

MS Wissenschaft 2023 – Unser Universum

Exponatliste

Nr.	Exponat	Einrichtung
1	Das Schwarze Loch und sein Schatten Wie Teleskope ein großes Geheimnis enthüllen	Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn
2	Reisen im Weltall Wie weit ist es zum nächsten erdähnlichen Planeten?	Ludwig-Maximilians-Universität München, Technische Universität München, Exzellenzcluster ORIGINS
3	Lichter des Universums Sichtbar machen, was wir nicht sehen können	Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP)
4	Matter Kompass zum Zentrum unserer Galaxie	Elias Naphausen, Hochschule Augsburg, freier Künstler
5	Der Klang des Kosmos Gravitationswellen auf der Spur	Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut), Potsdam und Hannover
6	Signale aus den Tiefen des Universums Das Radioteleskop Effelsberg	Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn
7	Wellen im Universum Die Kelvin-Helmholtz-Instabilität	SFB1491, Ruhr-Universität Bochum Fakultät für Physik und Astronomie
8	Jäger des blauen Lichts Wie Teleskope Gammastrahlen messen	Max-Planck-Institut für Physik, München
9	Mit Geometrie das Weltall vermessen Ein Satellit misst kosmische Entfernungen	Max-Planck-Institut für Astronomie und Haus der Astronomie, Heidelberg
10	Mission im Weltall Das Universum hautnah erleben	DESY Projektträger Bundesministerium für Bildung und Forschung
11	Das unsichtbare Universum Die Entstehung von Sternen und Galaxien erforschen	Universität zu Köln, I. Physikalisches Institut
12	Achtung, Müll im All! Satelliten und Raumstationen effektiv schützen	Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI, Freiburg i. Br.
13	Den Klimawandel aus dem All messen Mit Satelliten schmelzende Gletscher erforschen	Leibniz Universität Hannover
14	Den Weltraum stets im Blick Mehr Sicherheit für Satelliten	Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik, FHR, Wachtberg
15	Wer muss im Weltall aufräumen? Auch im Weltraum gibt es Gesetze	DESY Projektträger / Bundesministerium für Bildung und Forschung
16	Das Universum in Bildern Wissen und Vorstellung in Geschichte und Gegenwart	Kunsthistorisches Institut in Florenz, Max-Planck-Institut
17	Experimente im Extrembereich Wie erforschen wir das Innere von Planeten?	European XFEL GmbH, Schenefeld
18	Mikrometeorite Sternenstaub für jeden	Walter-Hohmann-Sternwarte Essen e. V.
19	Die Leere des Weltraums im Labor Was passiert im Vakuum?	Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung, Dresden
20	Auf der Suche nach der Dunklen Materie Wie können wir Unsichtbares sichtbar machen?	Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg
21	Die Erde aus neuen Blickwinkeln Mit Satellitenbildern Umwelt und Klima schützen High-Tech auf kleinstem Raum	Fraunhofer AVIATION & SPACE, Euskirchen

Nr.	Exponat	Einrichtung
22	Quiz: Welche Technologie ist aus der Weltraumforschung entstanden	KOCMOC Exhibitions GmbH, Leipzig Wissenschaft im Dialog, Berlin
23	Dem Universum auf der Spur Deine Reise in die Welt der Forschung	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
24	Den Himmel erspielen Cosmic Players - Wie Spiele astronomische Phänomene veranschaulichen	Gesellschaft für Archäoastronomie e. V., Gilching
25	Denken wir anders auf dem Mars? Wie die Umwelt unser Gehirn verändert	Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin
26	Zur Entspannung ins Weltall Abstand gewinnen mit einer virtuellen Mondreise	Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin
27	Epilog/Quizstation "Science oder Fiction"	KOCMOC Exhibitions GmbH, Leipzig Wissenschaft im Dialog, Berlin

Exponattexte

1 Das Schwarze Loch und sein Schatten - Wie Teleskope ein großes Geheimnis enthüllen

Schwarze Löcher heißen so, weil sie nicht nur jegliche Materie, sondern auch Licht verschlucken. Die Anziehungskraft Schwarzer Löcher ist so groß, dass ihr selbst das schnellste uns bekannte Phänomen, das Licht, nicht entkommen kann. So werden Schwarze Löcher immer massereicher. M87* ist ein supermassereiches Schwarzes Loch, das von einer rotierenden Materie- und Staubwolke umgeben ist. Durch die hohen Geschwindigkeiten darin wird die Scheibe extrem heiß und gibt Energie in Form von Strahlung ab. Diese helle Strahlung können Wissenschaftler*innen mit Radioteleskopen beobachten und auf Bildern festhalten. Hier trennt sich von der hellen Scheibe ein dunkles Inneres und wird als Schatten des schwarzen Lochs sichtbar.

Wer steckt dahinter?

Wissenschaftler*innen weltweit haben sich zur „Event Horizon Telescope Collaboration“ zusammengefunden. Mit sieben verschiedenen Radioantennen in Europa, Amerika und in den Polregionen formen sie die Erdkugel zu einem großen Teleskop mit besonders hoher Auflösung. Damit konnten sie auch das vergleichsweise kleine Schwarze Loch im Zentrum unserer Galaxie, der Milchstraße, detailliert beobachten.

2 Reisen im Weltall - Wie weit ist es zum nächsten erdähnlichen Planeten?

Der nächste erdähnliche Planet Proxima Centauri b, auf dem wir leben könnten, liegt in unserem benachbarten Sonnensystem Alpha Centauri – rund vier Lichtjahre entfernt. Das klingt erstmal nicht so weit. Aber mit einem normalen Passagierflugzeug mit einer Fluggeschwindigkeit von 1.000 km/h dauert die Reise 4,5 Millionen Jahre. Das schnellste Raumschiff, das wir bisher bauen können, schafft 60.000 km/h (Voyager-Sonde) und benötigt 75.000 Jahre bis zu seiner Ankunft! Bei uns kannst Du diese Reise zum nächsten erdähnlichen Planeten in vier Minuten erleben. Die Reise führt vorbei an unseren Planeten, Monden, Asteroiden und Weltraumteleskopen an den Rand unseres Sonnensystems und weiter, durch den interstellaren Raum, bis ins nächste Sonnensystem zum Planeten Proxima Centauri b.

Wer steckt dahinter?

Der Exzellenzcluster ORIGINS ist ein Forschungsverbund aus München, der sich mit der Entwicklung des Universums vom Urknall bis zur Entstehung des Lebens befasst. Am Exzellenzcluster ORIGINS sind die Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), die Technische Universität München (TUM), fünf Max-Planck-Institute, die Europäische Südsternwarte (ESO) sowie das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) beteiligt.

3 Lichter des Universums - Sichtbar machen, was wir nicht sehen können

Das Licht in all seinen Farben ist physikalisch gesehen nichts anderes als elektromagnetische Strahlung und breitet sich wie eine Welle aus. Die Farbe hängt mit der Länge der Welle zusammen: Blaues Licht hat eine kürzere Wellenlänge und ist energiereicher als rotes Licht mit längerer Wellenlänge. Auch Röntgenstrahlen und Radiowellen gehören zum Spektrum der elektromagnetischen Strahlung, sind jedoch für das menschliche Auge unsichtbar. Um dieses „unsichtbare Licht“ aus den Tiefen des Alls einzufangen, bauen Forschende z. B. riesige Radioteleskope oder Satelliten mit Röntgenteleskopen. Damit wird es möglich, astronomische Objekte wie Galaxien, Gasnebel und Supernova-Überreste in verschiedenen Wellenlängen zu betrachten. So können Forschende Dinge entdecken und Erkenntnisse gewinnen, die sonst verborgen blieben.

Wer steckt dahinter?

Das Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP) erforscht den Aufbau, die Entstehung und die Entwicklung von Objekten im Kosmos, von der Sonne über die Sterne der Milchstraße bis hin zu Galaxien und dem Universum als Ganzes. Dazu entwickelt das AIP in internationaler Zusammenarbeit moderne Instrumente für große Observatorien, aber auch Weltraumteleskope für die Beobachtungen in verschiedenen Wellenlängen.

4 Matter - Kompass zum Zentrum unserer Galaxie

„Unser Planet ist ein einsames Körnchen im großen Dunkel des Weltalls. In unserer Dunkelheit – in all dieser Weite – gibt es keinen Hinweis, dass von draußen jemand kommt, um uns vor uns selbst zu schützen. Es liegt an uns. [... Dies unterstreicht] für mich [...] unsere Verantwortung, dass wir freundlicher und mitfühlender miteinander umgehen und diesen kleinen blauen Punkt, das einzige Zuhause, das wir je gekannt haben, bewahren und wertschätzen.“

— Carl Sagan, Blauer Punkt im All, 1996 —

Obwohl unser Heimatplanet in einer für den menschlichen Geist kaum vorstellbaren Leere existiert, sind die Orte im Universum miteinander verbunden: Die Nadel dieses Kunstwerkes vor dir zeigt mit ihrer Spitze genau zu dem Schwarzen Loch, das unsere Milchstraße zusammenhält.

Wer steckt dahinter?

Elias Naphausen ist freier Künstler, Musiker und promoviert mit Schwerpunkt Design an der Hochschule Augsburg. Dort erforscht er in einem transdisziplinären Umfeld, wie sich Roboter in der Zukunft anhören könnten. Seine künstlerischen Arbeiten nutzen technische Mittel und spielen mit Zusammenhängen und Perspektiven. Dieses Exponat wird von der Hochschule Augsburg gefördert.

5 Der Klang des Kosmos - Gravitationswellen auf der Spur

Die von Albert Einstein vorhergesagten Gravitationswellen sind Wellen in Raum und Zeit. Sie stauchen und dehnen den Raum, dadurch verändern sich die Abstände zwischen Objekten minimal. Diese winzigen Abstandsänderungen können erst seit ein paar Jahren gemessen werden. Die Gravitationswellen-Astronomie unterscheidet sich von den astronomischen Beobachtungsmethoden, die auf elektromagnetischer Strahlung beruhen, wie z. B. Licht oder Infrarot- und Röntgenstrahlung. Während die herkömmlichen Teleskope und Satelliten in das All hineinsehen, belauschen Gravitationswellen-Detektoren den Kosmos.

Die zur Messung von Gravitationswellen entwickelten Messprinzipien werden seit einigen Jahren auch in der Klimaforschung zur Beobachtung von irdischen Eiskappen und Grundwasserspiegeln, Gletschern und dem Eis der Polkappen eingesetzt (Exponat „Den Klimawandel im All spüren“).

Wer steckt dahinter?

Forschende am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) in Potsdam und Hannover sowie an der Leibniz Universität Hannover sind führende Partner in der internationalen Gravitationswellenforschung. Sie leisten zentrale Beiträge zur Messung der äußerst schwachen Wellen, zur Simulation der Ereignisse, zur Datenanalyse und der Entwicklung zukünftiger Messinstrumente.

6 Signale aus den Tiefen des Universums - Das Radioteleskop Effelsberg

Bei Effelsberg in der Eifel steht eine riesige weiße Schüssel: das 100-Meter-Radioteleskop. Forschende aus vielen Ländern der Erde untersuchen damit das Universum, zum Beispiel junge und alte Sterne, kosmische Moleküle, ferne Radiogalaxien oder das Zentrum unserer Milchstraße. Dafür muss das Wetter nicht einmal klar sein, denn die für das menschliche Auge unsichtbaren Radiostrahlen können auch Wolken durchdringen. Es ist eines der größten Radioteleskope der Erde, aber für manche Untersuchungen reichen selbst 100 Meter Durchmesser nicht aus. Dann wird das Teleskop mit anderen über den ganzen Globus verteilten Antennen zu einem „Riesenauge“ zusammengeschaltet. Die Schüssel unseres Modells hat einen Durchmesser von 30cm – das echte Effelsberger Radioteleskop ist 333 mal größer.

Wer steckt dahinter?

Das Max-Planck-Institut für Radioastronomie in Bonn betreibt die Radioteleskope Effelsberg und APEX, (Atacama Pathfinder Experiment“). Letzteres steht in über 5000 Metern Höhe in der Atacamawüste in Chile. In Effelsberg findet sich auch eine Station des Niederfrequenz-Radioteleskops LOFAR. Mit über 300 Mitarbeiter*innen können vom Institut ganz unterschiedliche Bereiche der Astronomie erforscht werden.

7 Wellen im Universum - Die Kelvin-Helmholtz-Instabilität

An den Grenzen zwischen Gasen oder Flüssigkeiten entstehen oft wellenartige Strukturen. Wir sehen dies z. B. bei Wolken am Himmel. Aber auch an anderen Orten im Universum finden wir dieses Phänomen: in den Wolkenschichten von Jupiter und Saturn, in interstellaren Gaswolken und Nebeln.

Eine der wichtigsten Ursachen für diese Störungen ist die sog. Kelvin-Helmholtz (KH)- Instabilität, benannt nach Lord Kelvin (1842-1907) und Hermann von Helmholtz (1821-1894). Sie entsteht, wenn zwei Flüssigkeiten mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Dichten nahe aneinander vorbeiströmen. Wenn die Grenze instabil wird, bilden sich erst kleine Wirbel, dann Wellen. Die KH-Instabilität ist ein Beispiel für ein physikalisches Phänomen, das wir durch Konzepte der theoretischen Physik verstehen und auch im Labor überprüfen können. Auf diese Weise können wir auch Strukturen in astrophysikalischen Gasen verstehen.

Wer steckt dahinter?

Forschende des Sonderforschungsbereichs SFB1491 „Cosmic Interacting Matters – From Source to Signal“ haben dieses Projekt entwickelt. Im SFB1491 arbeiten Physiker*innen aus der Plasma-, Teilchen- und Astrophysik der Universitäten in Bochum, Dortmund und Wuppertal zusammen, um zu verstehen, welche Rolle die grundlegenden Aspekte der Physik bei unseren Beobachtungen im Universum spielen.

8 Jäger des blauen Lichts - Wie Teleskope Gammastrahlen messen

Im Kosmos geht es hoch her. Sterne explodieren, Pulsare schleudern Gasströme ins All, Schwarze Löcher schlucken alle Materie, die in ihre Nähe kommt. Dabei wird sehr viel Energie freigesetzt – und Licht. Allerdings nicht nur Licht, das das menschliche Auge wahrnehmen kann, sondern auch für uns unsichtbares Licht, z. B. Gammastrahlung. Sie ist das energiereichste Licht, das wir kennen.

Gammastrahlung ist gesundheitsschädlich, weil sie ins menschliche Gewebe eindringen kann. Zum Glück blockt die Erdatmosphäre die gefährliche Strahlung größtenteils ab. Wenn doch ein paar Gammastrahlen auf Moleküle in der Erdatmosphäre treffen, entstehen viele schnelle, unsichtbare Teilchen, die auf die Erde regnen. Sie erzeugen ein blaues Licht, das unsere Teleskope messen können.

Wer steckt dahinter?

Am Max-Planck-Institut für Physik erforschen wir Elementarteilchen, die kleinsten Bausteine der Materie. Damit wollen wir einige der Rätsel des Universums entschlüsseln: Zum Beispiel woraus Dunkle Materie besteht, warum es keine Antimaterie mehr gibt oder welche physikalischen Prozesse sich bei Sternexplosionen und Schwarzen Löchern abspielen

9 Mit Geometrie das Weltall vermessen - Ein Satellit misst kosmische Entfernungen

Ohne die Entfernung eines Himmelsobjekts zu kennen, weiß man nicht: Ist das ein sehr helles, aber weit entferntes Objekt? Oder ein nahes, aber nicht sehr leuchtkräftiges? Nur wer die Entfernungen kennt, kann aus astronomischen Beobachtungen ableiten, wieviel Energie ein Stern abstrahlt oder wie groß der Durchmesser einer am Himmel erkennbaren Galaxie tatsächlich ist. Mit Hilfe der Parallaxe lassen sich Entfernungen geometrisch bestimmen. Die Erde bewegt sich im Laufe eines Jahres um die Sonne. Das verändert unseren Beobachtungsstandort im Weltraum. Die Positionen uns näherer Himmelsobjekte verschieben sich dabei aus unserer Perspektive. Je stärker die Verschiebung, umso näher das Objekt – der Gaia-Satellit kann auf diese Weise Entfernungen von bis zu 15.000 Lichtjahren genau bestimmen.

Wer steckt dahinter?

Das Exponat wurde vom Max-Planck-Institut für Astronomie und vom Haus der Astronomie in Heidelberg gestaltet. Gaia selbst ist eine Mission der Europäischen Weltraumagentur ESA, an deren Datenanalyse 120 vorwiegend europäische Institutionen beteiligt sind, darunter auch das Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg und das Max-Planck-Institut für Astronomie.

10 Mission im Weltall - Das Universum hautnah erleben

Wie ist das Weltall entstanden? Welche Prozesse durchläuft unsere Sonne? Wie sehen weit entfernte Planeten aus? Astronom*innen auf der ganzen Welt versuchen, die Rätsel des Kosmos mithilfe modernster Teleskope zu entschlüsseln. Diese befinden sich an entlegenen Orten, wo es keine anderen Lichtquellen gibt und somit perfekte Sicht ins All herrscht. Folge mit Hilfe der VR-Anwendung Forschenden zum Gipfel des Cerro Armazones in Chile, wo das größte Teleskop der Welt entsteht. Erlebe eine Reise durch die Milchstraße, sei bei der Geburt eines Sterns dabei und lande auf einem fernen Mond. Um herauszufinden, ob es dort Leben gibt, musst du eine Gesteinsprobe entnehmen. Viel Glück bei dieser Mission!

Wer steckt dahinter?

Die VR-Anwendung ist eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und wurde vom DESY Projektträger konzipiert und inhaltlich gestaltet.

11 Das unsichtbare Universum - Die Entstehung von Sternen und Galaxien erforschen

In einer dunklen Nacht können wir Sterne und das Band der Milchstraße mit bloßem Auge am Himmel betrachten. Allerdings sieht unser menschliches Auge nur einen winzigen Teil des Lichts vom Universum. Ganze Himmelsbereiche erscheinen uns dunkel, weil interstellarer Staub in der Milchstraße oder in anderen Galaxien das sichtbare Licht der Sterne blockiert. So bleibt die Hälfte des Sternenlichts im Universum – inklusive ganzer Galaxien – für uns unsichtbar. Diese Staubregionen leuchten allerdings hell in Infrarot- oder Submillimeterstrahlung. Teleskope wie JWST, ELT und CCAT/FYST können dieses „unsichtbare Universum“ für uns sichtbar machen und in der Zeit zurückblicken. Dadurch erfahren wir, wie seit dem Urknall Planeten, Sterne und Galaxien entstanden sind.

Wer steckt dahinter?

Dieses Projekt wurde von den Infrarot- und Submillimeter-Forschungsgruppen am Institut für Astrophysik der Universität zu Köln entwickelt. Die Forscher*innen untersuchen die Entstehung von Sternen und Planeten sowie die Entwicklung von Galaxien und des Universums. Sie bauen auch Großinstrumente für das Very Large Telescope Interferometer, das Extremely Large Telescope und das CCAT/FYST-Teleskop.

12 Achtung, Müll im All! - Satelliten und Raumstationen effektiv schützen

Die hier gezeigten Exponate veranschaulichen, welche Wirkung Einschläge von Schrottteilchen auf die Außenwände von Satelliten und Raumstationen haben können. Forschende haben untersucht, wie diese Wände beschaffen sein müssen, damit im Innern nichts beschädigt wird. Die beiden hier präsentierten Exemplare sind Nachbildungen des Schutzschilds am Columbus-Modul der Internationalen Raumstation (ISS). Beide Schilde bestehen aus mehreren Lagen. Auf der ersten Lage zersplittert das Schrottteilchen, die weiteren Lagen fangen die Splitter auf. Versuche haben gezeigt, dass der Schutzeffekt besser ist, wenn anstatt einer dicken mehrere dünne Lagen aus verschiedenen Materialien eingesetzt werden. So wird das Innere der Station oder des Satelliten effektiv geschützt.

Wer steckt dahinter?

Das Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI, erforscht das Verhalten von Werkstoffen bei Zusammenstößen unter hohen Geschwindigkeiten. Weil im Weltraum die Geschwindigkeiten besonders hoch sind, können schon kleine Teilchen große Schäden verursachen. Es ist also sehr wichtig, mit solchen Zusammenstößen im Labor zu experimentieren, damit die Raumfahrt sicherer wird.

13 Den Klimawandel aus dem All messen - Mit Satelliten schmelzende Gletscher erforschen

Die Erdanziehungskraft (= Gravitation) ist nicht überall auf der Erde gleich stark. Orte mit großer Masse, beispielsweise Gebirge, haben eine stärkere Gravitation als Orte mit kleinerer Masse. Aus dem Weltraum lassen sich diese Unterschiede in der Erdanziehungskraft sehr genau messen. Wenn ein Satellitenpaar die Erde umkreist, ändert es den Abstand zueinander, je nachdem, ob es Gebiete mit größerer oder kleinerer Gravitation überfliegt. Die Änderungen im Abstand können auf einige Milliardstel Meter genau bestimmt werden. Werden diese Messungen wiederholt durchgeführt, kann man daran ablesen, wie sich Massen über die Zeit verändern – etwa weil Gletscher schmelzen oder der Grundwasserspiegel schwankt. Auf diese Weise liefern Satellitenmissionen wichtige Daten zum Klimawandel.

Wer steckt dahinter?

Im Sonderforschungsbereich TerraQ der Leibniz Universität Hannover erarbeiten Physiker*innen und Erdvermesser*innen gemeinsam neue Sensoren, Messtechniken und Analysemethoden für aktuelle und zukünftige Satellitenmissionen, um Klimawandelprozesse mit bisher unerreichter Genauigkeit bestimmen zu können.

14 Den Weltraum stets im Blick - Mehr Sicherheit für Satelliten

Ohne Satelliten wäre unser modernes Leben kaum vorstellbar, zum Beispiel in Bezug auf Kommunikation und Navigation. Daher ist es wichtig, sie zu schützen. Das Weltraumüberwachungsradar GESTRA (German Experimental Space Surveillance and Tracking Radar) sorgt für mehr Sicherheit im Weltraum. Es kann verschiedene Objekte, zum Beispiel Satelliten oder Weltraumschrott, in einem großen Raumausschnitt aufspüren und ihre Flugbahnen bestimmen. Somit können Satelliten rechtzeitig vor einem Zusammenstoß mit einem Schrottteilchen gewarnt werden und ausweichen. Um die Weltraumobjekte in einem großen Bereich zu entdecken, wurde eine besondere Gruppen-Antenne entwickelt: Sie besteht aus 256 kleinen Antennen, die einzeln elektronisch ansteuerbar sind. Dadurch kann GESTRA blitzschnell in alle Richtungen schauen.

Wer steckt dahinter?

Die Forschenden am Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR haben im Auftrag der Deutschen Raumfahrtagentur im Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) das System entwickelt. Über 5 Jahre Entwicklungsarbeit mit einem 34-köpfigen Team stecken in GESTRA. Das Radar befindet sich auf der Schmidtenhöhe in Koblenz und wird vom deutschen Weltraumlagezentrum betrieben.

15 Wer muss im Weltall aufräumen? - Auch im Weltraum gibt es Gesetze

Seit über 60 Jahren fliegen Menschen in den Weltraum. Auch dort gibt es Gesetze. Das Weltraumrecht basiert auf dem Weltraumvertrag von 1967. Er regelt, wie sich Staaten bei der Erforschung und Nutzung des Weltraums einschließlich des Mondes und anderer Himmelskörper verhalten müssen. Bisher haben ihn 110 Staaten unterzeichnet. Im Lauf der Jahre wurde das Weltraumrecht erweitert, etwa durch den Mondvertrag (1979). Allerdings gilt das Weltraumrecht noch immer als unvollständig. Es gibt noch viele offene Fragen und gesetzliche Lücken in der Raumfahrt. Diese müssen dringend besprochen und geregelt werden, zum Beispiel der Umgang mit Weltraumschrott. Teste in diesem Quiz dein Wissen zu Weltraumrecht und Weltraumschrott!

Wer steckt dahinter?

Das Quiz über Weltraumrecht und Weltraumschrott ist eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und wurde vom DESY Projektträger konzipiert und inhaltlich gestaltet.

16 Das Universum in Bildern - Wissen und Vorstellung in Geschichte und Gegenwart

Seit frühester Zeit machen sich Menschen ein Bild davon, was sich am Firmament abspielt und wie die Welt entstanden sein könnte. In ‚Weltbildern‘ werden mythologische, religiöse oder wissenschaftliche Vorstellungen von Welt, den kosmischen Sphären und eines Jenseits greifbar. Das Exponat zeigt eine Auswahl solcher Bilder. Diese stammen aus Mesopotamien, Europa, Mexiko oder China und reichen von den ältesten Zivilisationen bis in die Gegenwart. Vielfältige Deutungen und ‚Kontroversen‘ zwischen Imagination, Beobachtung und Tradition treten in ihnen zutage. Sie berühren zentrale Kategorien menschlicher Existenz (Raum, Zeit, Materie, Körper, Bewegung, Energie, Chaos, Ordnung, Harmonie) und spannen einen Bogen bis hin zu heutigen Forschungen und kosmologischen Theorien der Naturwissenschaft.

Wer steckt dahinter?

Das Kunsthistorische Institut in Florenz – Max-Planck-Institut versteht sich als Labor kunsthistorischer Grundlagenforschung im Dialog mit anderen Disziplinen in transkultureller und globaler Perspektive. Ein wichtiges Anliegen ist die Verbindung von historischer Forschung und kritischer Auseinandersetzung mit aktuellen Themen wie Ökologie, Migration, digitalen Medien, Kulturerbe oder der Zukunft der Museen.

17 Experimente im Extrembereich - Wie erforschen wir das Innere von Planeten?

Im Inneren von Planeten herrschen Extremzustände. Bei hohen Temperaturen, Dichte und Druck verhält sich Eisen im Erdkern anders als auf der Erdoberfläche. Aber wie können wir Materie im unerreichbaren Kern eines Planeten erforschen? Am European XFEL nutzen Forschende eine Diamantstempelzelle. In ihr wird eine Probe platziert und einem hohen Druck ausgesetzt. Ein starker gepulster Laser erhitzt die Probe. Kurz darauf trifft der Röntgenblitz die Probe und liefert ein genaues Bild vom momentanen Zustand. Anhand der Messdaten können Forschende ihre Theorien überprüfen, zum Beispiel zur Entstehung und Eigenschaften von Planeten sowie Exoplaneten.

Wer steckt dahinter?

Der 3,4 Kilometer lange European XFEL bei Hamburg ist der weltgrößte Röntgenlaser. In einer unterirdischen Experimentierhalle nutzen Forschende aus aller Welt sehr intensive Röntgenblitze, um extreme Zustände wie die im Inneren von Planeten zu erforschen, atomare Details von Viren zu erkennen oder chemische Reaktionen zu filmen. An der internationalen Forschungseinrichtung sind 12 Länder beteiligt.

18 Mikrometeorite - Sternenstaub für jeden

In unserem Sonnensystem gibt es neben den acht Planeten und deren Monden eine Vielzahl weiterer Objekte: Von Zwergplaneten über Asteroiden und Kometen bis hin zu winzigen Partikeln, dem interplanetaren Staub. Dringt diese Materie in die Erdatmosphäre ein, sind die Auswirkungen unterschiedlich: Größere Brocken erleuchten durch Reibung an den Luftmolekülen den Himmel (Meteore), ihre Bruchstücke erreichen den Erdboden (Meteorite). Kleinere Teilchen von wenigen Millimetern verglühen vollständig in der Atmosphäre (Sternschnuppen). Und die aller kleinsten Staubteilchen rieseln nach dem Erhitzen und wieder Abkühlen auf ihrem Weg durch die Lufthülle bis auf den Erdboden – Mikrometeorite! Das Exponat erklärt, wie man solche Mikrometeorite vor der eigenen Haustür finden kann.

Wer steckt dahinter?

Dieses Exponat hat die Fachgruppe Mikrometeorite der Walter-Hohmann-Sternwarte Essen eV. zusammengestellt. Wir bedanken uns bei der Firma Bresser GmbH für die Leihgabe des Mikroskops und bei der Firma Zech + Waibel Modellbau für das 3D-Modell.

19 Die Leere des Weltraums im Labor - Was passiert im Vakuum?

Die meisten Gasmoleküle im All werden von großen Massen wie Sternen und Planeten gebunden, sodass der Raum dazwischen wie leergefegt ist – ein fast perfektes Vakuum. Seit seiner Entdeckung fasziniert dieses Phänomen die Menschheit. Von einem Vakuum spricht man, wenn der Druck innerhalb eines Raumes niedriger ist als der normale Luftdruck von 1 Bar. Diese extremen Druckverhältnisse sind für die bemannte Raumfahrt eine große technische Herausforderung. In der Materialforschung bilden wir genau diese Bedingungen in unseren Laboren auf der Erde nach. Viele Methoden wie die Elektronenmikroskopie, Spektroskopie oder Verdampfungsanlagen funktionieren nur unter Vakuumbedingungen.

Wer steckt dahinter?

Das Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung erforscht neuartige Materialien und deren physikalische und chemische Eigenschaften. Dabei schauen wir ganz genau hin: Unsere Forschung spielt sich auf der Mikro-, Nano- und Atomebene ab. Für viele unserer Versuche benötigen wir extreme Bedingungen ähnlich wie im All, da sich bestimmte Effekte erst unter diesen Umständen messen lassen.

20 Auf der Suche nach der Dunklen Materie - Wie können wir Unsichtbares sichtbar machen?

Beim Blick ins Weltall können wir eine Menge Dinge sehen. Wir wissen aber aus Beobachtungen, dass es im Universum noch fünfmal mehr Masse geben muss, die für uns unsichtbar ist! Welche Eigenschaften diese sogenannte Dunkle Materie hat, wird zur Zeit erforscht. Was wir bereits wissen: Stößt ein schweres Dunkle-Materie-Teilchen mit einem leichteren Xenon-Atom zusammen, entstehen ein Lichtsignal und elektrische Ladungen. Sehen wir beides zusammen, wäre dies der erste Nachweis für Dunkle Materie. Um dieses größte Rätsel des Universums zu lösen, wurde in Italien – 1,4 Kilometer unter der Erde – ein großer Tank für acht Tonnen flüssiges Xenon gebaut.

Wer steckt dahinter?

Das Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg betreibt experimentelle und theoretische Grundlagenforschung auf den Gebieten der Astroteilchenphysik und der Quantendynamik. Die Wissenschaftler*innen erforschen hier die Eigenschaften von bestimmten Teilchen aus dem Weltall und interessieren sich für das dynamische Verhalten von Atomen und Molekülen.

21 Die Erde aus neuen Blickwinkeln

Mit Satellitenbildern Umwelt und Klima schützen

Unsere Erde wird mittlerweile von Tausenden Satelliten umkreist. Viele von ihnen dienen der Beobachtung der Erde und haben dafür verschiedene Messinstrumente wie Kameras, Infrarotdetektoren (Wärmebildkameras) und Radargeräte dabei. Aber für was können wir diese Aufnahmen der Erde nutzen? In diesem Exponat wollen wir zeigen, wie verschiedene Arten von Satellitenbildern uns helfen, Wasser zu sparen, unsere Umwelt zu schützen und Katastrophen zu vermeiden. Dafür stehen dir verschiedene Szenarien zur Auswahl: Du kannst selbst ausprobieren, wie Satellitenaufnahmen mit bestimmten Messinstrumenten unser Leben leichter machen. Das sind aber nur einige Beispiele von vielen. Fallen dir weitere mögliche Anwendungen ein?

High-Tech auf kleinstem Raum - Mit ERNST die Erde beobachten

Wir stellen euch hier den Nanosatelliten ERNST vor. Nano ist griechisch und bedeutet Zwerg. ERNST ist nämlich nur 25 mal 25 mal 37 Zentimeter groß, das heißt, genauso groß, wie ihr ihn hier seht. Er wiegt ungefähr 22 Kilogramm, also so viel wie eine Getränkebox. Damit ist er deutlich kleiner, leichter und kostengünstiger als viele andere Satelliten, die momentan die Erde umkreisen. Die Hauptaufgabe von ERNST ist es, mithilfe eines eingebauten Infrarotdetektors vom Weltraum aus Raketenstarts auf der Erde zu beobachten. Satelliten wie ERNST können auch viele andere wichtige Aufgaben erfüllen, wie Waldbrände erkennen und den Wassergehalt auf Feldern messen. Mit Energie versorgt wird ERNST durch drei Solarpanels. ERNST soll nach aktuellem Stand im April 2024 in den Weltraum geschickt werden.

Wer steckt dahinter?

ERNST wurde vom Fraunhofer-Institut für Kurzeitdynamik, Ernst Mach-Institut, EMI, entwickelt. Das Fraunhofer EMI erforscht das Verhalten von Werkstoffen unter kurzzeitigen, extremen Belastungen, wie zum Beispiel bei Zusammenstößen mit hohen Geschwindigkeiten. An der Entwicklung von ERNST haben außerdem auch die beiden Fraunhofer-Institute INT und IOSB mitgewirkt.

22 Quiz: Welche Technologie ist aus der Weltraumforschung entstanden

So manche Technologie, die wir heute wie selbstverständlich im Alltag verwenden, wurde ursprünglich für die Weltraumforschung entwickelt – andere hingegen überraschenderweise nicht. Anhand ausgewählter Gegenstände können die Besucher*innen erraten, welche Entwicklungen aus der Weltraumforschung stammen und erfahren mehr über den Hintergrund der Erfindungen.

23 Dem Universum auf der Spur - Deine Reise in die Welt der Forschung

Hier beginnt Deine Reise durch das Universum! Sie führt von hellen Sternen und Dunkler Materie über Moleküle und riesige Galaxienhaufen bis hin zu unserem Planeten Erde. Je mehr wir über das Universum herausfinden, desto deutlicher wird, wie wenig wir darüber wissen. Von dieser Faszination angetrieben, arbeiten Forschende weltweit zusammen. Sie verwenden verschiedene Methoden und nehmen das Universum aus unterschiedlichen Perspektiven in den Blick. Sie untersuchen das Licht von fernen Galaxien, erforschen die Bausteine des Lebens und betrachten, wie sich Mensch und Natur auf der Erde gegenseitig beeinflussen. Begib auch Du Dich auf Deine persönliche Reise in die Welt der Wissenschaft und forsche mit!

Wer steckt dahinter?

Dieses Exponat der Universität Bonn haben das Transfer Center enaCom, der Transdisziplinäre Forschungsbereich „Bausteine der Materie und fundamentale Wechselwirkungen (TRA Matter)“ und das Argelander-Institut für Astronomie in Zusammenarbeit mit weiteren Partner*innen entwickelt.

24 Den Himmel erspielen - Cosmic Players -

Wie Spiele astronomische Phänomene veranschaulichen

In Spielen werden neben Verhaltensweisen und Lebensphasen auch Naturerscheinungen nachgeahmt und gedeutet. Sie sind häufig verbunden mit Symbolen, Mythen, Ritualen, Weissagungen und Weltanschauungen. Oft gibt es mehrere Bedeutungsvarianten: So kann die Würfelzahl 4 die Himmelsrichtungen und die Jahreszeiten zugleich repräsentieren. In vielen Spielen, ob Hüpf-, Ball-, Wurf-, Würfel-, Brett-, Karten- oder Fadenspielen, sowie in Tänzen finden sich Vorstellungen über Astronomie und Zeitrechnung oder auch Weltanschauungen aus der jeweiligen Zeit und Kultur wieder. Die Bedeutung der Spiele kann durch die Anthropologie sowie die Geschichtswissenschaften aus mündlicher Überlieferung und alten Texten, gelegentlich auch aus archäologischen Funden, rekonstruiert werden.

Wer steckt dahinter?

Dies ist ein Projekt der Gesellschaft für Archäoastronomie e.V. (GfA), die das Fachgebiet der kulturellen Astronomie erforscht. Die Idee dazu stammt aus einer Studie von Dr. Michael A. Rappenglück (erster Vorsitzender der GfA) aus dem Jahr 2021. Die vhs Gilching e.V. mit der Sternwarte Gilching hat dieses Projekt unterstützt.

25 Denken wir anders auf dem Mars? - Wie die Umwelt unser Gehirn verändert

Studien zeigen, dass unsere Wahrnehmung und einige unserer Fähigkeiten von der Umwelt beeinflusst werden. Stell dir ein Szenario in der Zukunft vor: Du bist Astronaut*in und reist mit einem kleinen Team für eine längere Mission zum Mars. Der Mars besteht aus roten Sandwüsten. Durch die karge Umgebung und das isolierte Leben würden bestimmte Areale eurer Gehirne sehr viel weniger beansprucht als auf der Erde. Die Gehirnregionen, die für Navigation, das Lernen neuer Dinge oder für soziales Miteinander zuständig sind, würden schrumpfen. Euer Team müsste diese Fähigkeiten gezielt trainieren.

Du kannst die Auswirkungen der Umwelt auf dein Gehirn selbst erkunden: Wenn du bewusst mehr Zeit in der Natur verbringst, entspannt sich dein Gehirn in der Regel sofort und die Laune wird besser.

Wer steckt dahinter?

Die Lise-Meitner-Gruppe Umweltneurowissenschaften am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung beschäftigt sich mit den Auswirkungen der Umwelt aufs Gehirn. Für die Forschenden sind vor allem die Umweltumgebungen interessant, die entweder besonders karg oder besonders abwechslungsreich sind – also die Antarktis genauso wie große Städte.

26 Zur Entspannung ins Weltall - Abstand gewinnen mit einer virtuellen Mondreise

Wenn Astronaut*innen aus dem All auf unsere Erde blicken, erzählen sie häufig von einem tiefen Gefühl der Ehrfurcht und der Einsicht, dass alles miteinander verbunden ist. Durch den Abstand zu den Dingen rückt auch die eigene Existenz aus dem Fokus, alltägliche Probleme werden nebensächlich und erscheinen leichter lösbar. Das nennt man den "Overview-Effekt". Auch wenn für die meisten Menschen ein Aufenthalt auf dem Mond ein unerreichbares Erlebnis ist, können wir diesen entspannenden Effekt mithilfe einer virtuellen Meditationsreise ins Weltall auslösen. Komm mit uns zum Mond, erlebe den klaren Blick auf die Erde und spüre Wärme, Freundlichkeit und Verständnis dir selbst gegenüber!

Wer steckt dahinter?

Forschende der Lise-Meitner-Gruppe Umweltneurowissenschaften am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung beschäftigen sich mit den Auswirkungen der Umwelt auf das menschliche Gehirn. Für uns sind auch Gegenden interessant, die besonders extrem sind, wie die Raumstation ISS oder sogar der Mond. Der QR-Code führt dich zu weiteren Projekten unserer Gruppe.

27 Epilog/Quizstation "Science oder Fiction"

Unsere Welt verändert sich so rasant, dass Visionen von gestern schnell zur Realität von heute werden können. Und auch umgekehrt, einige technische Entwicklungen aus der Weltraumforschung klingen so utopisch, als wären sie einer Science-Fiction-Geschichte entsprungen. Das Quiz lädt Besucher*innen ein, ihr Wissen in Bezug auf Weltraumtechnologien zu testen. Präsentiert werden wissenschaftlich fundierte Aussagen zum Universum sowie Ideen aus Romanen, Filmen und Serien. Die Spieler*innen entscheiden, ob es sich um Science oder Fiction handelt.