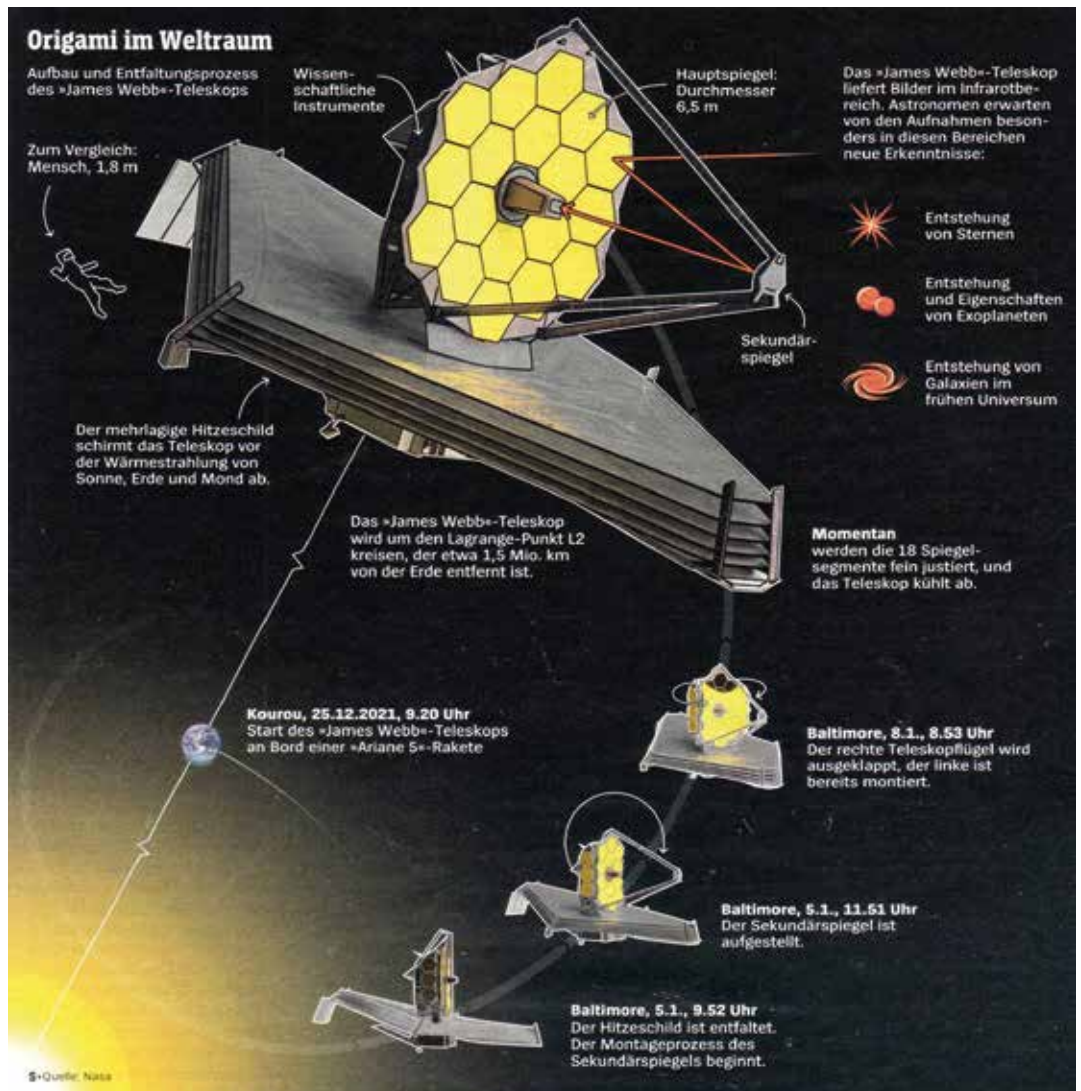
Schematische Darstellung der Entstehung des Universums



*Aufbau der Ariane 5
und Unterbringung des
Teleskops*

Prozedere

- 25.12.2022: Start in Französisch-Guayana
- 05.01.2022: Hitzeschild entfaltet
- 05.01.2022: Sekundärspiegel ist aufgestellt
- 08.01.2022: Teleskopflügel ausgeklappt
Hitzeschild entfaltet
- 24.01.2022: Bestimmungsort erreicht
- 12.02.2022: Spiegel werden ausgerichtet
- 12.02.2022: erste Bilder vom Stern HD 84406 im
Sternbild Großer Bär
- Ende April: Betriebstemperatur
- evtl. 04. Juli Nationalfeiertag USA, erste spekta-
kuläre Fotos



Aufbau und Entfaltungsprozess des "James Webb"-Teleskops



Test des Sonnenschildes 2014 im Werk von Northrop Grumman (@wikipedia.org). Auf diesem Foto sind die Größenverhältnisse gut zu erkennen.

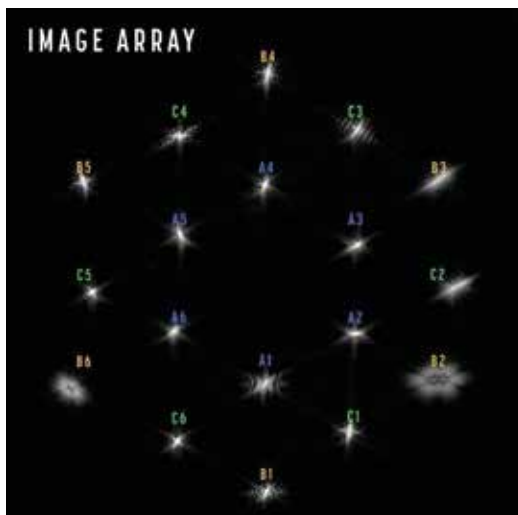
Bestimmungsort: Lagrangepunkt

Die Lagrangepunkte oder auch Librationspunkte sind Orte des Gleichgewichts in der Himmelsmechanik. Hier heben sich die Anziehungskräfte zweier Körper und die Zentripetalkraft ihrer Bewegungen gegenseitig auf, es herrscht echte Schwerelosigkeit. (Astronomiegeschichte)

Mit einer Geschwindigkeit von 1,6 Metern pro Sekunde schwenkte das JWST in seinen Orbit um den Lagrange-Punkt L2 ein, der gut 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt ist. Dort erzeugen die Schwerkraftfelder von Sonne und Erde zusammen eine Art Gravitationsmulde, in der sich Satelliten relativ ortsfest positionieren lassen.

Das bedeutet nicht, dass das James-Webb-Teleskop fest an einem Ort steht. Vielmehr umrundet es den Punkt L2 auf einem Orbit mit einem Durchmesser von rund 800.000 Kilometer.

Pro Jahr wird das Teleskop auf dieser Bahn zwei Umläufe machen. Zugleich dreht sich der Lagrange-Punkt mit der Erde einmal pro Jahr um die Sonne.



Sternbild Ursa Majoris (Großer Bär)

Das Teleskop wurde auf den Stern HD 84406 im Sternbild Ursa Majoris (Großer Bär) ausgerichtet und erste Bilder mit der Kamera für nahes Infrarot wurden gemacht. Da die Spiegelemente noch nicht justiert sind, erzeugt jedes Element des Hauptspiegels ein eigenes Bild des Sterns auf dem Kamerasensor. Durch Wackeln der einzelnen Elemente mit den Justagemotoren wurde festgestellt, welcher dieser Bilder des Sterns von welchem Spiegelement erzeugt wurde.

JWST erreicht den nächsten Meilenstein

t3n.de

- Innerhalb der 8. Woche konnte das wichtige "Image Stacking" abgeschlossen werden
- Es dauerte nur drei Wochen
- Das ursprüngliche Bildmosaik des Sterns HD 84406, das 18 zufällig angeordnete Kopien desselben Sterns zeigt, diente als Ausgangspunkt für den Ausrichtungsprozess
- Jetzt wurden die 18 Segmentbilder so verschoben, dass sie genau in der Mitte des Feldes liegen, um ein einheitliches Bild anstelle von 18 zu erzeugen

Nächster Schritt t3n.de

- Konkret hat das Gesamtbild so nur die Auflösung, die das einzelne Spiegelement mit seiner Größe von 1,20 m liefert
- Letztlich sollen aber die vollen 6,50 m der Summe der Spiegelsegmente genutzt werden

Links oben:

Das ursprüngliche Bildmosaik des Sterns HD 84406



Links unten:

Die 18 zufällig angeordneten Kopien desselben Sterns

Rechts:

Nach Ausrichtung der 18 Spiegel ergibt sich ein einheitliches Bild