

Die Ästhetik des Wunders

The Aesthetics of Wonder

Texte und Bilder
Ausstellung
Innovation Park Zürich
Dübendorf 2024

Text and Images
Exhibition
Innovation Park Zürich
Dübendorf 2024

Editorial Informationen / Editorial Information

Kuratoren / Curators:

Ralph Rosenbauer (Innovation Park Zürich), Ravit Helled (UZH), Jochem Braakhekke (UZH), Claudia Rösli (UZH), Jelena Rakin (UZH)

Texte und Bilder / Text and Images:

Ralph Rosenbauer (Innovation Park Zürich), Ravit Helled (UZH), Jochem Braakhekke (UZH), Claudia Rösli (UZH), Jelena Rakin (UZH), Ella Schubiger (UZH), Devin Routh (UZH), Robert Feldmann (UZH), Joachim Stadel (UZH)

Unterstützung / Support:

Innovation Park Zürich, UZH Space Hub

Umsetzung / Implementation:

Miguel Lauper (Büro Lauper)

Inhalt / Content:

Einleitung / Introduction

Katalog Erdbeobachtung / Catalog Earth Observation

Erdbeobachtung aus kunstgeschichtlicher Perspektive / Earth Observation from an Art Historical Perspective

Katalog Astrophysik / Catalog Astrophysics

Kunstgeschichtliche Einordnung der Bilder Astrophysik / Art-Historical Contextualization of Images in Astrophysics

Einführung (Jelena Rakin)

Bilder aus Erdbeobachtung und Astronomie beeindrucken durch eine eigene, überwältigende Ästhetik. Sie evozieren bei den Betrachter:innen häufig den Eindruck des Schönen, auch wenn die Grundlagen für eine solche Wirkung im Kontext wissenschaftlicher Bilder nicht immer auf den ersten Blick offensichtlich sind. Bei genauerem Hinsehen lassen sich die konstitutiven Elemente dieser Bilder in ihrer Ästhetik jedoch im Sinne einiger grundlegender kunst- und medienhistorischer Parameter des Bildes – wie Harmonie, Linie, Farbe oder Materialität – deuten. Die Ausstellung beleuchtet die historischen, kulturellen und ästhetischen Mechanismen, die einen Vergleich dieser wissenschaftlichen Bilder mit den abstrakten Bildern der Kunst ermöglichen.

Perspektive und malerische Qualität des Bildes

Die Abstraktion des Bildes wird durch das Verschwinden der üblichen Merkmale der physischen Wirklichkeit erreicht. Ein fotografisches Bild unterscheidet sich daher in mehrfacher Hinsicht von der physischen Wirklichkeit, deren Ausschnitt es darstellt. Dazu gehören die Unterschiede im Massstab, der Wegfall des Schwereindrucks, der die Beliebigkeit von oben und unten im Bild erlaubt, der Wegfall der Raumbtiefe, der durch die Übersetzung der Dreidimensionalität in die zweidimensionale Bildfläche entsteht, der Wegfall der olfaktorischen Qualitäten usw. Dass Bilder aus dem Bereich der Erdbeobachtung und Astronomie immer wieder Bewunderung für ihre „malerische“ Qualität hervorrufen, hängt sicher auch damit zusammen, dass sie durch die Bildperspektive eine betont abstrakte Qualität erhalten. Fotografiert man einen Wald, eine Wüste oder einen Ozean aus der Vogelperspektive statt mit einer Kamera, die auf Augenhöhe eines Menschen auf der Erde gehalten wird, so sind die vertrauten Orientierungsmerkmale Horizont, Boden oder Himmel nicht mehr erkennbar. Wenn man sich dann noch weiter von der Erde entfernt, ändert sich der Massstab erheblich. Die sinnliche Erfahrung, die der menschliche Körper sonst macht, verliert in der Makroperspektive ihre Bezugspunkte. Man hat es nicht mehr mit einem anthropozentrischen Blick zu tun, wie er die Bildgeschichte geprägt hat. Stattdessen wird das Vertraute fremd, die physische Wirklichkeit zum abstrakten Bild.

Dank der Fotografie hat sich die Malerei der Moderne von der Nachahmung der physischen Wirklichkeit befreit. Das 20. Jahrhundert markiert damit die Hinwendung der Malerei zur Erforschung der Bildfläche und der Farbe als autonome Qualitäten. Die Bildfläche ist nicht länger ein Fenster in den (vorgetäuschten) dreidimensionalen Raum, und die Farbe in der Malerei ist nicht länger ein Mittel zum Zweck. Dank der zahlreichen zeitgenössischen Bilder der Erdbeobachtung und der Astronomie steht uns plötzlich eine unerschöpfliche Quelle von vergleichbar abstrakten „Gemälden“ zur Verfügung, die in ihrer wundersamen Farbigekeit das breite Publikum immer wieder faszinieren. Denn in Verbindung mit einer abstrahierenden Perspektive erscheinen die Farben der Erdbeobachtungsbilder und der Astronomie, als würden sie vergleichbar für sich selbst stehen und nicht etwas imitieren. Wenn in einigen dieser Bilder zusätzlich Falschfarben verwendet werden, ist der Effekt einer autonomen Farbe vollkommen.

Abstraktion und Gegenständlichkeit in der Fotografie

Von Anfang an hatte die Fotografie ein neuartiges Verhältnis zur physischen Wirklichkeit. Im Gegensatz zu den traditionellen, von Menschenhand geschaffenen Bildern, wie der Zeichnung oder der Malerei, wurde der Fotografie Objektivität und dokumentarischer Charakter zugeschrieben. Denn die Fotografie wird mit Hilfe eines Apparates hergestellt und soll daher die Welt ohne Eingriff der menschlichen Hand dokumentieren. Im 19. Jahrhundert wurde sie deswegen von dem französischen Astronomen François Arago als Versprechen einer „universellen mathematischen Sprache“ in die Astronomie eingeführt. Diese vermeintliche Objektivität des fotografischen Apparats ermöglicht nun aber eine Vielzahl spezifischer Darstellungsentscheidungen - etwa über die Dauer der Belichtung (Langzeitbelichtung oder deutlich kürzere Zeitintervalle einer Momentaufnahme), über die Kadrierung, über Entscheidungen zur Farbgebung. Eine spezifische praktische Entscheidung mit ästhetischen Konsequenzen in der Erdbeobachtungsfotografie und auch Astronomie ist, Bilder ohne Wolken zu produzieren. In gewisser Weise knüpft man hier an das seit langem bestehende klassische Ideal des „fruchtbaren Augenblicks“ in

der Kunst an, wo man versucht, die „ideale“, „repräsentativste“ Ansicht einzufangen. Aber auch andere Entscheidungen zeugen immer wieder von Eingriffen in das vermeintlich objektive dokumentarische Bild - die Falschfarbe wäre hier als eines der vielleicht auffälligsten Phänomene zu nennen. Und was in der klassischen Fotografie als Mehrfachbelichtung bezeichnet wurde, könnte man in den Bildern der Astronomie und Erdbeobachtung mit der Überlagerung verschiedener Visualisierungen von Datensätzen im Bild vergleichen. Auch wenn die klassische Fotografie nie ein rein dokumentarisches Verfahren war, so revidieren die zeitgenössischen Bilder der Astronomie und Erdbeobachtung dieses Spannungsfeld zwischen Dokument und kreativer Visualisierung auf ganz neue und einfallsreiche Weise.

Introduction (Jelena Rakin)

Images from Earth Observation and astronomy captivate with an overwhelming aesthetics. They often evoke a sense of beauty in viewers, even though the foundations for such an effect are not always immediately obvious in the context of scientific images. However, upon closer look, the constitutive elements of these pictures can be interpreted in terms of several fundamental categories used in art and media history to describe and understand images—such as harmony, line, color, or materiality. This exhibition sheds light on the historical, cultural, and aesthetic mechanisms that allow for a comparison of these scientific images with abstract works of art.

Perspective and painterly quality of the image

The abstraction of the image is achieved by the disappearance of the usual features of physical reality. A photographic image, therefore, differs in several respects from the physical reality it represents. This includes differences in scale, the absence of the impression of gravity—allowing the arbitrary positioning of up and down in the image—the loss of spatial depth through the translation of three-dimensionality into the two-dimensional image surface, the absence of olfactory qualities, and more. The fact that images from Earth Observation and astronomy repeatedly elicit admiration for their "painterly" quality is certainly also due to the fact that, through specific perspective, they acquire a distinctly abstract quality. When a forest, desert, or ocean is photographed from a bird's eye view instead of with a camera held at the eye level of a person on the ground, familiar orientation features such as the horizon, ground, or sky are no longer recognizable. When one moves even farther away from the Earth, the scale changes significantly. The sensory experience usually made by the human body loses its reference points in this macro perspective. One is no longer dealing with an anthropocentric view, which has shaped the history of images. Instead, the familiar becomes strange, and physical reality turns into an abstract image.

Owing to photography, modern painting freed itself from the imitation of physical reality. The 20th century marks the turn of painting toward the exploration of the image surface and color as autonomous qualities. The image surface is no longer a window into (simulated) three-dimensional space, and color in painting is no longer a means to an end. Thanks to the numerous contemporary images from Earth Observation and astronomy, we suddenly have access to an inexhaustible source of comparably abstract "paintings" whose wondrous colors continue to fascinate the general public. When combined with an abstract perspective, the colors in Earth Observation and astronomical images appear to represent themselves, not imitating anything. In some of these images, the use of false colors further enhances the effect of autonomous color.

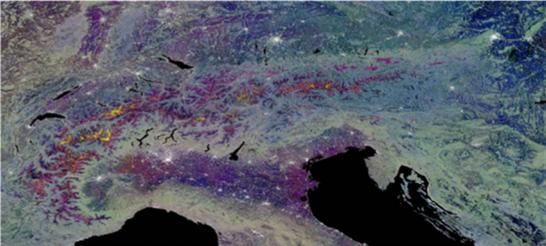
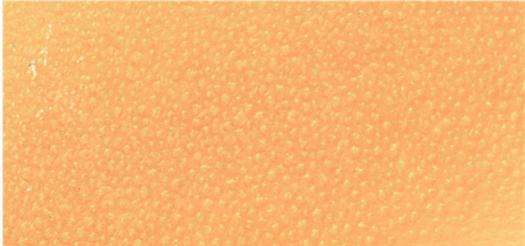
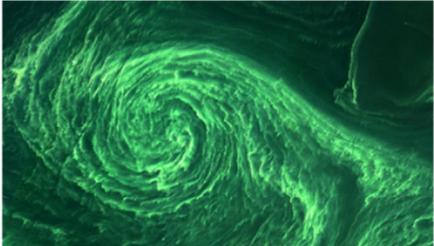
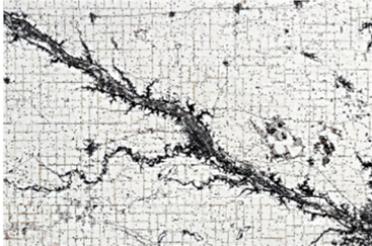
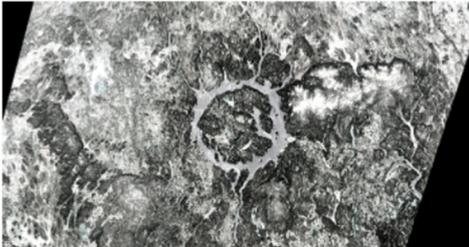
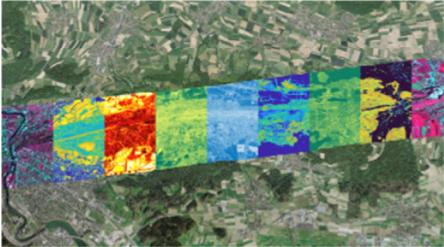
Abstraction and representation in photography

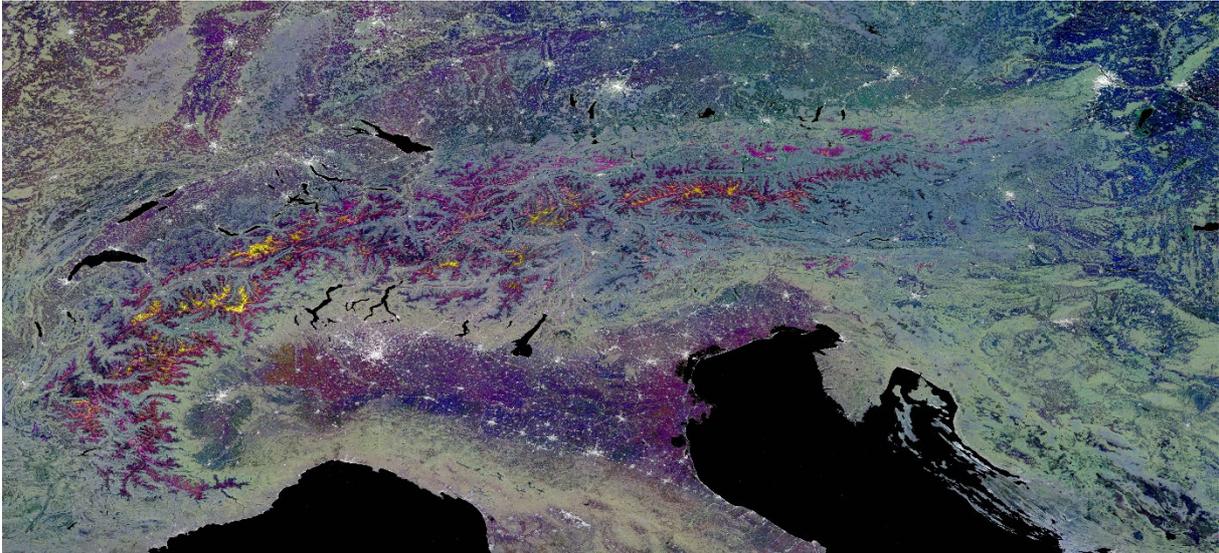
From the very beginning, photography had a novel relationship with physical reality. In contrast to traditional images created by human hand such as drawings or paintings, photography was attributed with objectivity and a documentary character. Since photography is created with the help of a mechanical device, it was believed to merely document the world without human intervention. For this reason, in the 19th century, French astronomer François Arago introduced it into astronomy as the promise of a "universal mathematical language." However, this supposed objectivity of the photographic device enables a multitude of specific representational decisions—such as the length of exposure (long exposure or much shorter intervals of a snapshot), framing, or decisions about color. A specific practical decision with aesthetic consequences in Earth Observation and astronomy is to produce images without clouds. In a certain way, this connects to the long-standing classical ideal of the “most representative moment” in art, that attempts to capture the “ideal” view. But other decisions also continue to demonstrate interventions in the supposedly objective documentary image—false color being perhaps the most striking phenomenon here. What in classical photography is achieved by multiple exposure could be compared in the images of astronomy and Earth Observation to the overlaying of different visualizations of datasets within the image. Even though classical photography was never a purely documentary process, contemporary images from astronomy and Earth Observation revise this tension between documentation and creative visualization in entirely new and imaginative ways.

Katalog Erdbeobachtung

Catalog Earth Observation

Authors + image selection: Jochem Braakhekke, Claudia Rössli, Ella Schubiger





Source: Modified Copernicus Sentinel-1 data (2017) and modified text from *Small et al, 2022: Wide-Area Analysis-Ready Radar Backscatter Composites*

Nasser Schnee in den Alpen

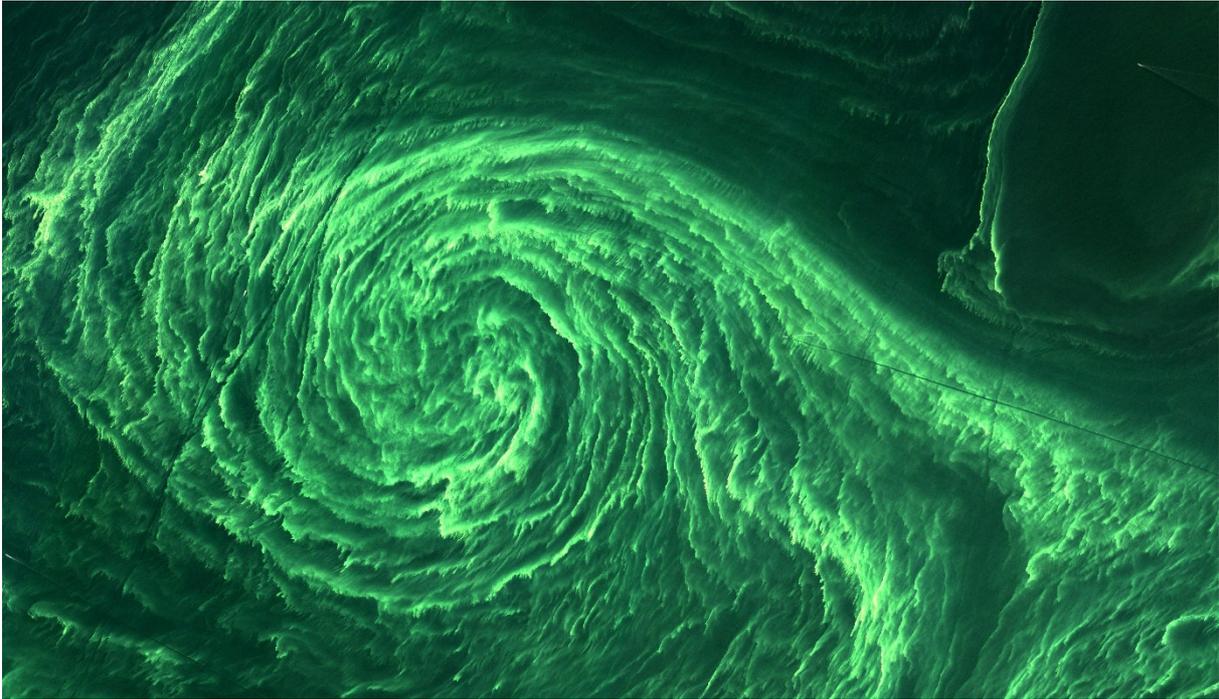
Optische Sensoren können Schnee deutlich erkennen, falls keine Wolken da sind, aber sie sind nicht in der Lage, zwischen trockenem und nassem Schnee zu unterscheiden. C-Band-Radarsensoren, wie die des Sentinel-1-Satelliten, liefern eine zusätzliche Informationsebene: die Satelliten können durch die Wolken schauen und die Rückstreuung, die sie empfangen, wird durch nassen Schnee stark beeinflusst, während trockener Schnee oft nahezu transparent ist. Die Kartierung von nassem Schnee ist wichtig, da sie a) in Lawinenvorhersagemodellierung einfließt und b) schneebedeckte Berge eine Quelle für Trinkwasser, Bewässerung oder Wasserkraft darstellen.

An der Universität Zürich nutzen die Forschenden das SAR-Rückstreusignal (Synthetic Aperture Radar), um die Entwicklung der Schneedecke zu quantifizieren. Die Schneeschmelze in den Alpen wird durch eine Rot-Grün-Blau (RGB)-Überlagerung der Rückstreuung der drei Sentinel-1 Bildern visualisiert; jeder Farbkanal entspricht den folgenden 12-tägigen Zeiträumen - Rot: 25.01.-02.05.2017, Grün: 01-12.04.2017, Blau: 18.-29.06.2017. Die gelben Berggipfel können wie folgt interpretiert werden: Der Schnee auf diesen hohen Berggipfeln war an den ersten beiden Tagen (Januar und April) trocken und die Rückstreuung zum Satelliteninstrument war hoch (das Licht kommt zurück), was bei der Visualisierung als RGB-Bild zu hohen roten und grünen Werten führt. Im Juni war der Schnee grösstenteils nass, was zu einer geringen Rückstreuung und damit zu niedrigen Werten für den Blaukanal führte. Auf den Berggipfeln blieb der Schnee trocken und wird daher in dem Bild weiss dargestellt. Städtische Gebiete haben immer eine sehr hohe Rückstreuung (weiss) und Wasser immer eine sehr geringe (schwarz).

Wet snow in the Alps

Optical sensors can see snow clearly in the absence of clouds, but they are not able to differentiate between dry and wet snow. C-band radar sensors like on the Sentinel-1 satellites, provide an extra layer of information: the signal can look through clouds and the backscatter they receive is modulated strongly by wet snow, while dry snow is often nearly transparent. Mapping wet snow is important, as a) it feeds into avalanche prediction models, and b) snow-laden mountains provide a source for drinking, irrigation or hydroelectric power.

At the University of Zürich, researchers are using the SAR (Synthetic Aperture Radar) backscatter signal to quantify the evolution of snow cover. Alpine snow melt is visualized through Red-Green-Blue (RGB) overlay of three processed Sentinel-1 backscatter composites; each color channel corresponds to the following 12-day date ranges—Red: 01.25-02.05.2017, Green: 01.-12.04.2017, Blue: 18.-29.06.2017. The yellow mountain tops can be interpreted as follows: the snow on these high mountain tops was dry on the first two dates (Jan + April) and backscatter to the instrument was high (light comes back) resulting in high red and green numbers when displaying as RGB image. In June, the snow was mostly wet snow resulting in low backscatter and thus low values for the blue channel. At the very mountain tops snow stayed dry and is thus represented in white in the image. Urban areas have always very high backscatter (white) and water always very low (black).



Source: Modified Copernicus Sentinel-2 data (2018) / Google Earth Engine

Algengalaxie

Die Ostsee färbt sich im Sommer regelmässig leuchtend blau-grün. Dies wird durch die Blüte von Cyanobakterien verursacht, in diesem Fall vor der Ostküste von Götland, Schweden. Die mikroskopisch kleinen Organismen konzentrieren sich dort, wo die vertikalen und horizontalen Wasserbewegungen die besten Nährstoff- und Lichtbedingungen für das Algenwachstum schaffen, und diese Hotspots werden dann von der Meeresströmung verformt. Die geraden, dunklen Linien im Bild sind von starken Schiffspropellern verursacht, die die Algenblüte durchfahren.

Mit Hilfe von Satellitendaten kann das Wachstum und die Ausbreitung der Algenblüten verfolgt werden, um vor den nachteiligen Auswirkungen auf die Tourismus- und Fischereiindustrie zu warnen und diesen zu begegnen.

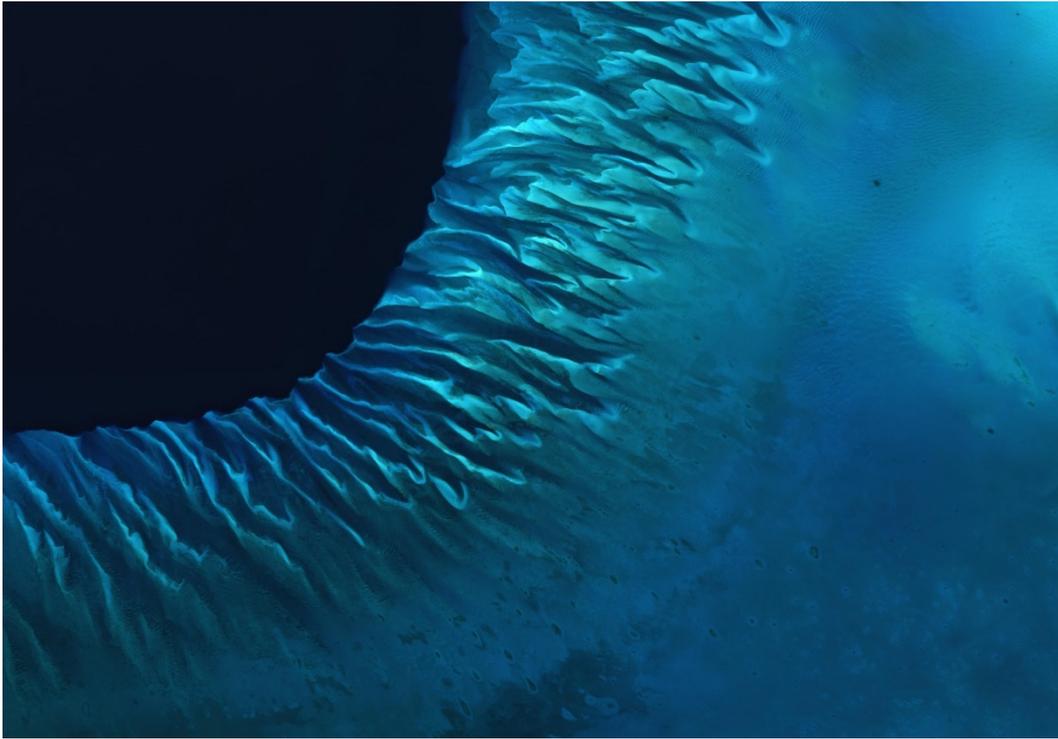
Jüngste Forschungsarbeiten unter Leitung der UZH (Abolfazl et al., 2024) über Süsswasseralgen im Genfersee haben gezeigt, dass eine bestimmte Abfolge von meteorologischen Bedingungen eine Algenblüte im Jahr 2021 auslöste: starke Regenfälle, die eine übermässige Belastung mit organischen Stoffen und Nährstoffen begünstigten, gefolgt von windbedingtem Küstenauftrieb und einer längeren Periode warmen, ruhigen Wetters.

Algal galaxy

The Baltic Sea regularly turns a vibrant blue-green in summer. This is caused by the bloom of cyanobacteria, in this case off the eastern coast of Götland, Sweden. These microscopic organisms concentrate in locations where the vertical and horizontal water movements generate the best nutrient and light conditions for algal growth, and these hotspots are then drawn out by the water circulation. Note the straight, dark lines in the image: the bloom has been stirred up by powerful ship's propellers.

Satellite data can track the growth and spread of harmful algae blooms in order to alert and mitigate against damaging impacts for tourism and fishing industries.

Recent UZH-led research (Abolfazl et al, 2024) on freshwater algae in Lake Geneva showed that a certain sequence of meteorological conditions triggered an algal bloom in 2021: heavy rainfall promoting excessive organic matter and nutrients loading, followed by wind-induced coastal upwelling, and a prolonged period of warm, calm weather.



Source: Modified Copernicus Sentinel data (2024) / Google Earth Engine

Great Bahama Bank

Die unterschiedlichen Farben und Formen sind das Ergebnis geologischer Prozesse und von Meereslebewesen. Die flache Sandbank fällt schnell in eine tiefe, dunkle Region ab, die als „Zunge des Ozeans“ bekannt ist. Die Sandbank selbst ist aus weissem Kalksand und Kalkstein, und besteht hauptsächlich aus den Skelettfragmenten von Korallen. Die Great Bahama Bank war während der vergangenen Eiszeiten trockenes Land. Als sie der Atmosphäre ausgesetzt war, unterlag die Kalksteinbank der chemischen Verwitterung, wodurch Karststrukturen entstanden, die zu den hier sichtbaren Strukturen und den berühmten so genannten blauen Löchern führten.

Später wurde das Gebiet mit dem Anstieg des Meeresspiegels langsam überflutet. Heute ist die Struktur von Wasser bedeckt, und ist an manchen Stellen bis zu zwei Meter tief. Die wellenförmigen Riffeln auf den Bildern sind Sandstrukturen auf dem Meeresboden. Sand und Seegrass sind in unterschiedlichen Mengen und Tiefen vorhanden, was dem Bild eine Palette von Blau- und Grüntönen verleiht.

Forschende der UZH untersuchen die genetische Vielfalt solcher Lebensräume mit Hilfe von Satellitenbildern der Erdbeobachtung und Bodenmessungen, um die Entwicklung der Korallenriffe zu untersuchen.

Great Bahama Bank

The varying colors and curves are the result of geological processes and ocean creatures. The shallow bank quickly drops off into a deep, dark region known as the “Tongue of the Ocean.” The bank itself is composed of white carbonate sand and limestone, mainly from the skeletal fragments of corals. The Great Bahama Bank was dry land during past ice ages. When it was exposed to the atmosphere, the limestone bank was subjected to chemical weathering, that created karst structures, resulting in the structures visible now here and famous so-called blue holes.

Later, the area got slowly submerged as sea levels rose. Today, the bank is covered by water, though it can be as shallow as two meters deep. The wave-shaped ripples in the images are sand on the seafloor. Sand and seagrass are present in different quantities and at different depths, which gives the image a range of blues and greens.

Researchers at UZH are investigating genetic diversity of such habitats with the help of Earth Observation satellite images and ground measurements to examine the evolution of the coral reefs.



Source: Modified Copernicus Sentinel data (2024) / Google Earth Engine

Mangrovenwald der Sundarbans

Sundarbans ist ein Mangrovegebiet im Delta, das durch den Zusammenfluss vom Ganges, Brahmaputra und Meghna im Golf von Bengalen gebildet wird. Es handelt sich um den grössten Mangrovenwald der Welt. Die leuchtend rot erscheinenden Sundarbans-Mangrovenwälder erstrecken sich über ca. 150 km von Osten nach Westen!

Dieses Falschfarbenbild verwendet eine Kombination aus Nahinfrarot-, Rot- und Grünbändern des Sentinel-2-Satelliten. Diese Kombination von Bändern ist sehr beliebt zur Beobachtung von Pflanzenaktivität und -gesundheit. Pflanzen reflektieren vor allem nahes Infrarot, während sie für ihre Photosynthese hauptsächlich rotes Licht benutzen und somit absorbieren. Da sie vor allem nahes Infrarotlicht reflektieren, erscheint mit Pflanzen bewachsenes Land tiefrot. Städte und freier Boden sind grau oder hellbraun, und Wasser erscheint blau oder schwarz.

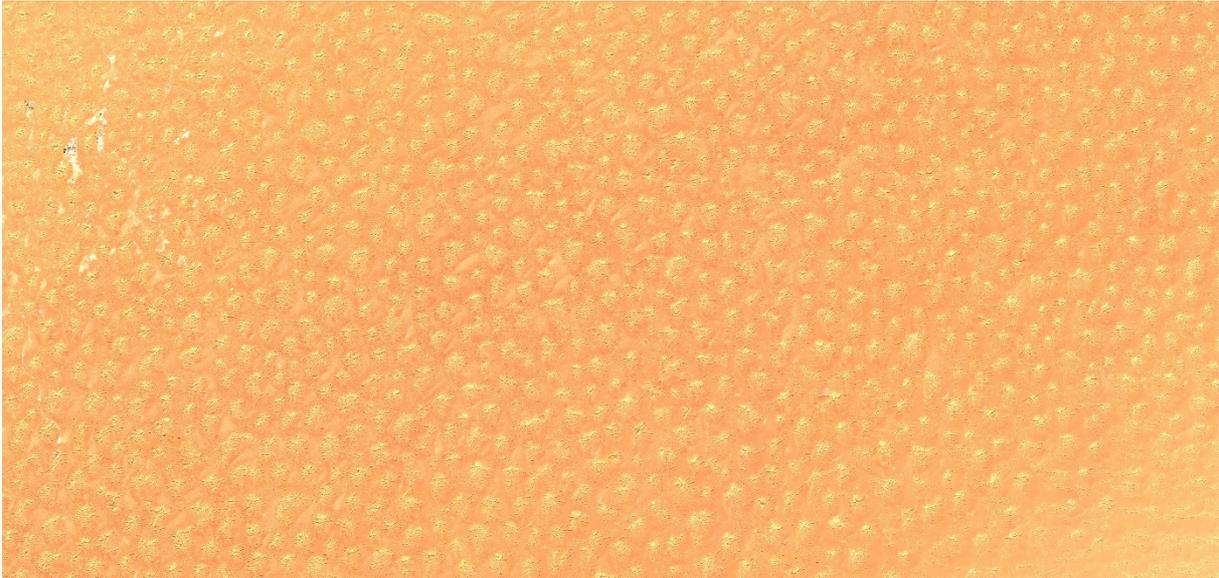
Das Bild zeigt die komplexe Schönheit dieser Mangrovenwälder. Von den hoch aufragenden Mangroven bis zu den versteckten Wasserläufen wimmelt es in diesem fragilen Ökosystem von Leben. Forschende der Universität Zürich untersuchen mit Hilfe von Fernerkundungsdaten die Renaturierung von kontrollierten Mangrovenökosystemen.

Sundarbans mangrove forest

Sundarbans is a mangrove area in the delta formed by the confluence of the Ganges, Brahmaputra and Meghna Rivers in the Bay of Bengal. It is the largest mangrove forest in the world. The bright red appearing Sundarbans mangrove forests span ca. 150 km east to west!

This false color image uses a combination of near infrared, red and green bands of the Sentinel-2 satellite. This combination of bands is most commonly used to assess plant activities and health, as plants reflect strongly near infrared light while absorbing mainly the red light for their photosynthesis. Since they strongly reflect near infrared light, plant-covered land appears deep red. Cities and exposed ground are gray or tan, and water appears blue or black.

The image reveals the intricate beauty of these mangrove forests. From the towering mangroves to the hidden waterways, this fragile ecosystem teems with life. Researchers from the University of Zürich are involved in studying the rehabilitation of managed mangrove ecosystems using remote sensing data.



Source: Modified Copernicus Sentinel data (2024) / Google Earth Engine

Sterndünen

Sterndünen, die Giganten der Sahara, erheben sich als majestätische, aus Sand geformte Pyramiden und können beeindruckende Höhen von bis zu 300 m erreichen und haben eine horizontale Ausdehnung von mehreren Kilometer. Im Gegensatz zu ihren linienförmigen Verwandten haben diese Dünen mehrere, strahlenförmig verlaufende Arme - drei oder mehr -, die sich anmutig von einer zentralen Spitze aus nach unten winden und ihnen von oben betrachtet ihr sternförmiges Aussehen verleihen. Diese einzigartige Struktur ist ein Beweis für die ständig Himmelsrichtung wechselnden Winde, die sie formen. Sterndünen wachsen nicht horizontal, sondern zum Himmel hin.

Dieses RGB-Bild zeigt die imposanten Sterndünen im Grand Erg Oriental, einem riesigen Sandmeer in der algerischen Sahara, wo ein komplexer Tanz von Winden aus verschiedenen Richtungen herrscht. Jüngste Forschungsergebnisse legen nahe, dass sich Sterndünen viel schneller bilden können als bisher angenommen. Studien zeigen, dass einige von ihnen trotz ihrer enormen Größe in nur tausend Jahren erheblich wachsen können.

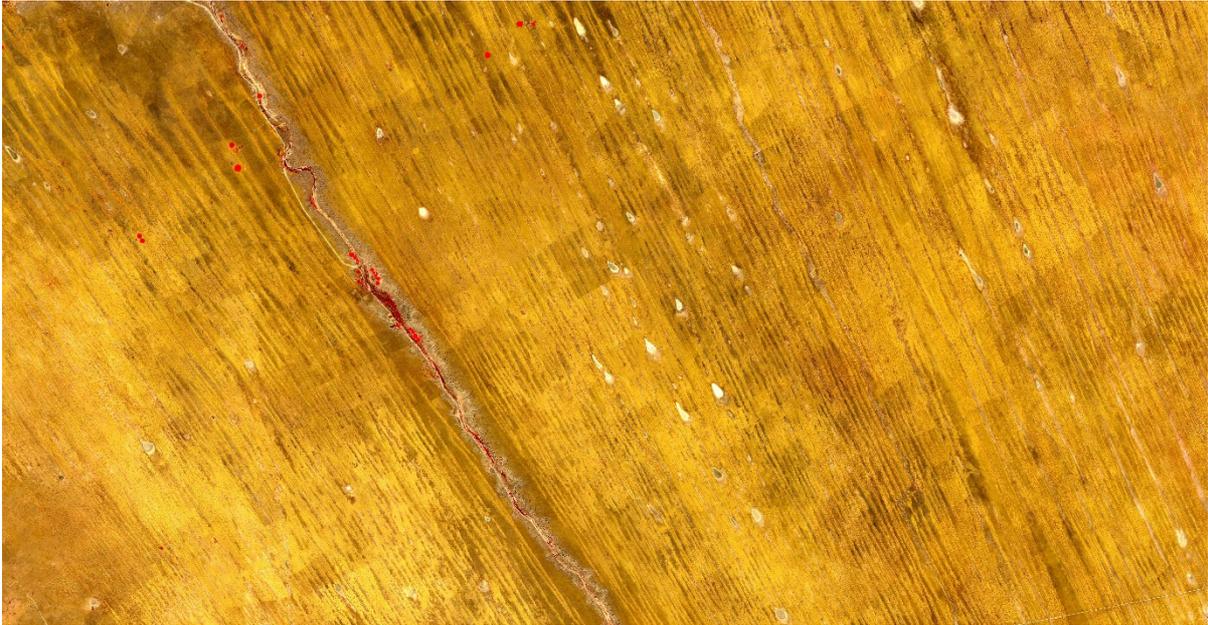
Sterndünen gibt es nicht nur auf unserem Planeten! Sie wurden auch auf dem Mars entdeckt, wo sie durch die dünne Atmosphäre des Roten Planeten geformt werden, und sogar auf dem Saturnmond Titan, wo sie durch Methanwinde geformt werden.

Star Dunes

Star dunes, the Saharan giants, rise like majestic pyramids sculpted from sand and can reach impressive heights of up to 300m! Unlike their linear cousins, these dunes boast multiple, radiating arms – three or more – that gracefully sweep down from a central peak, giving them their star like appearance when viewed from above. This unique structure is a testament to the ever-shifting winds that sculpt them. Star dunes grow towards the sky rather than horizontally but still can have diameters of several kilometers.

This RGB image shows the thriving star dunes in the Grand Erg Oriental, a vast sea of sand in the Algerian Sahara, where a complex dance of multidirectional winds reigns supreme. Recent research suggests star dunes can form much faster than previously thought. Studies show some can grow significantly in just a thousand years, despite their massive size.

Star dunes are not exclusive to our planet! They have been spotted on Mars, shaped by the Red Planet's thin atmosphere, and even on Saturn's moon Titan, sculpted by winds of methane.



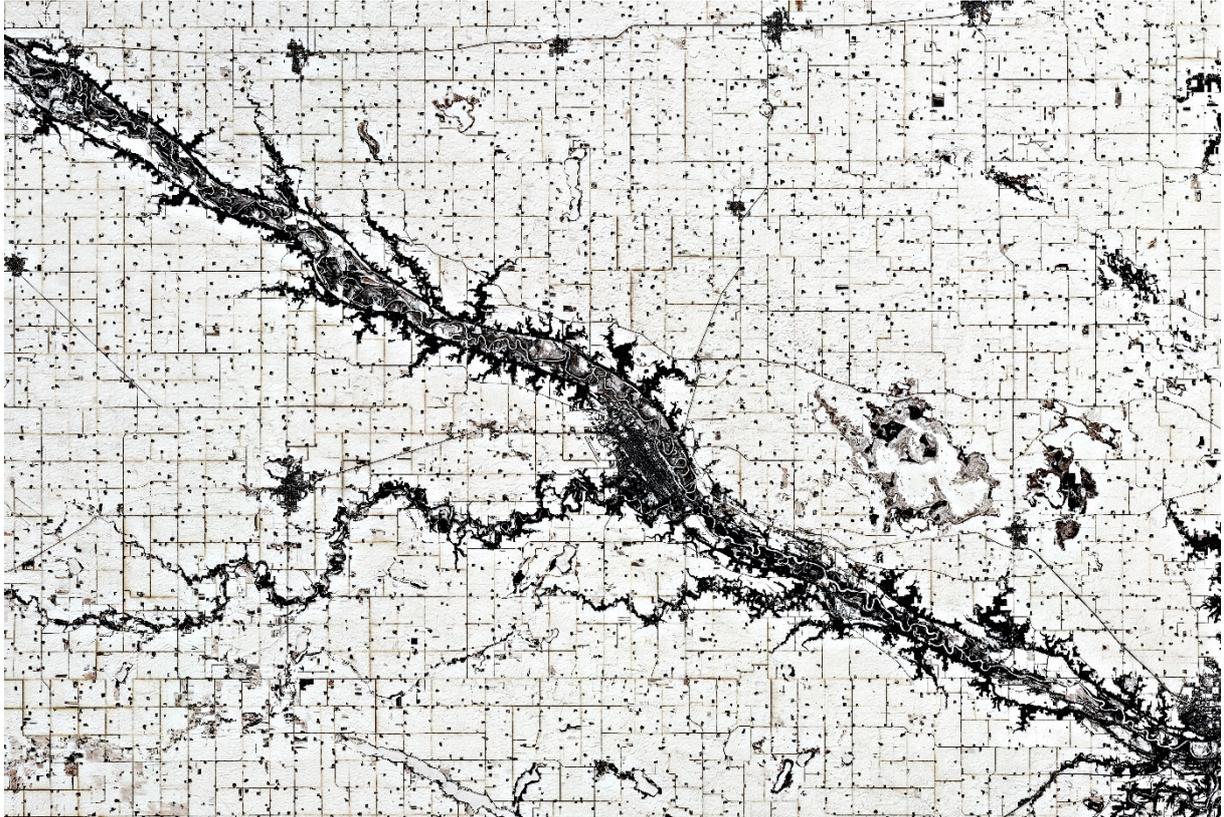
Source: Modified Copernicus Sentinel data (2023) / Google Earth Engine

Rote Punkte in der Kalahari Wüste

In diesem Falschfarbenbild über der Kalahari-Wüste in Namibia ist die aktive Vegetation in Rot hervorgehoben. Diese ist spärlich an den Ufern des Auob-Flusses und an den ausserirdisch anmutenden roten Kreisen zu sehen. Dabei handelt es sich um kreisförmige landwirtschaftliche Felder mit einem Durchmesser von bis zu 500 m, die mit Bohrlochwasser bewässert werden. Die gesamte Region ist von nordwestlich-südöstlich parallel ausgerichtete Dünen dominiert, die sich schnell bewegen können. Es ist daher äusserst schwierig in diesem Gebiet landwirtschaftliche Felder zu bewirtschaften.

Red dots in the Kalahari Desert

This false color image over part of the Kalahari Desert in Namibia highlights the active vegetation in red. These can be seen through the sparsely distributed red features on the Auob riverbanks and in the strange-looking red circles. These are circular agricultural fields, of up to 500 m in diameter, being irrigated with borehole water. The whole region is dominated by northwest to southeast directed parallel dunes, which can move swiftly. It is therefore extremely difficult to cultivate agricultural fields in this area.



Source: Modified Copernicus Sentinel data (2023) / Google Earth Engine

Minnesota im Winter

Ein verschneites Minnesota, mit der Stadt New Ulm (ca. 14.000 Einwohner) im Zentrum, am Zusammenfluss des Minnesota River (Norden) und des Cottonwood River (Westen). An der Westseite der Stadt ist der New Ulm Municipal Airport zu sehen.

Der mäandrierende Minnesota River nimmt nur einen kleinen Teil des breiten Tals ein, das bis zu 8 km breit und 80 m tief ist. Dieses Tal wurde vom gewaltigen Gletscherfluss Warren vor 11'700 bis 9'400 Jahren, am Ende der letzten Eiszeit in Nordamerika, in die Landschaft geschliffen.

Das regelmässige landwirtschaftliche Rastermuster spiegelt frühere Vermessungsarbeiten wider; eine gewisse Grösse der Felder war notwendig, um den Einsatz von Maschinen effizient zu gestalten. Heutzutage werden in der Landwirtschaft zunehmend Satellitenbilder eingesetzt, um die Präzisionslandwirtschaft zu unterstützen und künftige Ernteerträge abzuschätzen.

Übrigens wurde New Ulm im Jahr 2000 zur "deutschesten Stadt in Amerika" gewählt.

Minnesota in winter

A snowy Minnesota, with the city of New Ulm (ca. 14.000 inhabitants) in the center, at the confluence of the Minnesota River (north) and the Cottonwood River (west). On the west side of the city the New Ulm Municipal Airport is visible.

The meandering Minnesota River occupies only a small portion of the wide valley, which is up to 8 km wide and 80 m deep. This valley was carved into the landscape by the massive glacial river Warren between 11,700 and 9,400 years ago at the end of the last ice age in North America.

The very regular, agricultural grid pattern reflects earlier surveying; the size of the fields was determined by the need to have a big enough area to make use of machinery efficient. Nowadays, satellite imagery is increasingly used in agriculture, to support precision farming and to estimate future crop yield.

Fun Fact: Back in the year 2000, New Ulm was voted "the most German town in America."



Source: Modified VIIRS nighttime lights data / Google Earth Engine

Helle Nacht

Das Bild zeigt das Maximum der Lichtemission in Europa über das Jahr 2022. Pixel, die entweder von der Sonne oder dem Mond beschienen oder von Wolken verdeckt waren, wurden entfernt.

Die Instrumente der Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) an Bord der gemeinsamen NASA/NOAA-Satelliten Suomi National Polar-orbiting Partnership (Suomi NPP) und NOAA-20 liefern täglich globale Messungen des nächtlichen, sichtbaren und Nahinfrarot-Lichts (VIS und NIR), die sich für wissenschaftliche Untersuchungen und sonstige Anwendungen eignen. VIIRS Day/Night Band (DNB)-Daten werden für Schätzungen der Bevölkerung, die Beurteilung der Stromversorgung abgelegener Gebiete, die Überwachung von Katastrophen und Konflikten, sowie für das Verständnis von Auswirkungen der zunehmenden Lichtverschmutzung auf biologische Systeme verwendet. Die diagonalen Streifen stammen von Effekten des Aufnahmemodus des Satelliten.

Wo ist der Zürichsee? Welche anderen Regionen und Städte sind erkennbar?

Bright night

This is an annual nighttime lights image over a large part of Europe. This image shows the yearly maximum light radiation for the year 2022. Sunlit, moonlit and cloudy pixels are removed. The Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) instruments aboard the joint NASA/NOAA Suomi National Polar-orbiting Partnership (Suomi NPP) and NOAA-20 satellites provide global daily measurements of nocturnal visible and near-infrared (VIS and NIR) light that are suitable for Earth system science and application studies. VIIRS Day/Night Band (DNB) data are used for estimating population, assessing electrification of remote areas, monitoring disasters and conflicts, as well as understanding biological impacts of increased light pollution. The diagonal lines reflect the swaths in which VIIRS captures its images.

Can you spot Lake Zürich? Which other regions and cities can you find?



Source: Modified Copernicus Sentinel data (2023) / Google Earth Engine

Das Auge der Sahara

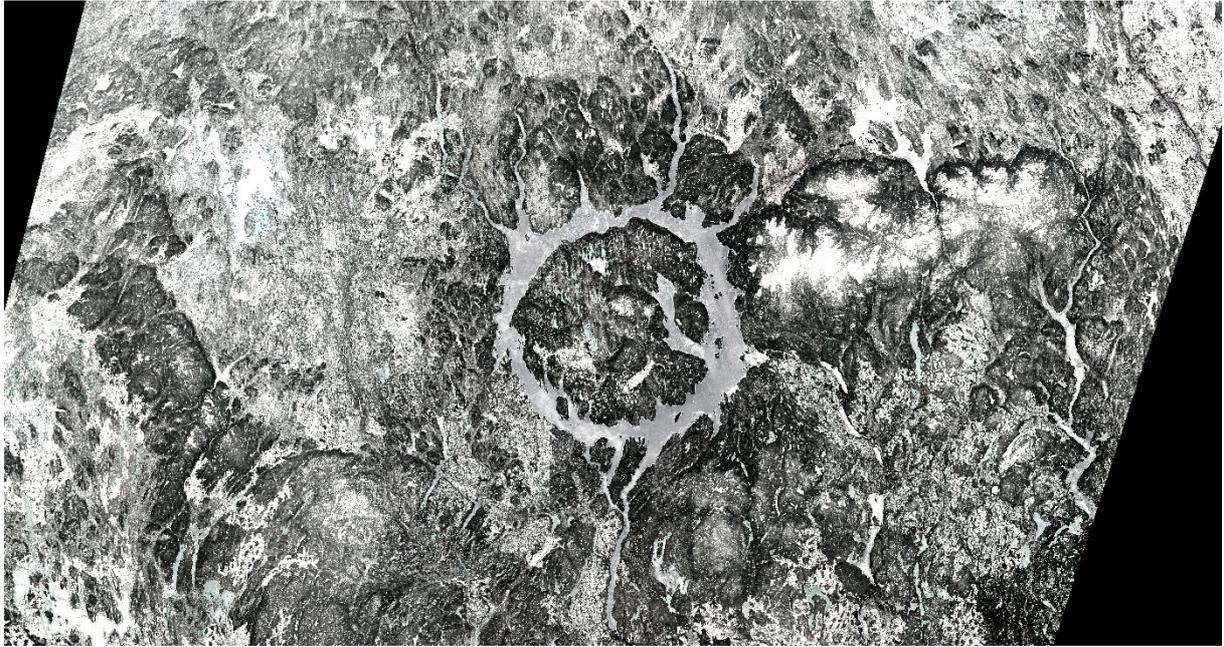
Die Richat-Struktur, die auch als „Auge der Sahara“ bezeichnet wird, ist ein geologisches Wunder in der Maure Adrar-Wüste in Mauretanien. Ursprünglich für einen möglichen Einschlagskrater gehalten, ist heute bekannt, dass es sich um eine erodierte, kreisförmige Antiklinale (strukturelle Kuppel) aus geschichtetem Sedimentgestein handelt.

Die konzentrischen Kreise sind Schichten aus widerstandsfähigem Gestein, die durch die Erosion des weicherem Gesteins um sie herum freigelegt wurden. Dieser faszinierende Prozess hat ein zielscheibenartiges Zentrum mit einem Durchmesser von fast 50 Kilometern geschaffen. Die Richat-Struktur fasziniert Wissenschaftler:innen und die Öffentlichkeit gleichermaßen und bietet einen Einblick in die طويلة (tawila, arabisch für „lange“) Geschichte unseres Planeten.

Eye of the Sahara

The Richat Structure, also nicknamed the "Eye of the Sahara," is a geological wonder located in the Maur Adrar Desert of Mauritania. Initially mistaken for a possible impact crater, it is now known to be an eroded circular anticline (structural dome) of layered sedimentary rocks.

The concentric circles are layers of resistant rock exposed as softer rock around them eroded away. This fascinating process has created a bullseye-like target spanning nearly 50 kilometers in diameter. The Richat Structure continues to captivate scientists and the public alike, offering a glimpse into the طويلة (tawila, Arabic for "long") history of our planet.



Source: Modified Copernicus Sentinel data (2023) / Google Earth Engine

See in einem Einschlagskrater

Der Manicouagan-Stausee, der wegen seiner auffallend kreisförmigen Form den Spitznamen „Auge von Quebec“ trägt, ist ein Zeugnis einer kosmischen Begegnung vor 214 Millionen Jahren. Während der späten Trias schlug ein 5 km grosser Meteorit auf der Erde ein und hinterliess einen gewaltigen Einschlagkrater. Heute ist dieser Krater mit Wasser gefüllt und bildet das 1'942 Quadratkilometer grosse Manicouagan-Reservoir. In seinem Zentrum liegt die Insel René-Levasseur, die vom majestätischen Mount Babel gekrönt wird, von dem man annimmt, dass er der zentrale Gipfel ist, der durch den Einschlag in die Höhe gedrückt wurde. Dieser See ist nicht nur an Wintertagen schön, sondern er ist auch ein Stromerzeuger. Der Daniel-Johnson-Staudamm, eine mehrbogige Staumauer, ermöglicht den See als Kraftwerk zu nutzen.

Wenn Sie also das nächste Mal in den Nachthimmel schauen, denken Sie daran, dass die ruhige Schönheit des Manicouagan-Stausees eine ständige Erinnerung daran ist, wo Weltraum und Erde aufeinandertreffen und wie diese kosmische Begegnung unseren Planeten auf unglaubliche Weise formen kann.

Wenn wir sagen, dass die Streifenbreite der Sentinel-2-Satelliten 290 km beträgt, wie gross ist dann die Diagonale des Sees? Die Streifenbreite entspricht der Region, welche ein Satellit pro Überflug aufnehmen kann.

Impact crater lake

Manicouagan Reservoir, nicknamed the "Eye of Quebec" for its striking circular shape, is a testament to a cosmic encounter 214 million years ago. A 5-kilometer wide meteorite slammed into Earth during the Late Triassic period, leaving behind a massive impact crater. Today, this crater is filled with water, forming the 1,942 square kilometer Manicouagan Reservoir. In its center lies René-Levasseur Island, crowned by the majestic Mount Babel, which is believed to be the central peak pushed up by the impact itself.

This is not just a beautiful lake on a winter's day though; it's also a powerhouse. The Daniel-Johnson dam, a multiple-arch buttress dam, harnesses the water's energy for hydroelectric power.

So, the next time you look up at the night sky, remember that the serene beauty of the Manicouagan Reservoir is a constant reminder of where space and Earth meet, and how that cosmic encounter can shape our planet in incredible ways.

If we tell you that the swath width of Sentinel-2 satellites is 290 km, can you figure out the diagonal of the lake? The swath width is the area that a satellite can image per overflight.



Source: NASA's Earth Polychromatic Imaging Camera (EPIC) on the DSCOVR satellite

Mondschatten

Aus einer Entfernung von 1,5 Millionen Kilometern nahm die Earth Polychromatic Imaging Camera (EPIC) auf dem DSCOVR-Satelliten dieses Bild der totalen Sonnenfinsternis am 8. April 2024 auf. Diese totale Sonnenfinsternis hat Teile Nordamerikas für kurze Zeit in Dunkelheit getaucht, sichtbar mit dem Mondschatten auf der Erde. Die perfekte Ausrichtung des Mondes auf die Sonne blockierte deren Licht und schuf eine beeindruckende nächtliche Szene für Millionen von Beobachtern entlang des 185 Kilometer breiten Pfad der Finsternis.

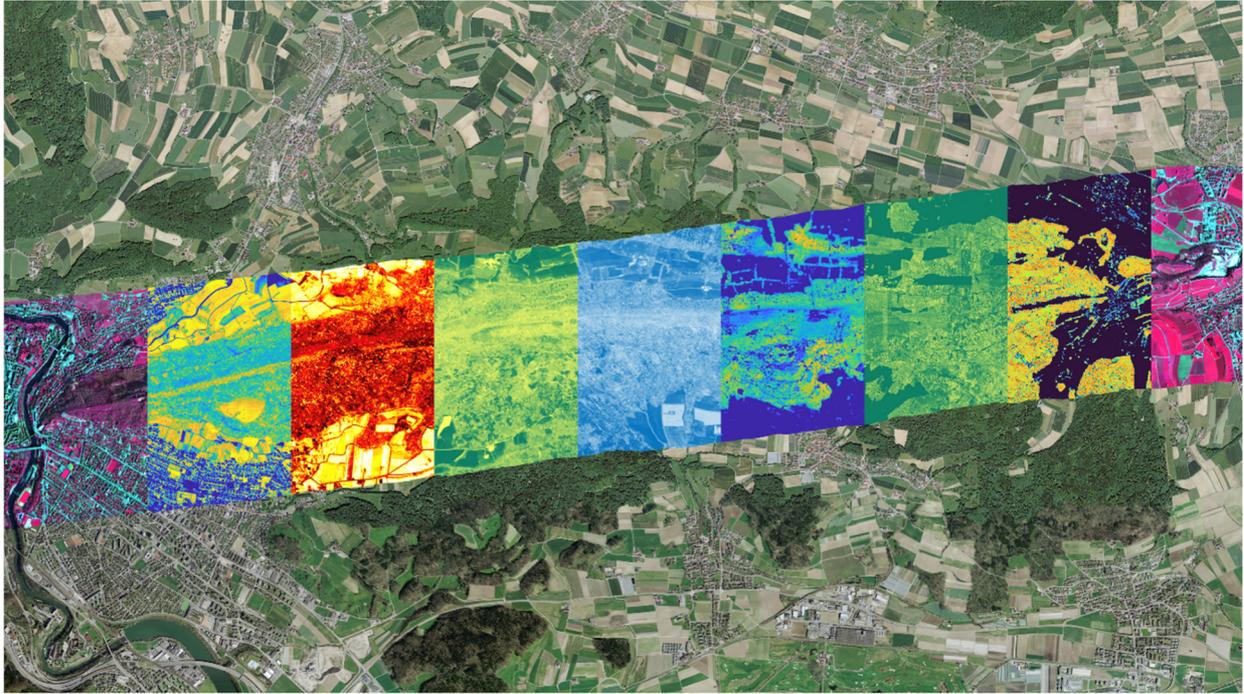
DSCOVR ist ein gemeinsamer Satellit der NASA, der NOAA und der U.S. Air Force, der gebaut wurde, um unseren Planeten vom Lagrange-Punkt 1 aus zu beobachten, einer gravitationsmässig stabilen Position zwischen Sonne und Erde. Lagrange-Punkte sind Orte im Weltall, an denen sich alle zwischen zwei Objekten (in diesem Fall der Erde und der Sonne) wirkenden Anziehungskraft (Gravitation) aufheben, so dass ein Satellit oder ein Raumfahrzeug dort „schweben“ kann.

Lunar shadow

From a distance of 1.5 million kilometers away the Earth Polychromatic Imaging Camera (EPIC) on the DSCOVR satellite acquired this image of the total solar eclipse on April 8, 2024.

This total solar eclipse plunged parts of North America into darkness with the moon shadow for a brief period. The Moon's perfect alignment with the Sun blocked its light, creating an awe-inspiring night-like scene for millions of observers along the eclipse path, which stretched 185 kilometers wide.

DSCOVR is a joint NASA, NOAA, and U.S. Air Force satellite built to observe our planet from Lagrange Point 1, a gravitationally stable position between the Sun and Earth. Lagrangian points are where all the gravitational forces acting between two objects (in this case the Earth and the sun) cancel each other out and therefore can be used by a satellite or spacecraft to 'hover'.



Source: created by Dr. Felix Morsdorf (Remote Sensing Laboratories, UZH), background image by Federal Office of Topography swisstopo

ARES Produkte über der Lägern

Dieses Bild über die ca. 10 km lange Lägern zeigt beispielhafte ARES-Produkte. ARES (Airborne Research Facility for the Earth System) ist ein brandneues, hochmodernes flugzeug-gestütztes Erdbeobachtungssystem. In seiner finalen Konfiguration wird ARES über drei verschiedene Sensoren verfügen: a) ein abbildendes Spektrometer (AVIRIS-4), b) ein Vollwellenform-LiDAR und c) eine photogrammetrische Kamera.

Was wir hier sehen, von links nach rechts: Falschfarben-Infrarot-Bild über der Stadt Baden; Normalisierter Differenz-Vegetationsindex (blau ist niedrige Aktivität, grünlich bis gelb hohe Aktivität); Chlorophyll/Carotinoid-Index; Chlorophyll-Index Red-Edge; Normalisierter Differenz-Wasser-Index; Baumhöhe; Pflanzenflächen-Index; Blatthöhen-Diversität und zum Abschluss nochmals ein Falschfarben-Infrarot-Bild über der Stadt Dielsdorf.

Der AVIRIS-4-Sensorkopf wurde von der NASA/JPL entwickelt und gebaut, während die Flughardware und -software von der UZH und der ZHAW entwickelt wurde und das System von der UZH betrieben wird. Der erste Testflug von AVIRIS-4 wurde im Februar 2024 mit einem Cessna Caravan EX Flugzeug durchgeführt. Dieses abbildende Spektrometer bietet eine noch nie dagewesene radiometrische und spektrale Stabilität, da es in einem Vakuumbehälter betrieben und thermisch auf 100 mK genau reguliert wird. Ein sehr ähnliches Instrument ist derzeit ausserhalb der Internationalen Raumstation (ISS) installiert und trägt den Namen EMIT (Earth Surface Mineral Dust Source Investigation). Wie der Name schon andeutet, kartiert es die mineralische Zusammensetzung arider Regionen als Quellen von Staub mittels Spektroskopie im sichtbaren und kurzwelligen Infrarotbereich. Die Karten der Ursprungsgebiete werden zur Modellierung der Rolle von Mineralstaub bei der Erwärmung oder Abkühlung der Erdatmosphäre verwendet.

ARES products over Lägern mountain

This visual over the ca. 10 km long Lägern mountain shows exemplary ARES products. ARES is a brand-new, state of the art Airborne Research Facility for the Earth System (ARES). In its final set up, it will feature three different sensors: a) an imaging spectrometer (AVIRIS-4), b) a full waveform LiDAR, and c) a photogrammetric camera.

What we see here, from left to right: False Color Infrared of the city of Baden, Normalized Difference Vegetation Index (blue is low activity, greenish to yellow high activity), Chlorophyll/Carotenoid Index, Chlorophyll Index – Red-Edge, Normalized Difference Water Index, Canopy Height, Plant Area Index, Foliage Height Diversity and, to round it off, another False Color Infrared over the town of Dielsdorf.

The AVIRIS-4 sensor head was engineered and built by NASA/JPL, while the flight hardware and software were developed by UZH and ZHAW. The first test flight of AVIRIS-4 was carried out in February 2024, with a Cessna Caravan EX aircraft. This imaging spectrometer offers unprecedented radiometric and spectral stability, by being operated within a vacuum vessel and thermally regulated to within 100mK. A very similar instrument is currently active on the outside of the International Space Station (ISS), and goes by the name of EMIT (Earth Surface Mineral Dust Source Investigation). As the name suggests, EMIT maps the mineral composition of arid dust source regions via imaging spectroscopy in the visible and short-wave infrared range. The source regions' maps will be used to model the role of mineral dust in the warming or cooling of the atmosphere.

Erdbeobachtung aus kunstgeschichtlicher Perspektive

Autorin: Jelena Rakin

„Orbitaler Blick“ und „Overview Effect“

Bis zum 20. Jahrhundert waren Bilder, die die Erde aus dem Weltraum zeigten, ausschliesslich das Ergebnis der Vorstellungskraft ihrer Autor:innen. Solche imaginären Flüge waren in der Geschichte der Bilder sehr häufig. Im 19. Jahrhundert entstanden dann die ersten Luftaufnahmen, die die Erde von oben zeigten. Der französische Fotograf Nadar hatte eine Kamera an einem Ballon befestigt und so Paris aus der Vogelperspektive fotografiert. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde die Luftbildfotografie durch Aufnahmen aus Flugzeugen weiterentwickelt, die eine zentrale Rolle bei den Aufklärungsflügen während des Krieges spielten. Die Luftaufnahmen des Ersten Weltkriegs führten zu einer neuen Sichtweise der Erde, die nicht mehr an das direkte Sehen und Erleben gebunden war. Stattdessen wurde die Erde als Bild aus der Vogelperspektive wahrnehmbar. Dies gilt auch für die heutigen Bilder: Die Aufnahme von „Minnesota im Winter“ hat in dieser Hinsicht dank einer verflachenden Vogelperspektive einen ausgeprägten Bildcharakter. Diese abstrahierte Erfahrung der irdischen Landschaft liess bildnerische Besonderheiten hervortreten, die sonst nicht unmittelbar als solche erkennbar waren: etwa die Ähnlichkeiten zwischen der bombardierten irdischen Kriegslandschaft und den fotografierten Mondkratern - man sprach von einem „Mondeffekt“ der Erde nach intensivem Bombardement im Ersten Weltkrieg. Auch das vergleichbar aktuelle Bild „Klare Nacht“ vom nächtlichen Europa mit seinen leuchtenden Städten begünstigt den Vergleich zwischen der Erde und dem nächtlichen Sternenhimmel. Das Bild „Auge der Sahara“ wiederum, das die Struktur der konzentrischen Kreise in der Wüste Maur-Adrar in Mauretanien zeigt, weist eine Ähnlichkeit mit vergleichbaren Formationen auf anderen Planeten auf, die für die Betrachter:innen in dieser Form der Vogelperspektive und als konzentrische Kreise nur in einem Bild erfassbar sind.

Der Kriegstechnologie ist auch die erste Aufnahme der Erde aus dem Weltraum zu verdanken. 1946 wurde eine Filmkamera an einer V2-Rakete befestigt. Die im Abstand von eineinhalb Sekunden aufgenommenen Bilder zeigten die Erdkrümmung, die wir heute mit den Bildern der Erde aus dem Weltraum identifizieren. Der Medienhistoriker Peter Weibel sprach in diesem Zusammenhang von einem neuen Paradigma des Sehens, dem „orbitalen Blick“. Dem ersten Bild der Erde aus dem All folgten in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts weitere Bilder, die zum Teil von noch weiter entfernten Standpunkten aus aufgenommen wurden. Zu den bekanntesten gehören „Earthrise“ von 1968 und „Blue Marble“ von 1972, das zum ersten Mal die ganze Erde zeigte. Mit der Inbetriebnahme der Internationalen Raumstation (ISS) im Jahr 1998 erhielt die Menschheit einen regelmässigen Strom von Foto- und Videoaufnahmen der Erde aus dem Orbit. Nicht zuletzt sind diese Aufnahmen häufig mit Kommentaren der wundererfüllten Astronaut:innen auf der Raumstation begleitet und zeugen von einem starken psychologischen Effekt, der bei der Betrachtung von einem orbitalen Standpunkt entsteht. Der „Overview Effect“, den Frank White 1986 in seinem gleichnamigen Buch beschrieben hat, bezeichnet eine besondere emotionale und spirituelle Dimension des Erlebens der Erde aus dem Weltraum.

Die Bilder vom „Kratersee“, den „Roten Punkten in der Kalahari Wüste“ oder den „Sterndünen“ laden noch immer zum Staunen und Bewundern der Erde ein. Zugleich verweisen sie im zeitgenössischen Kontext der Weltraumforschung auf eine andere Form des Blicks von oben nach unten, der nicht mehr ausschliesslich der Erde vorbehalten ist. Mit Hilfe verschiedener Raumsonden wurden auch andere Himmelskörper unseres Sonnensystems bei Vorbeiflügen aus der Vogelperspektive fotografiert - und damit das Paradigma des Blicks von oben nach unten bis an die Grenzen des Sonnensystems erweitert. Zu den Ähnlichkeiten des Blicks gesellen sich auch hier Ähnlichkeiten der beobachteten Phänomene - wie im Fall der sternförmigen Dünen des östlichen Grossen Ergs, die in dieser Form nicht nur auf der Erde, sondern auch auf dem Mars beobachtet wurden.

Gaia-Hypothese der 1970er Jahre und die lebende Erde

In den 1970er Jahren postulierten die Biologin Lynn Margulis und der Chemiker und Biophysiker James Lovelock die berühmte Gaia-Hypothese, nach der die Erde ein sich selbst erhaltender Organismus ist. Diese Idee hat vor dem Hintergrund verschiedener Klimadebatten eine zentrale Rolle im Nachdenken über die Erde eingenommen. Bilder der Erde aus dem Weltraum - wie „Blue Marble“ 1972 oder „Earthrise“ 1968 - erhalten eine besondere Wirkungskraft, wenn sie um diese Dimension des Denkens im Wahrnehmungsprozess erweitert werden. Die Vorstellung von der Erde als lebendigem Organismus weckt das Verständnis für ihre Verletzlichkeit, die im Umkehrschluss auch die Verletzlichkeit der Menschheit im Allgemeinen und jedes Einzelnen darstellt. Es ist von Bedeutung, wie diese Form der Erkenntnis durch die Bilder und ihre Kontextualisierung entstehen kann. Die Satellitenbilder der Erde zeigen Ansichten, die der Mensch in seiner irdischen Lebensweise nicht wahrnehmen kann. Solche Bilder erscheinen dann als Boten der Existenz grösserer Zusammenhänge und der Verbundenheit des Lebens auf der Erde. Dies ist an sich schon eine fruchtbare Grundlage für die Erfahrung der geistigen und erhabenen Dimension des kosmischen Lebens, die dem Menschen in der Vertrautheit des erdgebundenen Alltags, aus der Perspektive der Städte, der Strassen und der geschlossenen Räume des Arbeitsplatzes oder des Wohnzimmers betrachtet, oft entgeht. Es ist, als ob dieser entfremdete Blick von oben auf die Erde auch einen viel abstrakteren Blick auf die kosmischen Bedingungen des menschlichen Lebens ermöglichen würde. Gerade in den Satellitenbildern der Erde wird deutlich, wie sich dieselben kosmischen Prinzipien in unterschiedlichen Massstäben manifestieren. Im Bild „Algengalaxie“ erinnert die auffallende Vitalität der grünen Farbe an die Vorstellung von organischem Leben auf der Erde. Die minutiösen Algen kommen zusammen und bilden eine spiral bewegte Superformation. Im Vergleich dazu sind die spiralförmigen Algenblüten, die aus einer Vielzahl winziger Organismen bestehen, viel kleiner als die Galaxien, die ebenfalls spiralförmig erscheinen können.

Diese Bilder unterstreichen weiterhin die Vorstellung, dass das Leben auf der Erde einzigartig und wertvoll ist: Die Rare-Earth-Hypothese geht beispielsweise davon aus, dass komplexe Organismen, wie sie auf der Erde existieren, unwahrscheinlich oder selten im Universum sein müssen. In Bildern wie „Algengalaxie“ und „Great Bahama Bank“ sind es vor allem die Farben und Formen, die das Leben symbolisieren, so wie es mit der Erde synonym ist - das Grün der Pflanzen und das Blau des Wassers. Zoomt man dann ein wenig heraus, wie bei dem Bild der „Mondschatten“, so sieht man die Erde, Gaia, mit all ihren Blau- und Grüntönen des kosmischen Lebens, das sie beherbergt. Der vergleichsweise kleine Schatten des Mondes unterstreicht die intrinsische Verbindung der Erde mit den grösseren Zusammenhängen der Himmelsmechanik. Einige Medienwissenschaftler:innen haben den fotografischen und filmischen Aufnahmen eine animistische Tendenz zugeschrieben - als würden diese Bilder das Leben nicht nur „einfangen“, sondern selbst eine belebte Qualität besitzen. Dieses Konzept könnte vielleicht dazu beitragen, die starke konzeptuelle und emotionale Aufladung der Erdbilder und ihre animistische Kraft zu verstehen. Gerade heute und vor dem Hintergrund des Anthropozän-Diskurses werden verschiedene Debatten geführt, die sich für eine solche - animistische - Sichtweise einsetzen. Es wird für eine Weltsicht plädiert, in der die Phänomene des irdischen Lebens, andere Organismen, Landschaften, Wälder nicht als blosse Objekte und Ressourcen, sondern als gleichberechtigte Lebensformen betrachtet werden. Und bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts haben Filmtheoretiker:innen wie Jean Epstein oder Germaine Dulac dem Film und der Fotografie aufgrund ihrer technischen Grundlagen eine Fähigkeit zugeschrieben, das tatsächliche Leben einfangen zu können. Im Gegensatz zu anderen Künsten wie der Malerei, die eine subjektive Vorauswahl der dargestellten Phänomene treffe, hätten Film und Fotografie die einzigartige Fähigkeit, ein autonom lebendes Bild zu erschaffen. Dieses sei nur bedingt von den Bildautorinnen beeinflussbar, sondern zeichne sich vielmehr selbst ab.

Fraktale Geometrie und Ornament

Als fraktale Geometrie wird ein visuelles Phänomen beschrieben, das sowohl das Interesse von Künstler:innen als auch von Wissenschaftler:innen weckt. Obwohl die Prinzipien der fraktalen Geometrie in der ornamentalen Kunst schon lange verstanden und angewandt wurden, wurden sie erst im 20. Jahrhundert von dem Mathematiker Benoît Mandelbrot als solche bezeichnet und systematisch erfasst. Mandelbrots Ausgangspunkt war der Wunsch, die Mathematik mit dem Sehen, dem Leben und der Empfindung zu verbinden, von denen sie in ihrer modernen Form getrennt war. Die fraktale Geometrie ist daher eine stark visuelle Form der Erkenntnis. Konkret geht es bei der fraktalen Geometrie um die Selbstähnlichkeit von Formen, die in verschiedenen Maßstäben variiert und wiederholt werden. Beispiele für fraktale Geometrie in der Natur finden sich sowohl in organischen als auch in anorganischen Phänomenen, in der Biologie wie in der Geologie, in der Verzweigung von Pflanzenblättern, in Baumästen, in der menschlichen Lunge oder in Küstenformationen. Die Bilder „Schneesmelze in den Alpen“ und „Mangrovenwald der Sundarbans“ erinnern an die visuellen Phänomene der fraktalen Geometrie am Beispiel der geologischen Formationen, die den Ausgangspunkt für Mandelbrots Forschungen bildeten. Das intensive Rot im Bild „Mangrovenwald der Sundarbans“, das die Mangrovenwälder in Asien zeigt, wirkt in der Gegenüberstellung mit „Schneesmelze in den Alpen“ deutlich abstrakter, in gewisser Weise ornamental und dekorativ. Dieser Eindruck wird nicht zuletzt durch die „Falschfarbe“ Rot verstärkt. Auch wenn es sich hier nicht um ein Beispiel aus der dekorativen Kunst handelt, wird man im Betrachtungsprozess eines der Prinzipien gewahr, auf der sie stützt – der Lust am Verfolgen der Linien, die der Kunsthistoriker Ernst Gombrich als eine Affinität der menschlichen Wahrnehmung identifiziert. Diese Affinität macht den Reiz des ästhetischen Genusses an der ornamentalen Kunst aus. Eine ähnliche Erkenntnis liegt der Unterscheidung zwischen dem „Ornamentierungstrieb“ und dem „Darstellungstrieb“ der figurativen Kunst zugrunde, die der Filmtheoretiker Rudolf Arnheim in seinen Überlegungen zum Bild hervorhebt. Der Reiz von Bildern wie „Schneesmelze in den Alpen“ oder „Mangrovenwald der Sundarbans“ liegt in ihrem Doppelcharakter: Sie erscheinen als ornamentale Flächen, während sie gleichzeitig Teile der konkreten physischen Welt darstellen. Auch wenn ein vergleichbarer Doppelcharakter der schönen Farb- und Formoberfläche einerseits und der Darstellung physikalischer Phänomene andererseits generell für die Bilder dieser Ausstellung behauptet werden kann, wird man auf der Grundlage der fraktalen Geometrie, die sowohl in der belebten als auch in der unbelebten Natur vorkommt, auf die Verbundenheit aller Formen des kosmischen Lebens und Seins aufmerksam gemacht. So erkennt man in diesen und verschiedenen anderen Bildern, dass diese Verbundenheit nicht nur auf physikalischer und chemischer Ebene besteht, sondern auch auf der Ebene der ästhetischen Schönheit.

Earth Observation from an Art Historical Perspective:

Author: Jelena Rakin

“Orbital View” and “Overview Effect”

Until the 20th century, pictures showing the Earth from space were solely the product of their creators’ imagination. Such imaginary flights were very common in the history of images. In the 19th century, the first aerial photographs that showed the Earth from above were created. The French photographer Nadar attached a camera to a balloon and photographed Paris from a bird’s-eye view. In the first half of the 20th century, aerial photography was further developed through images taken from airplanes, which played a central role in reconnaissance flights during the First World War. Aerial images from World War I led to a new perspective on the Earth, a perspective no longer tied to physical seeing and experiencing. Instead, the Earth became perceivable as an image from above. This is true for today’s images as well: owing to the flattening effect of the bird’s eye perspective the photograph of “Minnesota in winter” has a pronounced character of being a two-dimensional image in this regard. This abstracted experience of the earthly landscape highlighted visual features that were not immediately recognizable as such, for example: the similarities between the bombarded earthly war landscape and the photographed lunar craters—referred to as a “lunar effect” after intense bombing during World War I. The contemporary image “Bright night” of nighttime Europe with its glowing cities also encourages comparison between the Earth and the night sky. The image “Eye of the Sahara”, showing the structure of concentric circles in the Maur-Adrar desert in Mauritania, bears similarity to comparable formations on other planets, perceptible in this bird’s-eye view and as concentric circles only as an image.

The technology of war is also responsible for the first photograph of the Earth from space. In 1946, a film camera was attached to a V2 rocket. The images taken at intervals of 1.5 seconds showed the curvature of the Earth, which we now often identify with images of Earth from space. Media historian Peter Weibel referred to this new paradigm of seeing as the “orbital view”. Following the first image of the Earth from space, more images were taken from even more distant viewpoints in the second half of the 20th century. Among the most famous are “Earthrise” from 1968 and “Blue Marble” from 1972, which showed the whole Earth for the first time. With the launch of the International Space Station (ISS) in 1998, humanity began receiving a regular stream of photographs and videos of the Earth from space. These images are often accompanied by the awe-inspiring comments of astronauts on the space station that imply a deep psychological effect of the perception made from an orbital vantage point. The “Overview Effect,” described by Frank White in his 1986 book of the same name, refers to a special emotional and spiritual dimension of experiencing the Earth from space.

Images such as “Impact crater lake”, “Red dots in the Kalahari Desert”, or “Star Dunes” continue to inspire awe and admiration for the Earth. At the same time, they refer, in the contemporary context of space research, to another form of top-down perspective that is no longer exclusively reserved for the Earth. With the help of various space probes, other celestial bodies in our solar system have also been photographed from a bird’s-eye view during flybys, thus extending the paradigm of the top-down view to the boundaries of the solar system. These similarities in perspective are mirrored by matching similarities of the observed phenomena, such as the star-shaped dunes of the eastern Great Erg that are observed not only on Earth but also on Mars.

1970s Gaia Hypothesis and the living Earth

In the 1970s, biologist Lynn Margulis and chemist and biophysicist James Lovelock first postulated the famous Gaia Hypothesis, which posits that the Earth itself is a type of self-regulating organism. This idea has taken on a central role in thinking about the Earth in the context of various climate debates. Images of the Earth from space—such as “Blue Marble” in 1972 or “Earthrise” in 1968—gain a special significance when they are conceptually situated in this context. The notion of the Earth as a living organism fosters an understanding of its vulnerability, which in turn not only reflects the vulnerability of humanity in general but also each individual human more personally. It is crucial to acknowledge how this form of realization can

emerge through the images and their contextualization. Satellite images of the Earth show perspectives that humans cannot perceive in their terrestrial way of life. Such images then appear as messengers of the larger connections (and the interconnectedness) of life on Earth. This offers a good basis for experiencing the spiritual and sublime dimension of cosmic life. It is a vantage point that often escapes humans in the familiarity of quotidian life, which is tied to the perspectives of cities, streets, and enclosed spaces of workplaces or living rooms. It is as if this alienated view from above simultaneously encourages a much more abstract view of the cosmic conditions of human life. Particularly in satellite images of the Earth, it becomes clear how the same cosmic principles manifest at different spatial scales. In the image “Algal galaxy,” the striking vitality of the green color evokes the idea of organic life on Earth—the minute “algae” come together to form a spirally moving super formation. In comparison, the spiral-shaped algal blooms of Earth, consisting of a multitude of tiny organisms, are in reality much smaller than galaxies that can also appear spiral-shaped.

These images further underscore the idea that life on Earth is unique and valuable: the Rare-Earth Hypothesis, for example, assumes that complex organisms (like those existing on Earth) must be unlikely or rare in the universe. In images like “Algal galaxy” and “Great Bahama Bank”, it is primarily the colors and the forms that symbolize life, as they are synonymous with the Earth—the green of the plants and the blue of the water. When zooming out a bit, as in the image of the “Lunar shadow”, the Earth—Gaia, with all its blue and green hues of cosmic life it hosts—is visible. The relatively small shadow of the moon highlights the intrinsic connection of the Earth with the larger contexts of celestial mechanics. Some media scholars have even attributed an animistic tendency to photographic and filmic recordings—implying that these images not only “capture” life but also possess a vital quality themselves. This concept might help understand the strong conceptual and emotional charge of Earth images and their animistic power. Especially today, within the context of the Anthropocene discourse, various debates advocate such an animistic viewpoint. There is a plea for a worldview in which the phenomena of earthly life—other organisms, landscapes, and forests—are not seen merely as objects and resources but as equal yet distinct forms of life. Even at the beginning of the 20th century, film theorists like Jean Epstein or Germaine Dulac attributed to film and photography (due to their technical foundations) the ability to truly capture life. In contrast to other traditional art forms like painting, which involve a subjective selection of depicted phenomena, film and photography were perceived as having the unique ability to create an autonomously living image. These images were consequently deemed as being only partially influenced by the image authors and were rather perceived as autonomous forms of the physical world they captured.

Fractal Geometry and Ornament

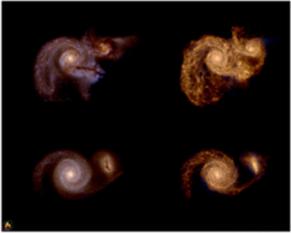
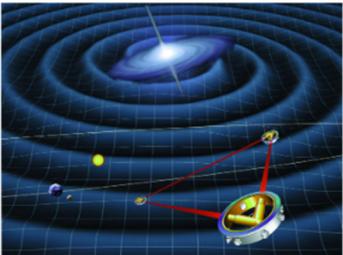
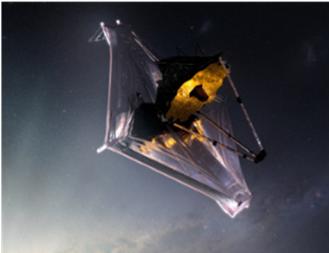
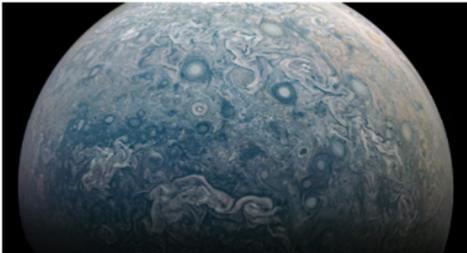
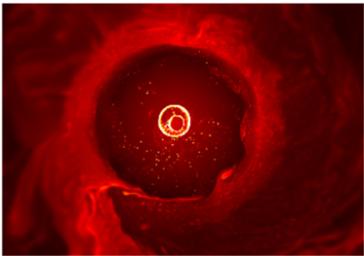
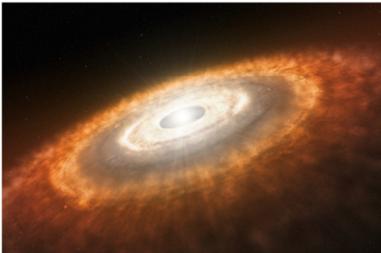
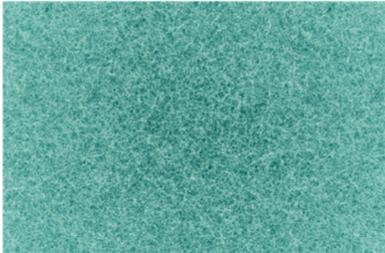
Fractal geometry describes a visual phenomenon that intrigues both artists and scientists. Although the principles of fractal geometry were long understood and applied in disciplines such as ornamental art, they were only named and systematically captured as such in the 20th century by mathematician Benoît Mandelbrot. Mandelbrot’s starting point was the desire to connect mathematics with seeing, living, and feeling, from which he considered it had been separated in its modern form. Fractal geometry is therefore a highly visual form of understanding. More specifically, fractal geometry is concerned with the self-similarity of forms that vary and repeat at different scales. Examples of concepts from fractal geometry in nature can be found in both organic and inorganic phenomena, in biology as well as in geology, in the branching of plant leaves, tree branches, the human lung, and coastal formations. The images “Snow Melt in the Alps” and “Sundarbans mangrove forest” remind us of the visual phenomena of fractal geometry using geological formations that were the starting point for Mandelbrot’s research. The intense red in the image “Sundarbans mangrove forest”, showing the mangrove forests in Asia, appears distinctly more abstract, ornamental, and decorative compared to “Snow Melt in the Alps”. This impression is reinforced by the “false color” red. Even though this is not an example from fine art, one becomes aware of the artistic principles that ornament relies on: the simple pleasure in visually tracing lines with one’s eyes, an experience that art historian Ernst Gombrich identified as an affinity of human perception. This affinity is at

the core of the aesthetic appeal of the ornamental art. A similar understanding informs the distinction between the “drive for ornamentation” and the “drive for figurative representation”, as highlighted by film theorist Rudolf Arnheim in his reflections on the image. The appeal of images like “Snow Melt in the Alps” or “Sundarbans mangrove forest” lies in their dual character: they appear as ornamental surfaces while simultaneously displaying parts of the concrete physical world. Even though a similar dual character can be generally claimed for the images in this exhibition, fractal geometry additionally draws attention to the interconnectedness of all forms of cosmic life and being. Thus, in these and various other images, viewers recognize that this interconnectedness exists not only on a physical and chemical level but also on the level of aesthetic beauty.

Katalog Astrophysik

Catalog Astrophysics

Authors + image selection: Ravit Helled, Robert Feldmann, Joachim Stadel



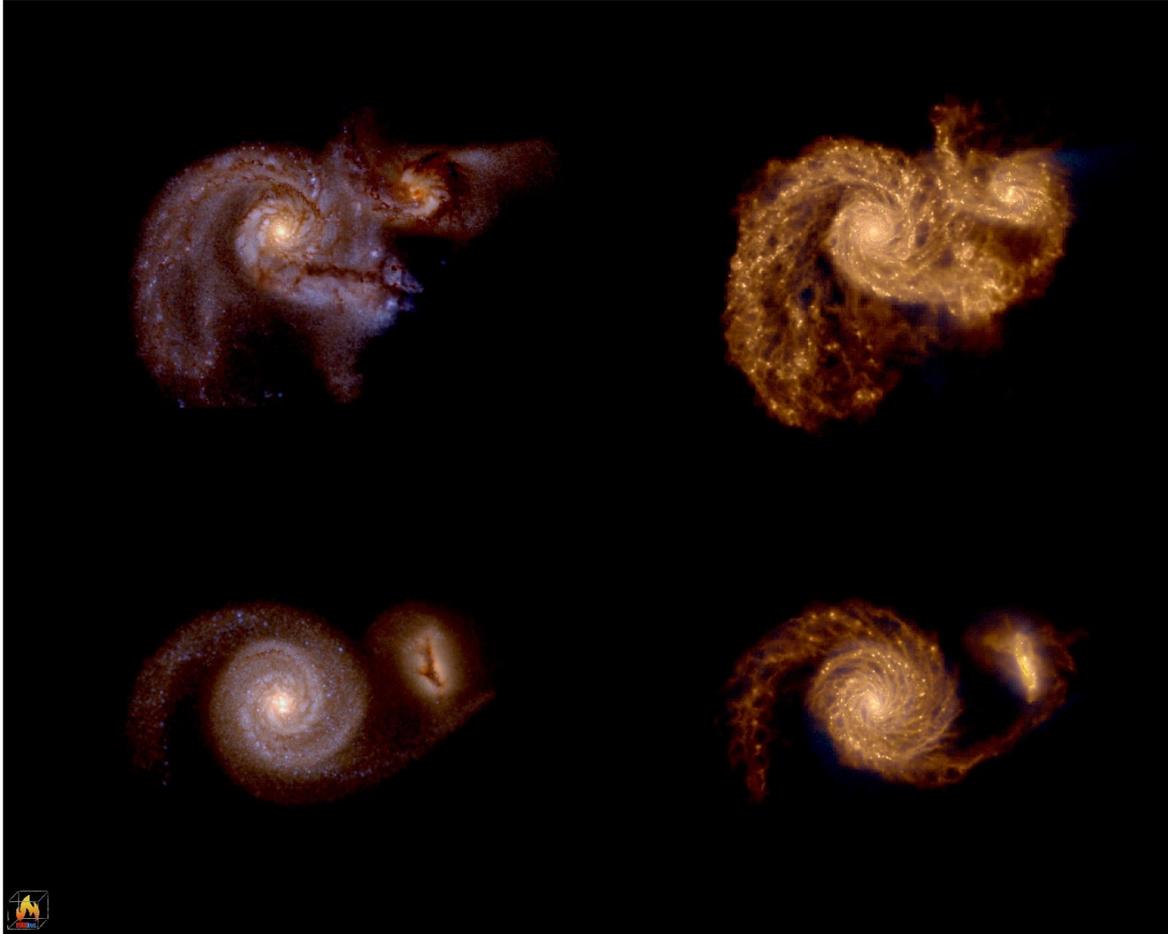


Image credit: Robert Feldmann (2024)
Institut für Astrophysik, Universität Zürich



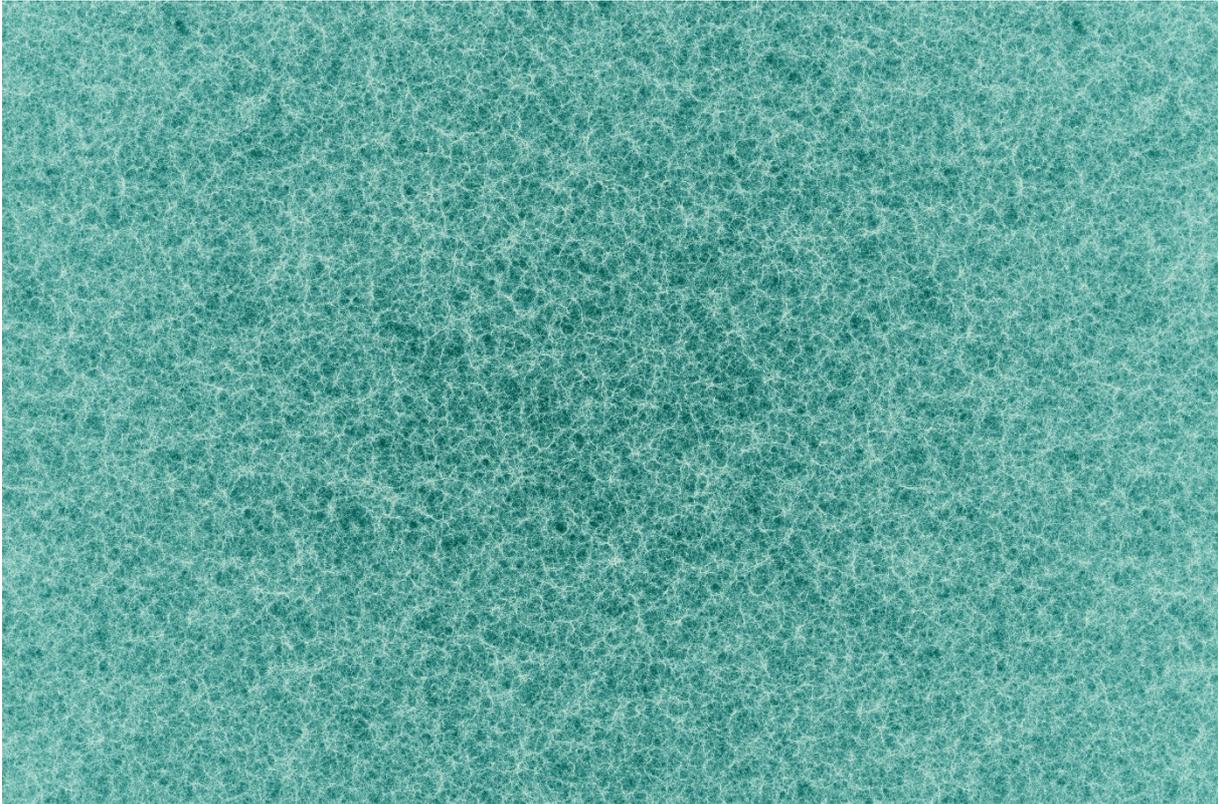
Source: Robert Feldmann (2024), Institut für Astrophysik, UZH

Das Universum mit anderen Augen erforschen

Das Bild zeigt Galaxien aus einer hochmodernen kosmologischen Simulation, die darstellen, wie sie aussehen würden, wenn sie von zwei der leistungsstärksten Weltraumteleskope der Menschheit beobachtet würden. Auf der linken Seite sind die Galaxien so gezeigt, wie sie vom Hubble-Weltraumteleskop im ultravioletten und sichtbaren Licht gesehen würden, charakteristisch mit dem leuchtenden Glühen junger Sterne und dem gedämpften interstellaren Staub. Auf der rechten Seite sind dieselben Galaxien durch die Linse des James Webb Weltraumteleskops abgebildet, wobei das simulierte Erscheinungsbild im nahen und mittleren Infrarotspektrum von der Emission von Staubkörnern und älteren Sternen dominiert wird. Durch den Vergleich aus diesen Simulationen mit Beobachtungsdaten von verschiedenen Teleskopen gewinnen Astrophysiker unschätzbare Einblicke in die Prozesse der Galaxienentstehung und -entwicklung im Laufe der kosmischen Geschichte.

Exploring the Universe through Different Eyes

The image showcases galaxies from a cutting-edge cosmological simulation, revealing how they would look if observed by two of humanity's most powerful space telescopes. On the left, galaxies are displayed as if seen by the Hubble Space Telescope in ultraviolet and visible light, highlighting the vibrant glow of young stars and the dimming effect of interstellar dust lanes. On the right, the same galaxies are shown through the lens of the James Webb Space Telescope, capturing their expected appearance in the near and mid-infrared spectrum that is dominated by emission from dust grains and older stars. By comparing predictions from these simulations with observational data from diverse telescopes, astrophysicists gain invaluable insights into the processes of galaxy formation and evolution across cosmic history.



credit: Joachim Stadel, UZH, Dept. of Astrophysics

Euclid Leuchtturm-Simulation

Im Rahmen der Entwicklung der Euclid-Mission war es von entscheidender Bedeutung, ein so genanntes „Mock“-Universum mit Galaxien, dunkler Materie, dunkler Energie und Neutrinos in einem virtuellen Himmel so realistisch wie möglich zu verteilen. Dies erforderte eine weltrekordverdächtige Computersimulation des Universums, die von Forschern der Universität Zürich, Abteilung Astrophysik, am Swiss National Supercomputing Center durchgeführt wurde. Auf diesem Bild sehen wir die weisse, fadenförmige Struktur der dunklen Materie, grosse, fast leere Regionen dunkler Materie (so genannte „Voids“) und sehr hohe Konzentrationen dunkler Materie an den Schnittpunkten der Fäden (so genannte „Dark Matter Halos“). An diesen Kreuzungspunkten finden wir Galaxienhaufen, wie den Perseus-Haufen (siehe Bild). Solche virtuellen Universen ermöglichen es uns, Beobachtungsmethoden an Daten zu testen, die den realen Beobachtungen sehr ähnlich sind, und im Voraus zu bestimmen, wie gut Euclid in der Lage sein wird, seine Aufgabe zu erfüllen.

Euclid Flagship Simulation

As part of the development of the Euclid mission, it was critical to have a so called “Mock” Universe with galaxies, dark matter, dark energy, and neutrinos distributed in a virtual sky in as realistic a way as possible. This required a world record setting computer simulation of the Universe performed at the Swiss National Supercomputing Center by researchers at the University of Zurich, Department of Astrophysics. In this image we see the white filamentary structure of the dark matter, large nearly empty regions of dark matter (so called “Voids”) and very high concentrations of dark matter at the intersections of the filaments (so called “Dark Matter Halos”). It is at these intersections that we would find clusters of galaxies, like the Perseus Cluster (shown in the image). Such virtual universes let us test methods of observation on data very much like what we expect from the real observations and determine, in advance, how well Euclid will be able to perform its mission.



ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, image processing by J.-C. Cuillandre (CEA Paris-Saclay), G. Anselmi

Euclids Blick auf den Pferdekopfnebel

Während sich das Euclid-Weltraumteleskop in seiner mehr als sechsjährigen Mission auf die entferntesten Galaxien des Universums konzentrieren wird, lieferten die Early Release Observations (ERO), die an einem einzigen Tag vor dem Start der wissenschaftlichen Hauptmission stattfanden, einige spektakuläre Bilder aus der Nähe. Der Pferdekopfnebel ist Teil des Orion-Molekülwolkenkomplexes und bei Hobbyastronomen auf der ganzen Welt sehr bekannt und beliebt. Dieses Bild zeigt nicht nur die Schärfe und Detailgenauigkeit, die Euclid in den Gas- und Staubwirbeln dieses Teils unserer eigenen Galaxie erreichen kann, sondern zeigt auch viele kleine und weit entfernte Galaxien im Hintergrund, sogar durch die Schleier des Nebels hindurch. Tief im Inneren des Pferdekopfes befinden sich die so genannten „stellaren Kinderstuben“, die Orte, an denen in unserer Galaxie noch neue Sterne und Planeten entstehen.

Euclid's view of the Horsehead Nebula

While the Euclid Space Telescope will almost exclusively be focused on the most distant galaxies of the Universe during its 6+ year mission, the Early Release Observations (ERO) which took place during a single day prior to the start of the main science mission, provided us with some spectacular images closer to home. The Horsehead Nebula is a part of the Orion molecular cloud complex and is well known and beloved by backyard amateur astronomers around the world. This image shows not only the sharpness and detail that Euclid can achieve in the gentle gas and dust swirls of this part of our own Galaxy, but also shows many small and distant galaxies in the background. Deep inside the Horsehead Nebula we find the so called "stellar nurseries", the places where new stars and planets are still being formed in our Galaxy.



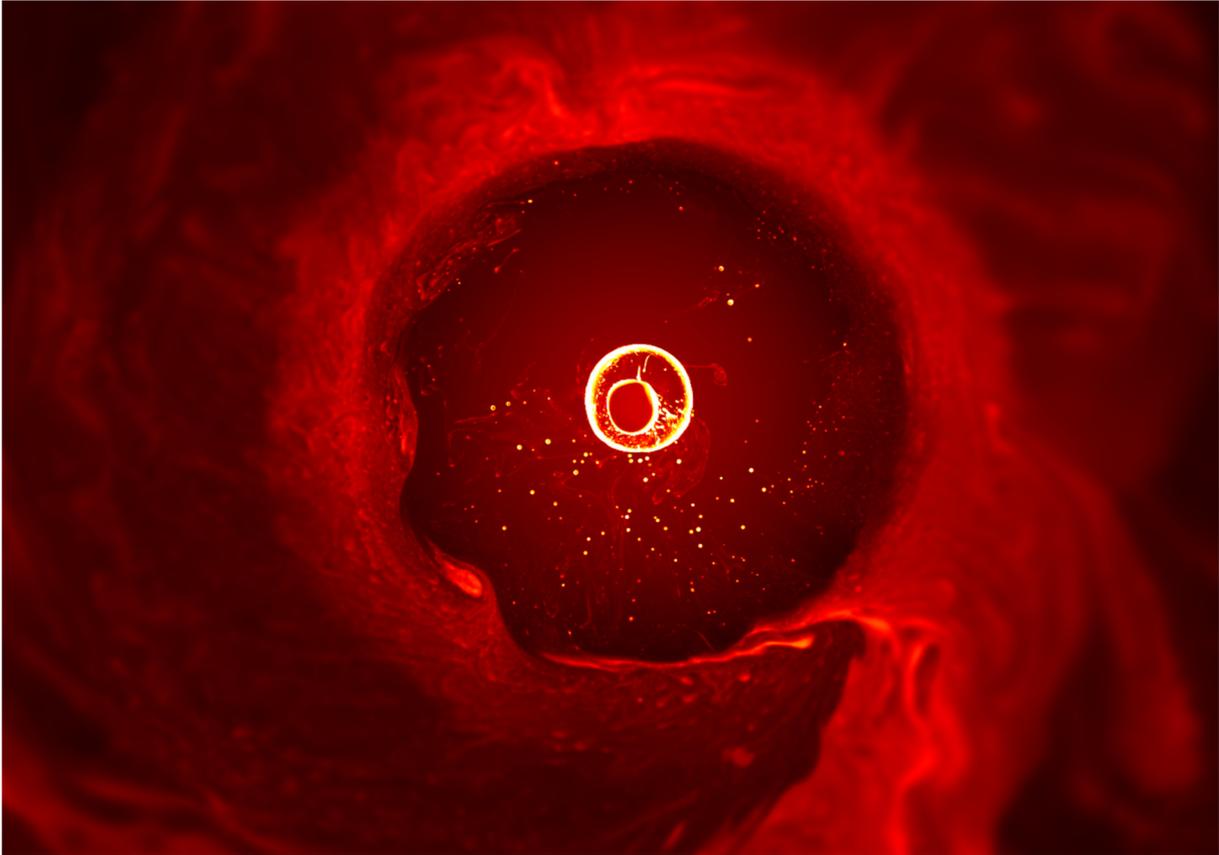
ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, image processing by J.-C. Cuillandre (CEA Paris-Saclay), G. Anselmi

Euklids Blick auf einen kosmischen Schwarm

Das Euclid-ERO-Bild des Perseus-Galaxienhaufens enthält über 1000 einzelne Galaxien, die sich alle gegenseitig umkreisen, ähnlich wie ein Bienenschwarm. Dieses ERO-Bild zeigt die mit Euclid erreichbare Detailschärfe, bei der die Strukturen innerhalb jeder einzelnen Galaxie klar erforscht werden können. Auf diesem Bild sind etwa 100.000 weitere Galaxien zu sehen, die sich alle weiter entfernt oder „hinter“ dem Perseus-Haufen befinden. Dieses Bild kommt der Art von Beobachtung sehr nahe, die Euclid während seiner wissenschaftlichen Haupttätigkeit durchführen wird. Durch die Messung der leichten Verzerrungen in den Formen dieser weit entfernten Galaxien können wir die Menge und Verteilung der dunklen Materie bestimmen und Licht auf die Natur der mysteriösen dunklen Energie werfen.

Euclid's view of a cosmic swarm

The Euclid ERO image of the Perseus Cluster of galaxies contains over 1000 individual galaxies which are all orbiting each other, much like a swarm of bees. This ERO image showcases the sharpness of detail achievable with Euclid, where structures within each individual galaxy can clearly be resolved. There are approximately 100'000 additional galaxies in this image which are all further away, or "behind" the Perseus Cluster. This image is very close to the type of observation that Euclid will perform during its main science operations. By measuring the slight distortions in the shapes of these distant galaxies we can determine the amount and distribution of dark matter and shed light on the nature of the mysterious dark energy.



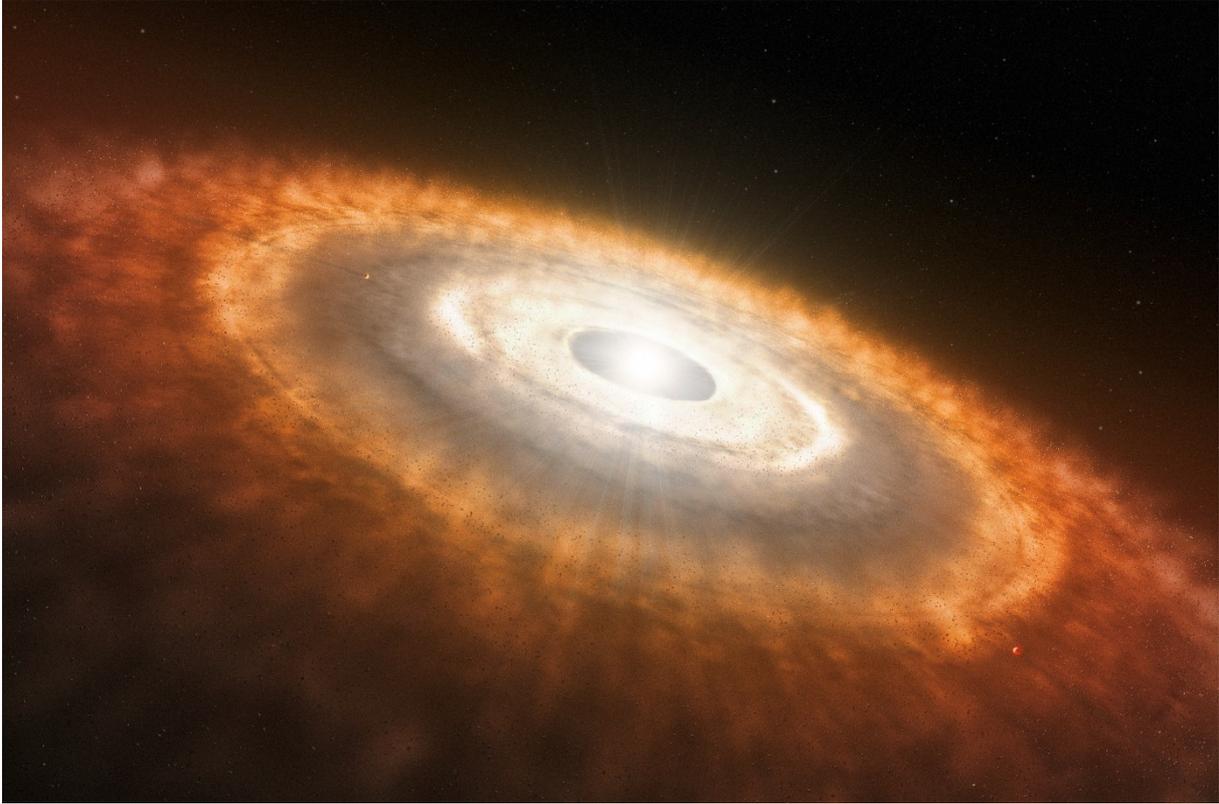
Credit: Thomas Meier, UZH, Dept. of Astrophysics

Die Kollisionen des Jupiters

Die Juno-Mission hat detaillierte Messungen des Jupiter-Schwerefeld geliefert, die Aufschluss über seine innere Struktur geben. Mehrere Modelle, die mit den Messungen übereinstimmen, deuten darauf hin, dass der Planet einen diffusen Kern (ein Kern ohne klare Grenze zur restlichen Zusammensetzung und Dichte des Planeteninneren) hat, in dem sich schwere Elemente fast bis zur Hälfte des Jupiterradius erstrecken. Derzeit ist nicht bekannt, wie sich dieser verdünnte Kern gebildet hat, aber eine Hypothese besagt, dass die Kollision zwischen einem grossen Planetenembryo und dem Proto-Jupiter die schweren Elemente des Kerns mit dem Mantel vermischt haben könnte. Abgebildet ist ein Temperaturschnitt durch eine Simulation mit 1 Milliarde Teilchen, die eine Kollision zwischen Proto-Jupiter und einem Impaktor von 10 Erdmassen modelliert.

Jupiter's collisions

The Juno mission has provided detailed measurements of Jupiter's gravitational field, from which information about its internal structure can be obtained. Several models that fit the measurements suggest that the planet has a dilute (fuzzy) core (a core that does not have a sharp boundary in terms of composition and density), with heavy elements extending to nearly half of Jupiter's radius. It is currently unknown how this dilute core has formed, but one hypothesis is that the collision between a large planetary embryo and the proto-Jupiter could have mixed the heavy elements of the core into the mantle. Shown is a temperature slice from a simulation with 1 billion particles of an oblique collision between proto-Jupiter and a 10 Earth-Mass impactor.



ESO/L. Calçada

Die Geburtsstätte von Planeten

Diese Illustration zeigt einen jungen Stern, der von einer Gas- und Staubscheibe umgeben ist, in der Planeten entstehen. Mit dem James Webb Weltraumteleskop der NASA haben Astronomen erstmals Wasser und andere Moleküle in den inneren, stark beleuchteten Bereichen solcher Scheiben entdeckt – dort, wo felsige Planeten wie die Erde entstehen könnten – sogar in einigen der extremsten Umgebungen unserer Galaxie. Diese Entdeckungen deuten darauf hin, dass die Bedingungen für die Bildung felsiger Planeten häufiger sind als bisher gedacht und nicht nur in kleinen, sondern auch in massereichen Sternentstehungsregionen vorkommen könnten

The birth place of planets

This illustration shows a young star surrounded by a disk of gas and dust where planets are forming. Using NASA's James Webb Space Telescope, astronomers have, for the first time, detected water and other molecules in the inner, intensely lit regions of such a disk—where rocky planets like Earth could form—even in some of the most extreme environments in our galaxy. These findings suggest that the conditions needed for rocky planets may be more common than previously thought, extending beyond small star-forming regions to also include those with massive stars.

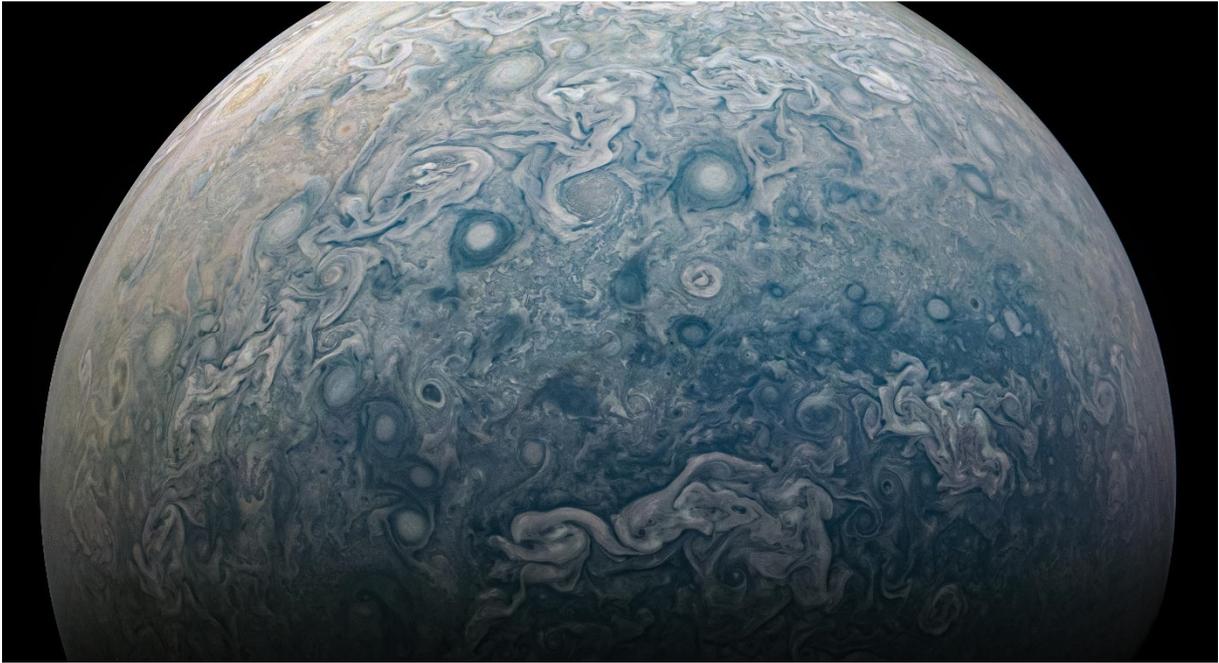


Image data: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS. Image processing by Kevin M. Gill, © CC BY

Jupiters nördliche Hemisphäre

Während ihres 24. Vorbeiflugs am Jupiter hat die NASA-Raumsonde Juno dieses Bild auf ein chaotisches, stürmisches Gebiet der nördlichen Hemisphäre des Planeten aufgenommen. Der Jupiter hat keine feste Oberfläche wie die Erde. Die von Juno gesammelten Daten deuten darauf hin, dass einige der Winde auf dem Riesenplaneten tiefer verlaufen und länger anhalten als ähnliche atmosphärische Prozesse auf der Erde. Der Bürgerwissenschaftler Kevin M. Gill hat dieses farbverbesserte Bild mit Daten der JunoCam-Kamera erstellt. Das Originalbild wurde am 26. Dezember 2019 um 9:14 Uhr PST (12:14 Uhr EST) aufgenommen, als die Raumsonde Juno ihren 24. nahen Vorbeiflug am Planeten durchführte.

Jupiter's Northern Hemisphere

During its 24th close flyby of Jupiter, NASA's Juno spacecraft captured this view of a chaotic, stormy area of the planet's northern hemisphere. Jupiter has no solid surface in the same way Earth does. Data collected by Juno indicate that some of the giant planet's winds run deeper and last longer than similar atmospheric processes on Earth. Citizen scientist Kevin M. Gill created this color-enhanced image using data from the JunoCam camera. The original image was taken on Dec. 26, 2019, at 9:14 a.m. PST (12:14 p.m. EST) as the Juno spacecraft performed its 24th close flyby of the planet.



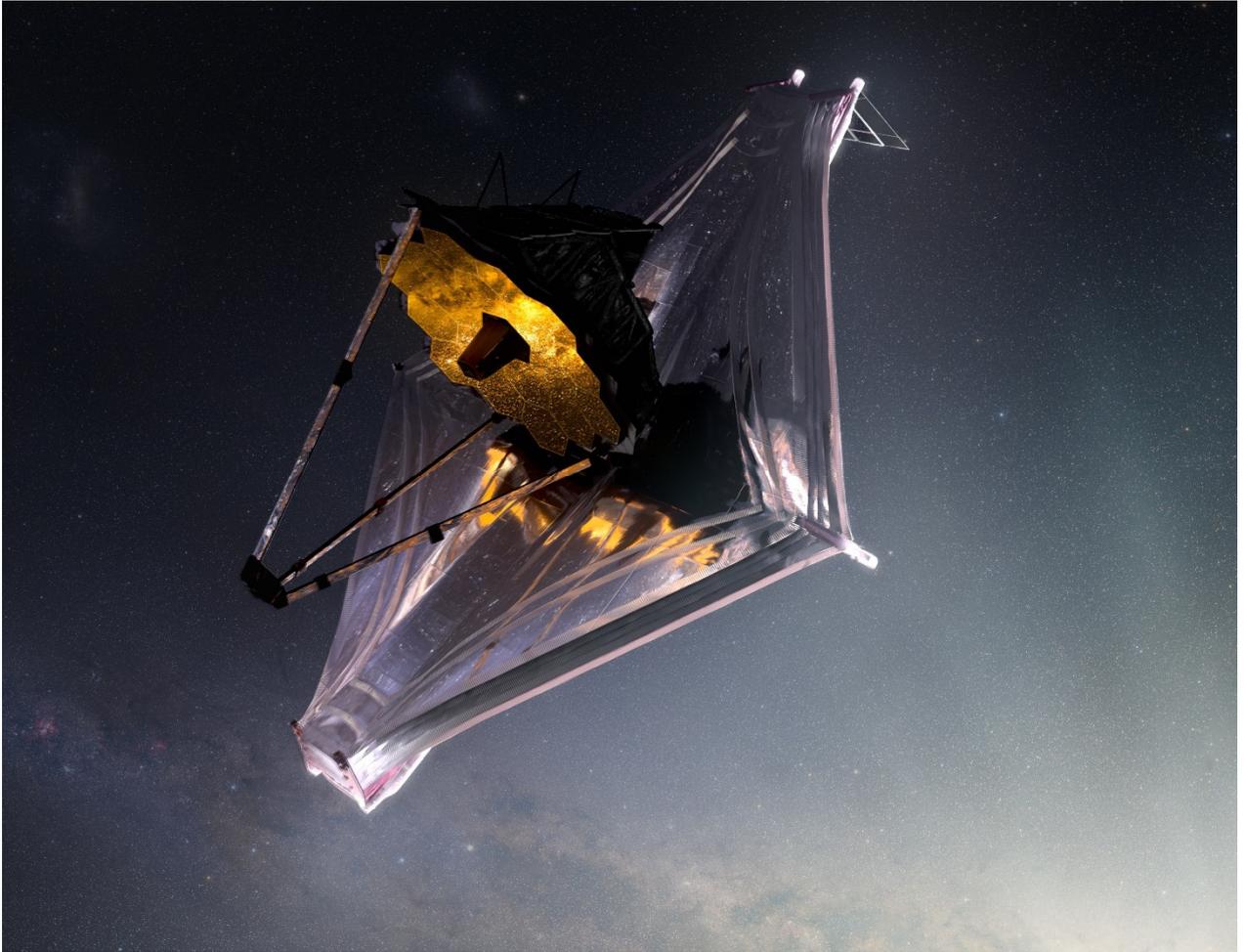
Credits: NASA, ESA, CSA, STScI, Ricardo Hueso (UPV), Imke de Pater (UC Berkeley), Thierry Fouchet (Observatorium Paris), Leigh Fletcher (Universität Leicester), Michael H. Wong (UC Berkeley), Joseph DePasquale (STScI)

Jupiter aus der Sicht von JWST

Dieses Bild des Jupiters von der NIRCam (Nahinfrarot-Kamera) des James Webb-Weltraumteleskops (JWST) der NASA zeigt erstaunliche Details des majestätischen Planeten im Infrarotlicht. In diesem Bild zeigt die Helligkeit eine grosse Höhe an. Bei den zahlreichen hellen weissen „Flecken“ und „Streifen“ handelt es sich wahrscheinlich um sehr hoch gelegene Wolkenspitzen von kondensierten, konvektiven Stürmen. Polarlichter, die in diesem Bild rot erscheinen, erstrecken sich in grösseren Höhen sowohl über dem Nord- als auch über dem Südpol des Planeten. Im Gegensatz dazu sind die dunklen Bänder nördlich der Äquatorialregion kaum bewölkt.

Jupiter as seen by JWST

This image of Jupiter from JWST's - NASA's James Webb Space Telescope - NIRCam (Near-Infrared Camera) shows stunning details of the majestic planet in infrared light. In this image, brightness indicates high altitude. The numerous bright white "spots" and "streaks" are likely very high-altitude cloud tops of condensed convective storms. Auroras (i.e., northern lights), appearing in red in this image, extend to higher altitudes above both the northern and southern poles of the planet. By contrast, dark ribbons north of the equatorial region have little cloud cover.



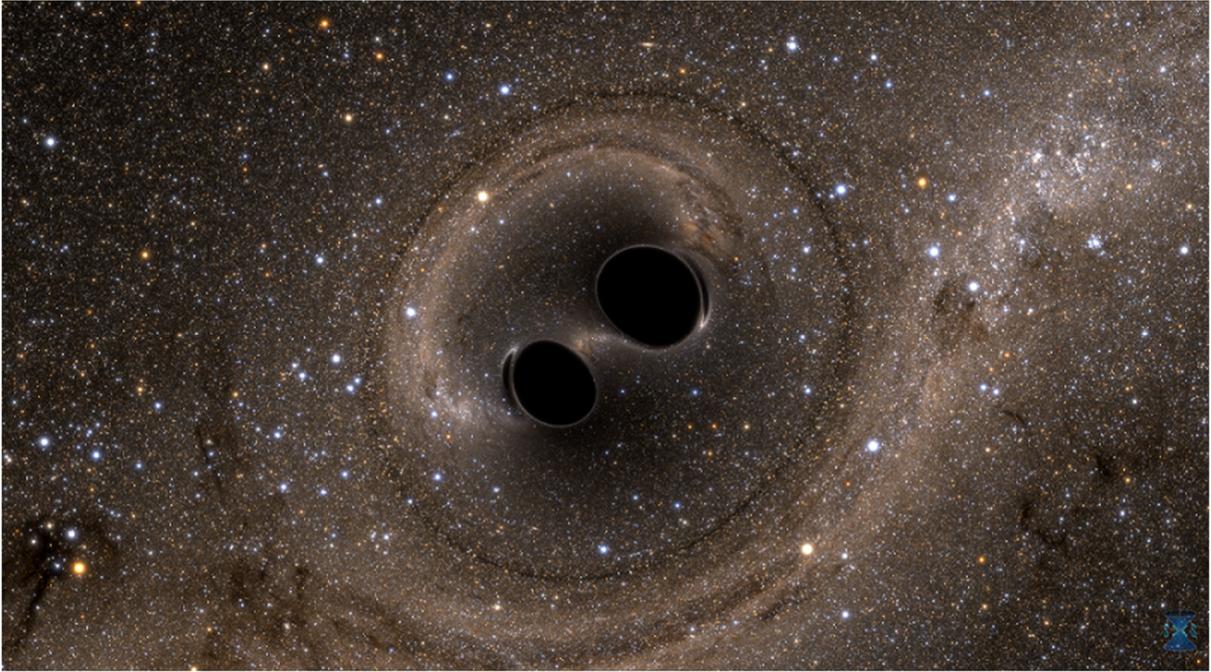
NASA-GSFC, Adriana M. Gutierrez (CI Lab)

James Webb Space Telescope (künstlerische Betrachtung)

Das James Webb Space Telescope (JWST) ist ein großes, weltraumgestütztes Observatorium, das unser Verständnis des Universums revolutionieren soll. Es verfügt über fortschrittliche Technologie zur Untersuchung der Entstehung von Sternen, Galaxien und Planetensystemen sowie zur Erforschung des Potenzials für Leben auf Planeten außerhalb des Sonnensystems (Exoplaneten).

James Webb Space Telescope (Artist Conception)

The James Webb Space Telescope (JWST) is a large, space-based observatory set to revolutionize our understanding of the universe. It boasts advanced technology to study the formation of stars, galaxies, and planetary systems, as well as to investigate the potential for life on planets beyond the solar system (exoplanets). It was launched in 25th of Dec. 2021, it operated primarily in the infrared spectrum, offering unprecedented insights into our universe.



Credits: Bohn, Throwe, Hébert, Henriksson, Bunandar, Taylor, Scheel/SXS

Verschmelzende schwarze Löcher

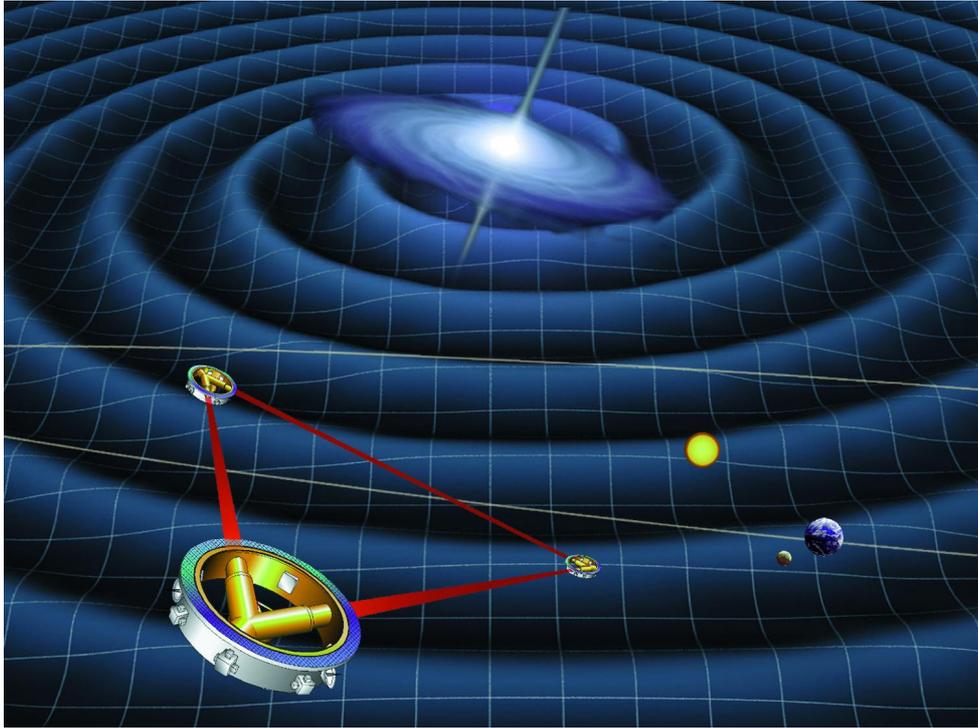
Im Jahr 2015 bestätigte das LIGO-Experiment die Existenz von Gravitationswellen, eine Vorhersage aus Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie. Diese Entdeckung löste ein langjähriges Rätsel und zeigte, dass Massen nicht nur die Raumzeit krümmen, sondern auch Wellen in der Raumzeit verursachen können, welche sich Milliarden von Lichtjahren durch das All bewegen.

Darauf aufbauend genehmigte die Europäische Weltraumorganisation (ESA) die Mission Laser Interferometer Space Antenna (LISA). Dies ist die erste weltraumbasierte Mission zum Nachweis von Gravitationswellen. Die Messmethode beruht auf Laser-gestützter Interferometrie zwischen drei Satelliten, welche jeweils 2.5 Millionen km Abstand voneinander halten. Die Mission steht im Einklang mit dem Ziel der ESA von 2013, das „unsichtbare Universum“ zu erforschen.

Merging black holes

In 2015, the LIGO experiment confirmed the existence of gravitational waves, a prediction from Einstein's Theory of General Relativity. This discovery solved a long-standing mystery and showed that mass and energy not only bend space-time but can also create ripples that move at the speed of light and are detectable billions of light-years away.

Building on this, the European Space Agency (ESA) approved the Laser Interferometer Space Antenna (LISA) mission. This will be the first space-based mission to detect gravitational waves, using laser interferometry between three satellites 2.5 million kilometers apart. The mission aligns with the ESA's 2013 goal to explore the "invisible universe."



Credit: NASA

Lisa-Wellen

Die LISA-Mission (Laser Interferometer Space Antenna) ist ein bahnbrechendes Projekt der Europäischen Weltraumorganisation (ESA), mit dem Gravitationswellen aus dem Weltraum nachgewiesen werden sollen. Mit Hilfe von drei Raumsonden wird LISA Wellen in der Raumzeit messen, die durch Ereignisse wie die Verschmelzung von schwarzen Löchern verursacht werden, und den Wissenschaftlern helfen, das Universum besser zu verstehen.

Die drei Raumsonden werden die Sonne in einer Dreiecksformation umkreisen, 20° hinter der Erde, wobei jede Seite des Dreiecks 2.5 Millionen km breit ist. Die Raumsonden werden sich in einer stabilen Umlaufbahn um die Sonne bewegen, um Störungen zu minimieren und die Dreiecksform intakt zu halten. Die Raumsonden sind so konzipiert, dass sie die empfindlichen Testmassen im Inneren schützen, die sich im freien Fall befinden und vor äußeren Kräften wie dem Sonnenwind abgeschirmt sind.

Lisa Waves

The LISA (Laser Interferometer Space Antenna) mission is a groundbreaking project by the European Space Agency (ESA) designed to detect gravitational waves from space. Using three spacecraft, LISA will measure ripples in space-time caused by events like merging black holes, helping scientists better understand the universe.

The three spacecraft will orbit the Sun in a triangular formation, 20° behind Earth, with each side of the triangle spanning 2.5 million km. These spacecraft will move in a stable orbit around the Sun to minimize disturbances and keep the triangle shape intact. The spacecraft are designed to protect the sensitive test masses inside, which are free-falling and shielded from external forces like solar wind.

Kunstgeschichtliche Einordnung der Bilder Astrophysik

Autorin: Jelena Rakin

Naturharmonie und Spirale

In der vergleichenden Darstellung der von den Weltraumteleskopen Hubble und James Webb simulierten Galaxien im Bild „Das Universum mit anderen Augen“ sind in beiden Fällen helle Spiralen, die Galaxien darstellen, vor einem dunklen Hintergrund zu sehen. Der Hell-Dunkel-Kontrast dynamisiert einerseits das Bild auf der Ebene der Farbe. Der schwarze Hintergrund, der für astronomische Darstellungen ikonografisch ist, kommt dadurch stark zur Geltung. Auf der Ebene der Linie erzeugen die Spiralen zudem den Eindruck von Harmonie. Sie geben eine erkennbare Form, wie es etwa die Kontur in der Zeichnung tut. Die Spirale nimmt sowohl in der Natur als auch in der Kunstgeschichte einen besonderen Platz ein: In beiden Kontexten ist sie am engsten mit den Grundprinzipien der Harmonievorstellungen verbunden. An der Schnittstelle von Natur und Kunst liegt in dieser Hinsicht vielleicht die bekannteste Spirale verortet, die Nautilusspirale, die oft als Beispiel für die Fibonacci-Zahlenfolge und die mathematische Grundlage der geometrischen Harmonie in der Natur herangezogen wird. Die Spirale, die verschiedenen Naturphänomenen innewohnt, hat früh das Interesse der Fotografie geweckt. In den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts erschien in dem Buch „Urformen der Kunst: Wundergarten der Natur“ die berühmte Fotografie von Karl Blossfeldt, die die spiralförmigen Blätter des Farns zeigt (1928). Das Medium Fotografie, das eine Art neuen Sehens ermöglichen sollte, machte somit die abstrakte Schönheit der Naturformen sichtbar und verwies zugleich auf die Wiederkehr bestimmter geometrischer Muster sowie auf die Durchlässigkeit zwischen wissenschaftlichem und ästhetischem Blick auf Naturphänomene.

Bedeutung und Metamorphose der Farbe

Das Bild „Euclid Leuchtturm-Simulation“ zeigt eine faserartige Struktur aus Dunkler Materie, an deren Schnittpunkten sich Galaxienhaufen befinden. Es handelt sich um ein Bild, bei dem sowohl das Dargestellte (Mock-Universum) als auch die Darstellungsmechanismen (Simulation) hochgradig abstrakt erscheinen. Interessant ist dabei vor allem die Farbwahl: Dunkle Materie wird als weiss dargestellt – eine Entscheidung, die kontraintuitiv erscheinen mag. Es wird deutlich, wie stark die Farbwahl die inhaltliche Interpretation lenken kann. Kommt dann noch eine abstrakt wirkende Linienstruktur – hier das faserartige Netz – hinzu, lädt das Bild zu vielfältigen weiteren Interpretationen ein. Es handelt sich um ein Bild mit einem hohen Potential an Mehrdeutigkeit und Bedeutungsreichtum. Auf den ersten Blick sind verschiedene Interpretationen eines solchen Bildes denkbar: wie die nahe liegende Assoziation einer Luftaufnahme einer Wasseroberfläche. Hier kommt die eigentümliche Qualität der Farbe, sich einer eindeutigen Erfassung zu entziehen, stark ins Spiel. Schliesslich haben sich sowohl Künstler als auch Physiker über Jahrhunderte hinweg den Kopf über die Farbe zerbrochen: Gehört Farbe zu den Phänomenen der physikalischen Welt oder ist sie das Ergebnis subjektiver Betrachtung? Gibt es eine eindeutige psychologische Interpretation der Farbe? Aufgrund ihrer Fähigkeit zur Metamorphose wurde Farbe in bestimmten Zusammenhängen als „polymorphe magische Substanz“ (Taussig) bezeichnet. Diese Wandlungsfähigkeit der Farbe schien zumindest eine Gewissheit unter vielen Ungewissheiten zu bieten. In der zeitgenössischen Wissenschaft hat die Farbe den Status eines Epiphänomens – im Gegensatz zu den Eigenschaften wie Gewicht oder Masse eines Körpers gilt sie als „sekundäre“ Eigenschaft – als Begleiterscheinung. In der zeitgenössischen Astronomie merkt man jedoch, wie gerade diese Affinität der Farbe zur Metamorphose und Verwandlungsfähigkeit lustvoll in der Bildgestaltung eingesetzt wird. „False color“ bezeichnet in der Astronomie die „falsche Farbe“, die eingesetzt wird, Bilder im Prozess der Datenübersetzung zu gestalten. Wir wirkmächtig die Farbe ist, das Kosmische zu suggerieren, veranschaulicht der künstlerische Kurzfilm „Novae“ (2017, Thomas Vanz, Frankreich). Im Film wird mithilfe farbiger Tinte, die im Wasser zerstreut wird, Explosion einer Supernova inszeniert. Faszinierend ist vor allem die ästhetische Nähe – vielleicht sogar eine ästhetische Unentscheidbarkeit – dieser Farbigkeit zu jenen, die die Zuschauer:innen aus der populären Astronomie kennen.

Die Ästhetik des Wunders

Die Darstellung des Kosmos wird oft mit einer Ästhetik des Wunders oder des Erhabenen in Zusammenhang gebracht. Vor allem das Erhabene wurde in der Bildgeschichte stark im Kontext der Landschaftsmalerei diskutiert. Auch das Bild „Euclids Blick auf den Pferdekopfnebel“ knüpft in gewisser Hinsicht an die Konventionen der Landschaftsmalerei an, indem es Ähnlichkeit mit einer zentralperspektivischen Raumdarstellung hat. Man meint im Bild oben und unten, nah und fern unterscheiden zu können. Darüber hinaus entsteht der Eindruck, dass diese Raumwerte nicht beliebig austauschbar sind, wie in vielen anderen Kosmosbildern dieser Ausstellung. Dabei spielt die Materialität des Nebels, aber auch die Licht- und Farbgestaltung eine grosse Rolle. Während der Nebel in einem erdigen Braun erscheint, ist die andere Bildhälfte in Blautönen gehalten – ähnlich wie in der Landschaftsmalerei die Darstellung der Ferne oft durch eine blaue Farbschicht über dem weiten Raum realisiert wird. Häufig erzeugt dort die weiche Erscheinung der Wolken eine mystische Stimmung, wenn auf diese Weise die scharfe Grenze zwischen Erde und Himmel verwischt wird. Die Nähe der astronomischen Bilder zur Landschaftsmalerei hat insbesondere die Medienwissenschaftlerin Elizabeth Kessler festgestellt, als sie die für die Landschaftsmalerei charakteristischen Mechanismen zur Erzeugung einer erhabenen Stimmung auch in den Bildern des Weltraumteleskops Hubble beobachtete. Als solche Mechanismen identifizierte sie den Eindruck von Bewunderung, Grösse, Geheimnis, Unbekanntem aber auch den Eindruck von Tiefe in Bildern, die Schluchten, Felsen oder Gipfel in der Landschaft zeigen. Auch wolkenverhangene Ausblicke würden zu dieser Stimmung beitragen. Dass diese Verbindung von Kosmos und wundersamer Landschaft auch in anderen Kontexten vorkommt, zeigt beispielsweise der Dokumentarfilm „Hubble 3D“ (2010, Toni Myers, USA), in dem die Zuschauer:innen zu einer „echten Sternenreise“ eingeladen werden und der Orionnebel, dessen Teil auch der „Pferdekopfnebel“ ist, im Film als Canyon bezeichnet und inszeniert wird.

Universalismus kosmischer Ästhetik

Eine schwarze Fläche mit Sternen als Himmelskörpern erscheint beinahe wie ein „Urbild“, als ikonografische Darstellung des Universums. In verschiedenen populären Darstellungen – vom Film bis zu bildenden Künsten – ist diese minimalistische Darstellung einer dunklen mit hellen Punkten durchsetzten Fläche wirksam. Von Stanley Kubricks „2001: Odyssee im Weltraum“ (UK / USA) bis zu den monumentalen Fotografien von Thomas Ruff ist in diesem Sinne eine darstellerische Kontinuität zu beobachten. Bereits bei den ersten technischen Aufnahmen des Weltalls in den Anfängen der Astrofotografie im 19. Jahrhundert lassen sich Eingriffe in die Fotografie beobachten, bei denen der Hintergrund homogen schwarz gemacht wurde, um die abgebildeten hellen Himmelskörper hervorzuheben. Diese Eingriffe waren in erster Linie ästhetisch motiviert. Das Ergebnis solcher Bearbeitungen waren flächig wirkende Bilder, in denen der Raum – auch wenn die Darstellungen eigentlich immense räumliche Ausdehnungen darstellen sollten – eher zweidimensional wirkte. Ohne Tiefenmarkierungen des Raumes, d.h. Markierungen für Vorder-, Mittel- und Hintergrund des Bildes, bleibt die Orientierungsmöglichkeit über die Grössenverhältnisse eingeschränkt. Bei Darstellungen wie den „Euklids Blick auf einen kosmischen Schwarm“ wird der Massstab dann vor allem durch den Bildtext definiert. Und erweckt das Bild des Perseushaufens zunächst den Eindruck, man sei den Sternen näher, so reisst die Information, dass es sich bei den hell leuchtenden Punkten nicht um Sterne, sondern um Galaxien handelt, die Betrachter:innen wieder aus der vermeintlichen Nähe zu den Himmelskörpern.

Eine solche Interpretationsoffenheit begünstigt auch eine gewisse ästhetische Durchlässigkeit zwischen Mikro- und Makrowelten, wie sie bereits in verschiedenen Darstellungen seit dem 19. Jahrhundert und bis heute zu beobachten ist. Eine mikroskopische Aufnahme von Plankton vor schwarzem Hintergrund würde in gewisser Weise mit einer ähnlichen Ästhetik ansprechen wie Aufnahmen von Sternen und Galaxien vor schwarzem Hintergrund. Mit welcher visuellen und bildgestalterischen Leichtigkeit man vom Mesokosmos des Menschen in den Makrokosmos des galaktischen Weltalls und wieder zurück in den Mikrokosmos unserer molekularen Lebensgrundlagen gelangen kann, hat in den 1970er Jahren der berühmte Experimentalfilm „Powers of Ten“ (1977, Charles und Ray Eames, USA) gezeigt. Trotz der

fantastischen Reise aus den unvorstellbaren Weiten des Makrokosmos in die ebenso fantastischen Massstäbe des Mikrokosmos ist dort eine gewisse ästhetische Ähnlichkeit beider Welten zu beobachten.

Materialitäten des Unsichtbaren

Die Bilder der zeitgenössischen Astrophysik bewegen sich zwischen den darstellerisch entfernten Polen von Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit. Einige Phänomene können mit blossem Auge beobachtet werden: der nächtliche Sternenhimmel, die Sonne, der Mond. Andere wiederum erfordern „Sehprothesen“ wie Teleskope. Hier entfaltet sich eine Skala unterschiedlicher Sichtbarkeitsformen. Während irdische Teleskope ferne Himmelskörper für das blosse Auge vergrössern, schaffen andere Weltraumteleskope wie Hubble oder James Webb eine andere Form der Sichtbarkeit. Sie sammeln Daten, die in visuelle Phänomene übersetzt werden. Einen weiteren Abstraktionsschritt bieten Bilder wie „Die Kollisionen des Jupiters“ und „Verschmelzende schwarze Löcher“ in dieser Ausstellung, die „reine“ Visualisierungen sind. Auch bei solchen Visualisierungen könnte man zwischen verschiedenen Formen simulierter Sichtbarkeit unterscheiden. Während die Visualisierung in Bild „Das Universum mit anderen Augen erforschen“ eine theoretische optische Sichtbarkeit von Oberflächenphänomenen der physikalischen Welt darstellt, handelt es sich bei der Visualisierung in Bild „Die Kollisionen des Jupiters“ um eine Art sichtbar gemachte Unsichtbarkeit. Das Bild zeigt den Kern des Jupiters und ermöglicht einen fiktiven Blick in das Innere des Planeten. Indem das Bild einen Blick in das Innere des physischen Körpers gewährt, erinnert es an die Tradition der Röntgenbilder.

Nicht zuletzt fasziniert die vergleichbar geisterhafte Materialität die visuelle Darstellung seit der Entdeckung der Fotografie. In Verbindung mit Apparaten wie Mikroskopen, Teleskopen oder Röntgenapparaten versprach die Fotografie, unsichtbare Phänomene der natürlichen Welt sichtbar zu machen. Zugleich eröffnete sich damit ein komplexes Verhältnis zur vermeintlich dokumentarischen Transparenz des Mediums. Gerade bei Phänomenen, die für das blosse Auge unsichtbar sind, treten die Mechanismen der Bildproduktion plötzlich deutlich hervor.

Das 19. und frühe 20. Jahrhundert sprach der Fotografie zudem die Fähigkeit zu, Unsichtbares sichtbar zu machen, auch ohne die Kopplung an seherweiternde Apparate wie Teleskope und Mikroskope. Die Geisterfotografie des 19. Jahrhunderts bediente sich der Technik der Doppelbelichtung, um – so die Behauptung – die Geister der Verstorbenen im Bild erscheinen zu lassen. Verdankt sich dieser historische Umstand einem der zeitgenössischen Astronomie fernem Kontext, so knüpft diese anekdotische Praxis an ähnliche ästhetische Affinitäten an, dank derer wir technischen Bildern, seien es Fotografien oder wissenschaftliche Simulationen, das Vertrauen entgegenbringen, dass sie etwas für uns Unsichtbares sichtbar machen können. Der Unterschied besteht darin, dass die unsichtbaren Phantome, die heute unsere Vorstellungskraft anregen, eher schwarze Löcher sind.

Ästhetik der Entstehung

Die Darstellung konzentrischer Kreise hat in der Astronomie eine lange Tradition. Bis zu Kopernikus dominierte das ptolemäische, geozentrische Weltbild. Aber auch Kopernikus, der nun die Sonne in den Mittelpunkt der konzentrischen Kreise stellte, konnte sich von den Formen der Kreise als Planetenbahnen nicht trennen: Denn diese perfekten Formen vermittelten einen harmonischen Eindruck und wurden daher mit göttlicher Vollkommenheit assoziiert. Diese historische Verbindung des Harmonischen mit dem Göttlichen klingt auch in zeitgenössischen kosmischen Darstellungen an. Insbesondere in der Darstellung „Die Geburtsstätte von Planeten“ klingt die ästhetische Entsprechung einer deistischen Vorstellung des Erhabenen an. Die konzentrischen Kreise mit einem hellen, leuchtenden Kern scheinen nicht nur physikalische Verhältnisse wiederzugeben. Vielmehr entsteht der Eindruck von etwas Grösserem, einer Schöpfung, des Göttlichen. Im zeitgenössischen Kontext der visuellen Kunst wird man hier an das Kino von Terrence Malick erinnert, insbesondere an seinen Film „Voyage of Time“ (2016, USA). Dort scheut sich

der Filmemacher nicht, das Kosmische mit dem Göttlichen zu verbinden – insbesondere in den Szenen, in denen die Planeten entstehen, kreuzen sich kulturgeschichtliche und kosmologische Vorstellungen.

Apparate und Kontexte

Zwei Bilder von Jupiter, „Jupiters nördliche Hemisphäre“ und „Jupiter aus der Sicht von JWST“ aufgenommen mit zwei verschiedenen Apparaten, veranschaulichen die Formbarkeit und gleitende Ästhetik der Bildmaterialität in astronomischen Bildern. Die nördliche Hemisphäre Jupiters zeigt eine plastische Qualität des Planeten. Die Schattierungen deuten auf seine Dreidimensionalität hin. In gewisser Weise erinnert dieses Bild auch an das berühmte „Blue Marble“. Die kreisförmige Farbfläche funktioniert somit als kleinster gemeinsamer Nenner für eine visuelle, bildliche Darstellung eines Planeten. Durch die Möglichkeit, mit der Variation der Farbigeit Bedeutung zu verschieben, wird der abstrakte Charakter der Himmelskörper im Bild unterstrichen. Im Gegensatz zum Bild aufgenommen mit der Juno-Raumsonde erscheint das Jupiterbild aufgenommen vom James-Webb-Weltraumteleskop viel flacher und die Oberflächenfarben suggerieren eine andere Materialität. Das Wolkige des Planeten, das Unstabile scheint hier stärker ausgeprägt. Die Gegenüberstellung dieser beiden Bilder veranschaulicht zwei Grundsätze der Fotografie-theorie: Zum einen, dass Bilder einer Kontextualisierung bedürfen (Huberman), zum anderen, dass das, was sie uns zeigen können, durch die „Kategorien des Apparats“ (Flusser) vorbestimmt ist. In diesem Sinne, auch wenn es sich um das Bild desselben Planeten handelt, wird es erst durch das Wissen darüber als solches wahrgenommen. Und andererseits zeigen uns die Bilder das, wofür ihre Aufnahmegeräte vorprogrammiert wurden.

Art Historical Contextualization of Images in Astrophysics

Author: Jelena Rakin

Nature Harmony and Spiral

In the comparative representation of galaxies simulated by the Hubble and James Webb space telescopes in “Exploring the Universe through Different Eyes”, bright spirals depicting galaxies are visible against a dark background. The light-dark contrast brings dynamics to the image on the color level. The black background, which is iconographically significant for astronomical representations, stands out strongly. On the level of their contours, the spirals create an impression of harmony. They provide a recognizable form, similar to how the contour functions in a drawing. The spiral occupies a special place in nature and art history: in both contexts, it is closely linked to the fundamental principles of harmony concepts. In this regard, perhaps the most famous spiral is the Nautilus spiral, often cited as an example of the Fibonacci sequence and the mathematical basis of geometric harmony in nature. The spiral, inherent in various natural phenomena, has captivated the interest of photography early on. In the 1920s, the famous photograph by Karl Blossfeldt, showing the spiral-shaped leaves of a fern (1928), appeared in the book “Art Forms in Nature.” The medium of photography, which was meant to enable a new way of seeing, thus made the abstract beauty of natural forms more visible and simultaneously referred to the recurrence of certain geometric patterns as well as the permeability between scientific and aesthetic views of natural phenomena.

Significance and Metamorphosis of Color

The image “Euclid Flagship Simulation” shows a filamentary structure of dark matter, at the intersections of which galaxy clusters are located. This image is highly abstract in terms of what it represents (mock universe) as well as in its representation mechanisms (simulation). Of particular interest is the choice of color: dark matter is depicted as white—a decision that may seem counterintuitive. It becomes clear how strongly color choice can influence the interpretative content. When an abstractly appearing line structure—here, the filamentary network—is combined with abstract color, the image invites a multitude of further interpretations. It is an image with a high potential for ambiguity and richness of meaning. At first glance, various interpretations of such images are conceivable: like the obvious association of an aerial view of a water surface in “Euclid Flagship Simulation”. Here, the peculiar quality of color, which eludes clear categorization, plays a significant role. Ultimately, both artists and physicists have pondered for centuries over color: Is color part of the phenomena of the physical world or is it the result of subjective observation? Is there a definitive psychological interpretation of color? Due to its ability to metamorphose, color has been referred to in certain contexts as a “polymorphic magical substance” (Taussig). This transformative capacity of color seemed to offer at least one certainty among many uncertainties. In contemporary science, color has the status of an epiphenomenon—in contrast to properties such as weight or mass of a body, it is considered a “secondary” property—an accompanying phenomenon. In contemporary astronomy, however, one notices how precisely this affinity of color for metamorphosis and transformation is readily utilized in image aesthetics. “False color” refers in astronomy to the chromatic choices used to create images in the process of data translation.

The powerful effect of color to suggest the cosmic is also illustrated by the artistic short film “Novae” (2017, Thomas Vanz, France). In the film, the explosion of a supernova is staged using colored ink dispersed in water. What is particularly fascinating in this film is the aesthetic proximity—perhaps even aesthetic undecidability—of this coloration to those from popular astronomy.

The Aesthetics of Wonder

The representation of the cosmos is often associated with an aesthetics of wonder or the sublime. Particularly, the sublime has been heavily discussed in the context of landscape painting throughout art history. The image “Euclid’s view of the Horsehead Nebula” also connects to the conventions of landscape painting in some respects, as it resembles a central perspective spatial representation. It seemingly invites its viewers to distinguish top from bottom, near from far in the image. Furthermore, there is the

impression that these spatial values are not interchangeable, as is the case in many other cosmic images in this exhibition. Here, the materiality of the nebula, as well as the lighting and color design, play a significant role. While the nebula appears in an earthy brown, the other half of the image is rendered in shades of blue—similar to how, in landscape painting, the depiction of distance is often marked through a blue layer over the vast space. Often, the soft appearance of the clouds creates a mystical atmosphere when the sharp boundary between earth and sky is blurred in this way. The proximity of astronomical images to landscape painting has been particularly noted by media scholar Elizabeth Kessler, who observed the characteristic mechanisms for generating a sublime mood in the images of the Hubble Space Telescope. As such mechanisms she identified the impressions of awe, grandeur, mystery, the unknown, and also the impression of depth in images showing gorges, rocks, or peaks in the landscape. Cloudy vistas also contribute to this mood. The connection between cosmos and wondrous landscape appears in other contexts as well, as demonstrated by the documentary film “Hubble 3D” (2010, Toni Myers, USA), which invites viewers on a “real star journey” and presents the Orion Nebula, part of which includes the “Horsehead Nebula,” staged as a canyon.

Universalism of Cosmic Aesthetics

A black surface with stars as celestial bodies appears almost like an “archetype,” an iconographic representation of the universe. This minimalist depiction of a dark surface interspersed with bright points can be observed in various popular representations from film to the visual arts. From Stanley Kubrick's “2001: A Space Odyssey” (UK/USA) to the monumental photographs of Thomas Ruff, there is a representational continuity in this sense. Even in the early technical photographs of space during the beginnings of astrophotography in the 19th century, there were aesthetic interventions where the background was made uniformly black to highlight the depicted bright celestial bodies. The result of such modifications were images that appeared flat, in which the space—despite actually representing immense spatial extents—seemed rather two-dimensional. Without depth markings, i.e., markings for the foreground, middle ground, and background of the image, the possibilities for orientation regarding size relationships remain limited. In representations like the “Euclid’s view of a cosmic swarm,” the scale is mainly defined by the text that accompanies the image. And while the image of the Perseus Cluster initially gives the impression that one is closer to the stars, the information that the bright points are not stars but galaxies pulls viewers back from the perceived proximity to these celestial bodies. Such interpretive openness also favors a certain aesthetic permeability between micro and macro worlds, as has been observed in various representations since the 19th century and continues today. A microscopic image of plankton against a black background would resonate in a certain way with a similar aesthetics as images of stars and galaxies against a black background. The visual and compositional ease with which one can move from the mesocosm of humanity to the macrocosm of the galactic universe and back to the microcosm of our molecular life foundations was demonstrated in the well-known experimental film “Powers of Ten” (1977, Charles and Ray Eames, USA). In the film, despite the fantastic journey from the unimaginable expanses of the macrocosm to the equally fantastic scales of the microcosm, a certain aesthetic similarity between both worlds pervades.

Materialities of the Invisible

The images of contemporary astrophysics navigate between the representationally distant poles of visibility and invisibility. Some phenomena can be observed with the naked eye: the night sky, the sun, the moon. Others, however, require vision aids such as telescopes. Here unfolds a range of different forms of visibility. While earthly telescopes magnify distant celestial bodies for the naked eye, other space telescopes like Hubble or James Webb create another form of visibility. They collect data that is translated into visual phenomena. Another step towards abstraction is offered by images like “Jupiter’s Collisions” and “Merging Black Holes” in this exhibition, which are “pure” visualizations. Yet even in such visualizations, one can distinguish between different forms of simulated visibility. While the visualization in the image “Exploring the Universe through Different Eyes” represents a theoretical optical visibility of surface phenomena of the physical world, the visualization in the image “Jupiter’s Collisions” represents a

kind of invisibility that is brought to fore visually—as a picture. The image shows the core of Jupiter and allows a fictional glimpse into the planet's interior. By granting a view into the interior of the physical body, it recalls the tradition of X-ray images.

The comparatively ghostly materiality has fascinated visual representation since the discovery of photography. In connection with devices such as microscopes, telescopes, or X-ray machines, photography promised to make invisible phenomena of the natural world visible. At the same time, this opened up a complex relationship with the supposedly documentary transparency of the medium. Especially with phenomena that are invisible to the naked eye, the mechanisms of image production suddenly become prominent. In the 19th and early 20th centuries, photography was furthermore attributed with the ability to make the invisible visible, even without devices like telescopes and microscopes. The “ghost photography” of the 19th century used the technique of double exposure to—so the claim—make the ghosts of the deceased appear in the image. While this historical circumstance is linked to a context far removed from contemporary astronomy, this anecdotal practice resorts to similar aesthetic affinities that we generally grant technical images, be they photographs or scientific simulations, to make something invisible visible for us. The difference is that nowadays the invisible phantoms that stimulate our imagination are more likely to be black holes.

Aesthetics of Emergence

The representation of concentric circles has a long tradition in astronomy. Until Copernicus, the Ptolemaic, geocentric worldview dominated. However, even Copernicus, who placed the sun at the center of the concentric circles, could not detach himself from the forms of the circles as planetary orbits: for these perfect forms conveyed a harmonious impression and were therefore associated with divine perfection. This historical connection of the harmonious with the divine also resonates in contemporary cosmic representations. The representation “The birth place of planets” particularly evokes the aesthetic tradition of rendering the notions of the deistic and the sublime. The concentric circles with a bright, luminous core seem to do more than merely reflect physical relations. Rather, they create the impression of something greater, a creation, the divine. In the contemporary context of visual art, one is reminded in this sense of the films of Terrence Malick, especially “Voyage of Time” (2016, USA). There, the filmmaker does not hesitate to connect the cosmic with the divine—especially in scenes where planets are formed, similar cultural-historical and cosmological ideas intersect and take shape reminiscent of “The birth place of planets”.

Apparatus and Contexts

Two images of Jupiter, “Jupiter's Northern Hemisphere” and “Jupiter as seen by JWST,” taken with two different devices, illustrate the malleable material aesthetics in astronomical images. The northern hemisphere of Jupiter shows the plastic quality of the planet. The shading suggests its three-dimensionality. In a way, this image also recalls the famous “Blue Marble.” The circular color surface thus functions as the smallest common denominator for a visual, pictorial representation of a planet. The possibility to shift meaning with color variation emphasizes the abstract character of celestial bodies in the image. In contrast, the image taken with the JWST appears much flatter, and the surface colors suggest a different materiality. The cloudiness of the planet, the instability, seems more pronounced here. The juxtaposition of these two images illustrates two principles of photography theory: on the one hand, that images require contextualization (Huberman), and on the other hand, that what they can show us is predetermined by the “categories of the apparatus” (Flusser). In this sense, even though it is the image of the same planet, it is perceived as such only through knowledge about it. In that, the images show us what their recording devices were programmed to capture.