



# Himmel

Die Entdeckung der  
Weltordnung

Mit Werken von:

Rosa Barba  
Johannes Brus  
Marsha Cottrell  
Jan Dibbets  
Katarína Dubovská  
Jan Paul Evers  
BKH Gutmann  
Raphael Hefti  
Karl Martin Holzhäuser  
Timo Kahlen

Imi Knoebel  
Sandra Kranich  
Robert Longo  
Anja Manfredi  
Peter Miller  
Floris M. Neusüss  
Helena Petersen  
Thomas Ruff  
Adrian Sauer  
James Turrell

# Himmel

## Die Entdeckung der Weltordnung

09.02. – 20.05.2023

# Conditio humana

Christina Leber

»Wir sind nicht gebaut dafür, uns nichtlineare Dynamik gut vorstellen zu können.«  
Wolf Singer, Neurophysiologe und Hirnforscher

Komplexität ist ein Phänomen, das den meisten Menschen Respekt einflößt. Zusammenhänge, die nicht einfach als Ursache und Wirkung zu verstehen sind, erscheinen uns selten als ein leichtes Unterfangen. Neben einer enormen Fähigkeit zur Kreativität und zum abstrakten Denken bedarf es einer großen Offenheit, sich komplexen Themen und Systemen anzunähern. Daher können zum besseren Verständnis auch unorthodoxe Methoden in Betracht gezogen werden. Fragestellungen zu untersuchen, die abwegig erscheinen, ohne ihnen von vornherein skeptisch gegenüberzustehen, sind für viele von uns eine Herausforderung. »Trial and error« ist meist als Methode verpönt, kann aber den Weg zur Erkenntnis ebnen. Der Mut zu einer falschen Annahme führt im wissenschaftlichen Experiment manchmal zu bahnbrechenden Ergebnissen. Auch wenn es unbequem sein mag, sich von ungewohnten Blickpunkten aus zu nähern, weil wir dabei unsere eigenen Denkmuster hinterfragen müssen und uns Anfeindungen

ausgesetzt sehen könnten. Immer wieder begeben sich Wissenschaftler wie auch Künstlerinnen auf unsicheres Terrain, auf dem es keine schnellen Lösungen gibt. Intuition und Intellekt lassen sie Fragen stellen, deren Antworten sie nicht absehen können, bis ein Ansatz gelingt, mit dem sie langsam wieder sichereren Boden unter die Füße bekommen. Bis die nächste Infragestellung sie möglicherweise wieder aus dem Tritt bringt.

Nicht nur Wissenschaftlerinnen gehen mit zumeist vorsichtigem Schritt an neue Fragestellungen heran. Auch Künstler experimentieren immer wieder mit Ausdrucksformen und Szenarien, bis sie eine Form für ihre Inhalte gefunden haben. Es lässt sich eher als ein Herantasten beschreiben, als eine Behauptung, als ein Erspüren von Wahrscheinlichkeiten anstelle eines Formulierens klarer Fakten. Dieses Vorgehen bedarf eines großen Vertrauens, dass die Themen, denen man auf der Spur ist, auch relevant sind. Das gilt für beide Berufsgruppen gleicher-

maßen und beide gehen dabei bisweilen ein hohes Risiko ein. Sie brauchen Förderer in ihrem Tun, die an sie glauben und die sie finanziell bei ihrer Suche unterstützen. Nicht selten bleiben ihre Werke und Erkenntnisse zu Lebzeiten ungesehen.

Wir verdanken ihnen viel. Ihr Mut zum Verlassen ausgetretener Pfade hat unser Wissen um uns selbst und unsere Weltordnung entscheidend bereichert. Dennoch gibt es Aspekte, denen wir wieder mehr Aufmerksamkeit schenken sollten: dem Transzendentalen und der Mystik.

Mit diesen Aspekten beginnen wir in unserer ersten Ausstellung im Jahr 2023: »Himmel – Die Entdeckung der Weltordnung«. Im dritten Jahr der Kunststiftung feiern wir das 30-jährige Jubiläum der DZ BANK Kunstsammlung.

In den letzten Jahren haben wir uns mehr und mehr Themen zugewandt, die in der Gesellschaft virulent waren. Da die Künstlerinnen und Künstler immer auch Teil unserer Gesellschaft sind, widmen sie sich natürlich ebendiesen Fragestellungen. Sei es beispielsweise der Wahrnehmung von Wirklichkeit und alternativen Fakten oder den Veränderungen in unserem Zusammenleben durch Migration, Krieg und Klimawandel.

Im Jahr des Jubiläums möchten wir uns mit dem Zustand der Welt befassen. Und das im Hinblick auf den Himmel und die Erde und nicht so sehr auf soziale Systeme, obwohl das immer wieder mitschwingt. Wir möchten aufzeigen, wie Himmel und Erde zusammengehören und welche künstlerischen Ansätze existieren, die diese Zusammenhänge in den Blick nehmen.

Die erste Ausstellung stellt den Himmel ins Zentrum unserer Untersuchungen. Und das sowohl im Hinblick auf religiöse Vorstellungen des Himmels als göttliche Weltordnung als auch auf die Himmelskörper Sonne, Mond und Sterne, also unser Sonnensystem. In einem dritten Aspekt werden wir uns mit dem analytischen Blick und dem Künstler als Forschendem beschäftigen. Wir möchten fragen, ob die Suche nach Antworten über das Universum uns den Himmel nähergebracht hat und welche Konsequenzen für die Erde und uns Menschen daraus erwachsen. Können wir auf anderen Planeten leben? Was passiert mit unserem Heimatplaneten, wenn wir versuchen, dies zu tun? Wie können wir die Erde retten? Wie können uns Künstlerinnen und Künstler bei der Erkenntnis behilflich sein?

Jegliche Energie, die wir der Erde entziehen – und sei es nur, um zum Mars oder zum Mond zu fliegen –, kann zur Gefährdung unserer Existenz auf dem blauen Planeten führen, ist er doch der einzige, den wir kennen, auf dem wir alle zusammen leben können. Wir haben über unsere Verhältnisse gelebt.

Immerhin hat kein Geringerer als James Turrell, von dem wir neben der Rauminstallation »Crater Dusk« im 50. Obergeschoss des Gebäudes Westend 1 zwei Luftaufnahmen seines lebenslangen Forschungsprojektes in dieser Ausstellung zeigen (Abb. 3), einmal gesagt, dass er nicht verstehen könne, warum der Mensch ins Weltall fliegt. Wir seien mitten im Universum, führt er in dem Interview der ARD »James Turrell. Den Himmel auf Erden« im Jahre 2015 weiter aus. Die Erde ist ein Teil der Milchstraße.

Und so investiert er alles Geld in seine Anlage in der Wüste von Arizona, an der kein Lichtsmog den Blick in den Himmel trüben kann, und gibt uns teleskopgleich, aber ohne Objektive, den Blick in den Himmel frei, auf die Milchstraße, die Planeten und die Sterne.

Dabei bezieht er die Farben des Lichts mit ein. Jeder einzelne der Räume im Roden Crater, die er seit 1974 erschaffen hat, ist ein in farbiges Licht getauchtes Universum, das sich im Verlauf eines Tages ständig verändert. Er fängt die Lichtstrahlen ein, könnte man sagen. Farben sind keine Materie. Es sind Wellen, die durch Licht entstehen, das auf unsere Netzhaut fällt und das von jedem Lebewesen anders wahrgenommen wird. Wie bei der Welt-raumfotografie die Farben nur zur Sicht-barmachung von Wellen für unser Auge verwendet werden, macht er uns die Wunder der Erde in Farbräumen sichtbar.

Auch das Sehen hat etwas mit unserem phänomenalen Gehirn zu tun, ist es doch diesem zu verdanken, dass wir mit unseren beiden Augen, die nichts anderes als Camerae obscurae sind, die Bilder nicht auf dem Kopf stehend sehen, sondern in lesbare Abbilder übertragen bekommen.

Aber ich schweife ab. Ich komme noch einmal zurück auf Wolf Singer und stelle fest, dass sich hier im Grunde ein Kreis schließt. Er beschreibt in einem kürzlich veröffentlichten Interview<sup>1</sup>, dass das Welt-all und das Gehirn eine Gemeinsamkeit aufweisen. Auch in der Forschung zum Gehirn, also dem komplexesten Organ, das die Natur hervorgebracht hat, seien Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen an die Grenzen des Vorstellbaren gekommen. Das Hirn sei, ähnlich wie das Weltall,

so komplex und so nichtlinear, also nicht geradlinig, dass die Ergebnisse, die nicht selten mit Hilfe von Computern errechnet werden, für den Menschen nicht mehr lesbar seien. Im Grunde bräuchten die Neurowissenschaftler, so Singer weiter, wie die Astronomen die Astrophysiker, theoretische Mathematiker, die ihnen bei der Auswertung ihrer Forschungsergebnisse zu den Vorgängen im Gehirn behilflich sind.

Als Konsequenz beziehe er die Geisteswissenschaften wieder stärker in seine Forschung mit ein, weil er zu der Erkenntnis gelangt sei, dass die Naturwissenschaften allein keine Antwort auf die drängenden Fragen unserer Zeit und der Ordnung, in der wir leben, geben können. So wie der Kosmos nichtlinear ist, so ist auch unser Hirn nichtlinear. Daher bedarf es zur Klärung offener Fragen auch nichtlinearer Methoden.

Was uns wieder zum Anfang bringt. Kunstschaffende werden von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern von jeher als Ideengeber geschätzt. Das werden wir auch in der Ausstellung »Erde – Verwobenes Leben« noch einmal beobachten können.

Die letzte Ausstellung in diesem Jahr wird von Hans Dieter Huber, einem Künstler und Wissenschaftler, kuratiert werden. Er wird den Blick auf die »Dialektik der Präsenz« in der Kunst lenken. So runden wir unser Jahresprogramm zum 30-jährigen Jubiläum ab.

Wir freuen uns schon sehr auf den Austausch mit Ihnen, machen wir doch immer wieder die Erfahrung, dass unsere Ausstellungen nur Impulse setzen können, um weitere Erkenntnisse mit unseren

Besucherinnen und Beobachtern zu heben und zu teilen.

Die Publikation zur Ausstellung »Himmel – Die Entdeckung der Weltordnung« wurde einmal mehr von Katrin Thomschke entwickelt und umgesetzt. Die so fachkundigen Analysen zum Inhalt und zur Technik der künstlerischen Werke wurden von der Gastautorin Sonja Palade verfasst. Kurze Kommentare von Katrin Thomschke erweitern die Werkbesprechungen um kulturhistorische Aspekte. Ergänzt wird die Publikation durch ein Interview des Journalisten und hr-iNFO-Weltraumexperten Dirk Wagner mit Kai Noeske und Mark McCaughrean von der European Space Agency (ESA) in Darmstadt, das uns der Hessische Rundfunk freundlicherweise zur Verfügung gestellt hat.

Am Ende der Publikation finden Sie unser ausgesprochen vielseitiges und lebendiges Vermittlungsprogramm für individuelle Besucherinnen und Besucher, Schulen und Universitäten. Darunter sind auch wieder Dialogführungen, etwa von Pfarrer David Schnell und dem Raumfahrt-ingenieur Rainer Kresken von der ESA.

Wir freuen uns besonders über die Kooperation mit dem Physikalischen Verein, Frankfurt, der drei Vorträge zu Themen unserer Ausstellung in seinem Programm »Astronomie am Freitag« anbieten wird. Außerdem wird Herr Prof. Dr. Bruno Deiss bei uns über das sprechen, was wir nicht sehen können: die Dunkle Materie.

Ein Künstlerinnengespräch mit Rosa Barba, die sich den Fragen des Journalisten Dirk Wagner stellt, gibt einen weiteren Einblick in die wissenschaftliche Fragestellung künstlerischer Werke.

Begleitet wird unser Programm vom Museum Sinclair-Haus in Bad Homburg. Zeitgleich findet dort die Ausstellung »Wolken« statt, in der auch Leihgaben aus der DZ BANK Kunstsammlung zu sehen sind.

Abschließend möchte ich mich bei Ihnen für Ihr immer wieder so großes Interesse an unserem Programm bedanken. Danken möchte ich auch dem gesamten Team der Kunststiftung DZ BANK. Allen voran Kirsten Siersleben, die uns als zweite Geschäftsführerin der Stiftung mit Rat und Tat zur Seite steht. Katrin Thomschke möchte ich für den stets wachen Austausch bei der Entwicklung der Ausstellung danken. Unser größter Dank geht an den Vorstand der DZ BANK, der die Kunststiftung maßgeblich fördert.

<sup>1</sup> Vgl. »Ein Treffen mit Wolf Singer«. In: »dasgehirn.info. Der Kosmos im Kopf«, veröffentlicht am 05.01.2023; <https://www.dasgehirn.info/entdecken/meilensteine/ein-treffen-mit-wolf-singer> [letzter Zugriff: 06.01.2023].

# Unser Blick in den Himmel

Texte: Sonja Palade, Katrin Thomschke



Abb. 1  
BKH Gutmann, The Wish, 1991/2012

**SP:** Mit ausgestrecktem Zeigefinger weist eine Frau mitten in der dicht gedrängten Menge Richtung Himmel. Viel mehr als der erhobene Arm ist in **BKH Gutmanns** (\* 1955, Buenos Aires, Argentinien) »The Wish« (1991) von ihr nicht zu sehen, der um sie herum versammelten Reisegruppe aber steht die Faszination ins Gesicht geschrieben (Abb. Cover). Die Kameras griffbereit und mit offenem Mund blicken die Menschen gebannt nach oben. Über ihren Köpfen zeichnen sich geheimnisvolle Schriftzeichen und dunkle Schatten ab. Für die übernatürlich anmutenden Phänomene gibt es eine rationale Erklärung: Die Bildvorlage der Fotografie entstammt einer Zeitung, durch deren dünnes Papier die Buchstaben der Rückseite schimmern. Was genau die Menge hier in Atem hält, bleibt unklar. Indem er weiße Rechtecke oberhalb und neben der Fotografie schweben lässt, verlängert BKH Gutmann die Sichtachsen seiner Figuren und eröffnet einen Bildraum jenseits des Rahmens (Abb. 1). Der staunende Blick in den Himmel lässt sich somit auch als ein universeller verstehen, der über die Grenzen des irdischen Daseins hinausweist.

Inwieweit der Blick in den Himmel immer auch der eigenen Standortbestimmung dient, verdeutlichen die Kuppeln von **Jan Dibbets** (\* 1941, Weert, Niederlande). Nicht nur die Pariser Sternwarte aus der Serie »Ten Cupolas« (1995), sondern auch die sphärischen Dächer von Sakral- und Prunkbauten lassen sich als Observatorien verstehen, die die Wahrnehmung des Himmels im Sinne eines bestimmten Weltbilds strukturieren (Abb. 2). Seit der Antike gilt die Kuppel als Symbol des Himmelsgewölbes und verweist auf die vorkopernikanische Vorstellung der Erde als Scheibe, überdacht von einer kosmischen Halbkugel. Dieses Zusammenspiel von Fläche und Raum als Verhältnis von Kreis und Sphäre lässt sich auch in Jan Dibbets' »Three Cupolas« (1989) verfolgen. Mehr als die Symbolhaftigkeit der architektonischen Strukturen beschäftigt den Künstler in seinen »Collagen\* jedoch ihr Erscheinungsbild aus fotografischer Perspektive. Ursprünglich aus der Malerei kommend, arbeitete Jan Dibbets Ende der 1960er Jahre erstmals in seiner Werkreihe »Perspektivkorrekturen« mit der Fotografie. In Aufnahmen, die er eigentlich nur zu Dokumentationszwecken anfertigte, ent-

\* Alle mit einem > gekennzeichneten Begriffe sind in einem Glossar (S. 50–53) erläutert.

deckte er die Möglichkeit von Perspektivverschiebungen in der Fotografie für sich, mit denen er fortan die Wahrnehmung von Wirklichkeit hinterfragt. In dieser Traditionslinie steht auch »Three Cupolas«: Aufgenommen aus einem leicht schrägen Winkel verschiebt sich der gemeinsame Mittelpunkt der konzentrischen Kreise und Achtecke, deren Umrisse sich zu einer Seite hin überlagern. Mit der Schere löst Jan Dibbets die Gewölbe aus ihrer Umgebung und reduziert sie auf die idealtypische Form ihrer Grundrisse. Er montiert sie anschließend auf einen >Siebdruck, der den Kreis als geometrisches Element auf einer monochromen Farbfläche wiederholt. Ohne räumliche Verortung wirken die sphärischen Hohlkörper wie grafisch abstrakte, ineinander verschachtelte Flächen. Einzig das Licht, das durch die Fenster der Kuppeln dringt, lässt deren Tiefe erahnen und deutet einen imaginären Raum hinter der opaken Oberfläche des farbigen Untergrunds an.

Wie Portale eröffnen auch die Glasfenster der gotischen Kathedrale in dem Triptychon »Untitled (Cathedral)« (2010) von **Robert Longo** (\* 1953, Brooklyn, New York, USA) den Blick in den Himmel. Mit Kohlestiften verschiedener Stärken modelliert er den Raum in feinen Abstufungen von tiefem Schwarz zu hellen Grautönen und schält die Architektur förmlich aus der Dunkelheit (Abb. 4). Als Medium zwischen irdischer und himmlischer Sphäre symbolisiert das Licht in Kirchenbauten die Präsenz Gottes und den Sieg über die Finsternis als Hoffnungsmoment. In Robert Longos kontrastreicher Kohlezeichnung entwickelt der Raum jedoch vielmehr eine bedrohliche Qualität.

Die Monumentalität des Gebäudes steigert sich durch die dramatisch stürzenden Linien ins Monströse. Beinahe erinnern die Spitzbögen der Fenster an die Haifiszähne aus der Werkgruppe »Perfect Gods« (2008), in der Robert Longo das Motiv des Weißen Hais als Symbolbild der Angst verhandelt. Die perspektivische Verzerrung gibt zudem einen Hinweis auf den weitwinkligen Kamerablick der Fotografie, die dem Künstler als Ausgangspunkt für seine Zeichnungen dient. Sein aus Zeitschriften, Zeitungen oder dem Internet entnommenes fotografisches Material eignet sich Robert Longo zeichnerisch an und untersucht damit zugleich die Rolle des Mediums in der Herausbildung eines kollektiven Bildgedächtnisses. Indem er die Kohlezeichnung abschließend abfotografiert und als Pigmenttintenstrahldruck (>Digitale Druckverfahren) präsentiert, überführt er das Unikat zurück in die Sphäre der Reproduzierbarkeit.

Während sich Robert Longo mit der Holzkohle über die Schatten an das Licht annähert, ist **Jan Paul Evers'** (\* 1982, Köln, Deutschland) »Fast Freeze Doppeltstück« (2016) eine Zeichnung mit Licht im wörtlichen Sinne. Seine Fotografien – meist Raumsituationen – verarbeitet er in der Dunkelkammer durch Montageverfahren (>Collage) sowie gestalterische Eingriffe in den Belichtungs- und Entwicklungsprozess zu abstrakten Strukturen. Durch die manuellen Verfremdungen ist jeder seiner >Handabzüge ein Einzelstück. Ähnlich wie Jan Dibbets reduziert auch Jan Paul Evers den architektonischen Raum auf seine elementaren Formen und eröffnet damit zugleich neue Assoziationsmöglichkeiten. Ausgangspunkt des Dip-

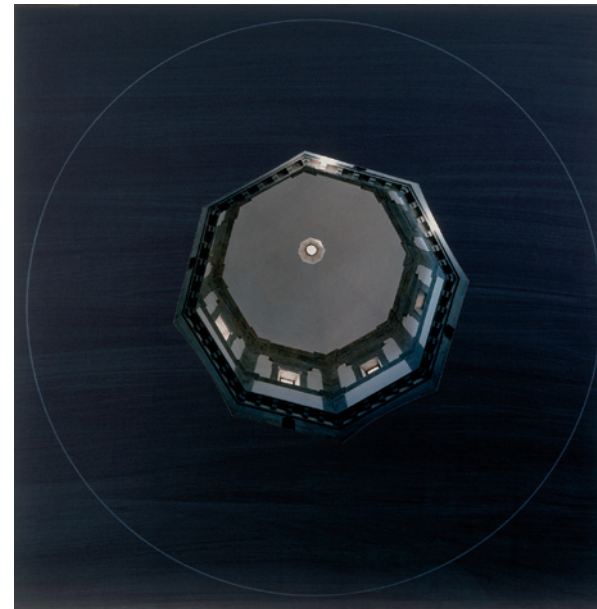


Abb. 2  
Jan Dibbets, Untitled, 1989,  
aus der Serie: Three Cupolas

Abb. 3  
James Turrell, Overall Site Plan with White Bowl, 1992

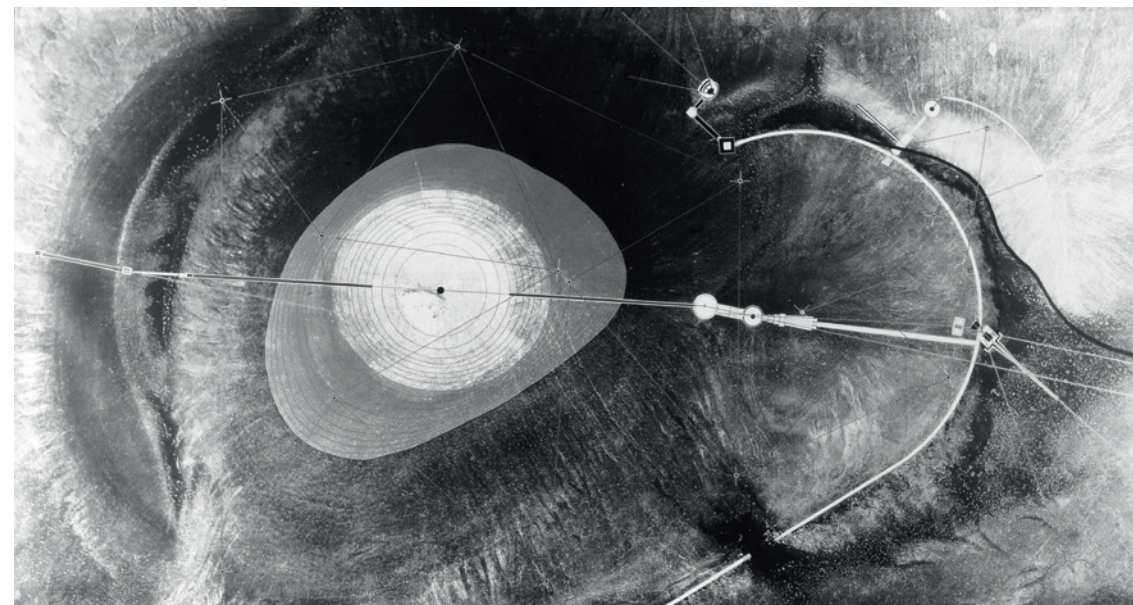




Abb. 4  
Robert Longo, Untitled (Cathedral), 2010

tychons war eine in einem Techno-Club aufgenommene Fotografie, auch den Titel entlehnte der Künstler einem Musik Track. Im Dialog mit Robert Longos Kathedrale fügen sich die dynamischen Diagonalen der stroboskopischen Effekte hingegen zu einer gotischen Lichtarchitektur, in der Pfeiler, Gewölbe und Maßwerk in der Dunkelheit verschwinden (Abb. 5). Als Ort kollektiver Euphorie und Trance wird der Club zum profanen Tempel der Gegenwart, der wie einst sakrale Räume spirituelle Selbsterfahrung und kulturelles Gemeinschaftsgefühl ermöglicht. Mit Robert Longo verbindet Jan Paul Evers zugleich der analytische Blick auf die Fotografie, der das vermeintliche Abbild der Wirklichkeit lediglich als Arbeitsgegenstand betrachtet: Auf das »konkrete Etwas«, wie Jan Paul Evers es formuliert, könne man in

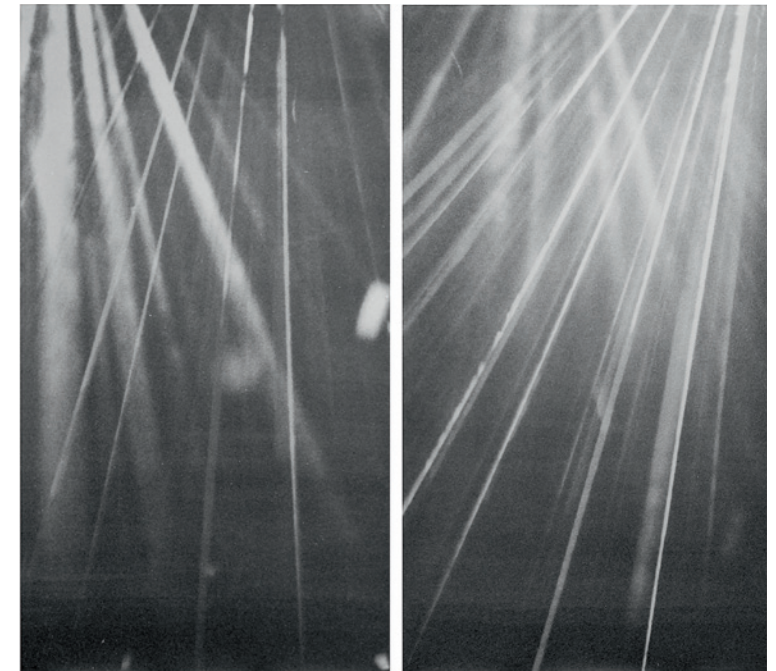
der Fotografie zwar nicht verzichten, das »richtige Bild« entstehe jedoch erst durch die Weiterverarbeitung des Materials.<sup>1</sup>

In den Luftaufnahmen von **James Turrell** (\* 1943, Los Angeles, Kalifornien, USA) kehrt sich der Blick in den Himmel um. Das Flugzeug revolutionierte einst das Sehen, indem es einen Blick von außen auf die Welt ermöglichte und bislang verborgene Strukturen zum Vorschein brachte. James Turrell, der seinen Flugschein bereits als Jugendlicher erwarb und später sogar Luftpost ausflog, fasziniert die veränderte Wahrnehmung von Licht und Raum aus der Perspektive des Himmels. Mit einer kleinen Maschine flog er mehrere Monate über den Westen der USA, um einen geeigneten Ort für sein bislang unvollendetes Lebenswerk »Roden Crater« zu finden. Für »Overall Site Plan

with Crater Bowl« übertrug der Künstler 1992 seine fotografische Luftaufnahme auf eine Folie und zeichnete die architektonische Struktur aus Tunneln und Kammern ein, an deren Konstruktion er seit den 1970er Jahren arbeitet. Für die Variante »Overall Site Plan with White Bowl« kehrte er die Tonwerte um, so dass die Sedimente des vulkanischen Gesteins sich wie feine Schraffuren auf dem dunklen Untergrund abzeichnen (Abb. 3). Auch »Roden Crater« ist Lichtarchitektur und Observatorium zugleich: Die in den ausgehöhlten Krater gegrabenen und nach oben offenen Räume geben den Blick in den Himmel frei,

dessen Erscheinungsbild sich je nach Tages- und Jahreszeit mit dem Lichteinfall der Sonne und des Mondes verändert. Mit seiner immersiven Installation schließt James Turrell an eine Reihe von Architekturen an, die wie Jan Dibbets' Kuppeln und Robert Longos Kathedrale mit dem Blick in die Weite des Himmels auch den eigenen Standort erfahrbar machen und dazu das Licht als vermittelndes Medium einsetzen. Die rötlich gefärbte Wüste um »Roden Crater«, so James Turrell, sei gerade deshalb der geeignete Ort für diese Erfahrung, weil sich dort das Gefühl einstelle, man stehe auf der Oberfläche eines Planeten.<sup>2</sup>

Abb. 5  
Jan Paul Evers, Fast Freeze Doppelstück, 2016



**KT:** Auf die Frage, warum es besser sei, geboren zu sein als nicht geboren zu sein, soll Anaxagoras geantwortet haben: »Damit man den Himmel und die Ordnung der Welt betrachte.«<sup>3</sup> Für den antiken Naturphilosophen ist die Himmelsbetrachtung also eine geradezu existenzielle Legitimation und damit maßgeblich für das Welt- und Selbstverständnis des Menschen. Tatsächlich ist der Blick in den Himmel von Anfang an Bestandteil der Kulturgeschichte der Menschheit. Schon in alten Hochkulturen bestimmen astronomische Beobachtungen das Verständnis von natürlichen Gesetzmäßigkeiten, und nahezu alle philosophischen und religiösen Weltanschauungen sind durch die Annahme überirdischer Ordnungen geprägt, die es zu entdecken galt.

In der Geistesgeschichte führt die Beobachtung und »Entdeckung der Weltordnung« vor allem zur Vorstellung einer Trennung von Himmel und Erde: In nahezu allen Schöpfungsmythen finden wir die Idee der Entstehung der Welt aus einem Chaos, einer wie auch immer gearteten Ungeordnetheit, die in ein Oben und Unten gefügt wird – den Göttern wird der Himmel zugesprochen, der Mensch lebt auf der Erde. Als Sinnbild für den Himmel findet man bereits in Darstellungen der frühen griechischen Antike eine Kugel, die sogenannte »Sphaira« oder »Sphärenkugel«, in der die Erde schwebt. Die in sich geschlossene Form gilt als Symbol von Vollkommenheit und harmonischer Ordnung und wird zur Metapher für die himmlische Sphäre, wie wir sie etwa als Himmelsglobus mit Tierkreiszeichen auf den Schultern des mythologischen Titanen Atlas in Anja Manfredis Aufnahmen finden (vgl. S. 21 und Abb. 8). In der christlichen Schöpfungsgeschichte findet die Trennung von Himmel und Erde ihre Entsprechung in der Darstellung des Himmels als Gewölbe, das die Erde überspannt. Die Visionen vom Himmelsgewölbe sind faszinierend: Hier befindet sich das »himmlische Jerusalem«, in dem sich – so wird es in der Offenbarung des Johannes beschrieben – die Herrlichkeit Gottes widerspiegeln. Es glitzert, funkelt und leuchtet vor lauter Edelsteinen, Perlen und Gold »wie ein durchscheinend Glas«<sup>4</sup>.

So sehr sich in den mythischen Erzählungen der letzten Jahrtausende die Vollkommenheit und der Glanz himmlischer Sphären auch vom beschwerlichen, düsteren und von Vergänglichkeit geprägten Erdenleben absetzten, so galt es doch immer, zwischen oben und unten, zwischen Himmel und Erde zu vermitteln und Verbindungen herzustellen. Geschichten von Gestalten, die die grundsätzliche Trennung durchbrechen, durchziehen die Mythen. Da gibt es die Halbgötter – halb von einem Gott und halb von einem Menschen abstammend –, die Engel als geflügelte Menschengestalten, die als Boten Gottes den Menschen erscheinen, und dann vor allem Jesus Christus als zentrale Heilsfigur des Christentums, der als menschengewordener Sohn Gottes das Leid der Menschheit auf sich nimmt und das »Himmelreich« verkündet.

In eine buchstäblich greifbare Nähe holte man sich den Himmel aber nicht (nur) in den mythischen oder biblischen Erzählungen, sondern auch in architektonischen Bauten auf die Erde. In der Baukunst konnte man die Vorstellungen vom Himmel als dem Reich Gottes (bzw. der Götter) plastisch und physisch erfahrbar werden lassen. Es scheint, als galt es, die Unerreichbarkeit und unendliche Weite des himmlischen Universums –

im übertragenen mythischen wie real physischen Sinn – in den Bereich des Vorstellbaren zu bannen. Dies geschah einmal in Form des architektonischen Gewölbeelements der Kuppel, die zum Abbild des Himmels wurde. Frühestes Beispiel einer solchen Kuppelarchitektur ist das Pantheon in Rom. Der beeindruckende Kuppelraum wurde Anfang des 2. Jahrhunderts n. Chr. unter Kaiser Hadrian als »Tempel aller Götter« erbaut. Eine runde Öffnung in der Mitte der Kuppel lässt das (göttliche) Licht in das Gebäude einfallen und gibt sogleich den Blick in den realen Himmel frei. Dieser antike Tempelbau gilt als zentrales Vorbild für Kuppelarchitekturen in Kirchenbauten. Seit dem 18. Jahrhundert finden wir Kuppelformen dann auch in Profanbauten wie Regierungsgebäuden und den Observatorien mit sogenannten Teleskopkuppeln – zu sehen etwa in Jan Dibbets' Aufnahme des Pariser Observatoire –, die in geöffnetem Zustand die Beobachtung des Sternenhimmels erlauben.

Zum anderen finden wir das Abbild des »himmlischen Jerusalem« in Gestalt der gotischen Kathedralen mit ihren lichtdurchfluteten Kirchenräumen, wie wir sie in Robert Longos Triptychon vor Augen geführt bekommen. Wie Sonja Palade ausführt, betont der Künstler in seiner Wiedergabe eines gotischen Kirchenraumes aber keineswegs nur die strahlende Schönheit und Grazilität der Kathedralbauten, die ein hoffnungsvolles Sinnbild der jenseitigen Welt vermitteln sollten. Er thematisiert zugleich auch die Bedrohlichkeit, die von der Monumentalität der Architekturen ausgeht. Versetzte das Betreten einer gotischen Kathedrale wirklich nur in ehrfürchtiges Staunen und ließ »alles Alltägliche und Erdschwere«<sup>5</sup> vergessen? Oder musste sich der Mensch im Mittelalter angesichts solcher Ausmaße nicht erst recht klein und nichtig und der Übermacht Gottes ausgeliefert vorkommen?



# Sonne, Mond und Sterne

**KT:** Die Erde ist nicht Mittelpunkt der Welt – so lautet sinngemäß eine der zentralen Thesen des Astronomen Nikolaus Kopernikus, die er 1543 in seiner Schrift »De revolutionibus orbium coelestium« (»Von den Umdrehungen der Himmelsphären«) der Öffentlichkeit vorstellte.<sup>6</sup> Diese Erkenntnis muss den Menschen der Frühen Neuzeit ungeheuerlich erschienen sein. Letztlich mündete der Schock aber doch schnell in eine naturwissenschaftliche Aufbruchsstimmung, die das Interesse an kosmischen Phänomenen und Objekten weckte und ein ganz anderes Bild vom Himmel ermöglichte.

In der Antike hatte sich zunächst die Vorstellung einer Weltordnung etabliert, in der die Erde – und mit ihr der Mensch – das Zentrum des Kosmos bildet. Um die Erde als ruhenden Mittelpunkt drehen sich die Planeten in einer gleichmäßigen Kreisbewegung, so die Überlegung des Philosophen Platon.<sup>7</sup> Dieses geozentrische Weltmodell besaß bis ins Mittelalter unumstößliche Gültigkeit und bestimmte das Selbstverständnis der Menschheit über viele Jahrhunderte. Schaut man in den Himmel und beobachtet etwa die Sonne, wie sie in einem großen Bogen von ihrem Aufgang im Osten bis zu ihrem Untergang im Westen über den Himmel wandert, mag diese Vorstellung sogar nachvollziehbar sein. Mit Kopernikus' Theorie wurde dieses Weltbild allerdings in seinen Grundfesten erschüttert. Er gelangte in seinen astronomischen Untersuchungen nämlich zur Annahme eines heliozentrischen Systems: Kopernikus erkannte als Zentrum des Universums die Sonne, die von den Planeten in gleichförmigen Kreisbewegungen umrundet werde.<sup>8</sup>

Was Sigmund Freud als »kosmologische Kränkung der Menschheit«, als die »Zerstörung [der] narzisstischen Illusion«, im »Mittelpunkt des Weltalls«<sup>9</sup> zu stehen, beschreibt, beschwor tatsächlich philosophische und theologische Auseinandersetzungen herauf. Vor allem die römisch-katholische Kirche traf der Bruch mit grundsätzlichen Überzeugungen der christlichen Lehre umso empfindlicher, als sie ohnehin im Zuge der Reformbestrebungen Martin Luthers ihre Haltung in Glaubensfragen auf den Prüfstand stellen musste. Dass Nikolaus Kopernikus wie auch weitere Wissenschaftler in der Folge aus der Kirche ausgeschlossen und ihre Schriften auf den Index der verbotenen Bücher gestellt wurden, konnte die umwälzende Wirkung ihrer Forschungen gleichwohl nicht verhindern. Heute wissen wir zwar, dass die Sonne nicht das Zentrum des gesamten Universums, sondern nur unseres Sonnensystems ist, aber dennoch war die Wirkung,



Abb. 6  
Timo Kahlen, Mond II, 1994

die von Kopernikus' astronomischer Schrift ausging, revolutionär. Als »Kopernikanische Wende« bezeichnet, markieren seine Untersuchungen den Anfangspunkt eines neuen, modernen Weltbilds, das nicht mehr auf Glaubensinhalten, sondern auf naturwissenschaftlichen Untersuchungen fußt. Damit wird die Astronomie am Beginn der Neuzeit zu einer empirischen Wissenschaft, in der die Entwicklung neuer Beobachtungsinstrumente im Zusammenspiel mit physikalisch-mathematischen Ableitungen zu immer weiteren neuen Annahmen und Erkenntnissen über die Ordnung der Welt führte. Die endgültige Abkehr vom Vollkommenheitsanspruch in der Himmelsvorstellung des »alten« Weltbilds leistete dann aber erst ein knappes Jahrhundert nach Kopernikus der Astronom Johannes Kepler (1571–1630). Er gilt als »Vollender«<sup>10</sup> der kopernikanischen Lehre, da er das Gesetz, das den Lauf der Planeten um die Sonne beschreibt, entdeckte, physikalisch begründete und mathematisch formulierte. Anders als noch Kopernikus entfernte sich Kepler von der Annahme kreisförmiger Bewegungen der Planeten um

Abb. 7  
Imi Knoebel, Ohne Titel (Für Olga Lina), 1974 (Detail)



die Sonne und gelangte stattdessen zu der Einsicht, dass die Planeten in elliptischen Bahnen die Sonne umkreisen.

Beflügelt wurde der einsetzende Entdeckergeist vor allem durch die Verwendung von Fernrohren für die astronomischen Beobachtungen, was einen Meilenstein für die Erforschung des Sternenhimmels, seine Ordnung und Strukturen bedeutete. 1609 nutzte der italienische Universalgelehrte Galileo Galilei (1564–1641) als einer der ersten Forscher das astronomische Hilfsmittel. Er beobachtete das Ringsystem des Saturn und die Oberflächenbeschaffenheit des Mondes, die eine bis dahin undenkbare Ähnlichkeit zur rauen und unebenen Erdoberfläche aufwies. Auf die »Kränkung der Menschheit« folgte die große Ernüchterung über das Aussehen der Himmelskörper, die man sich bislang als glatt und makellos, vollkommen und ideal vorgestellt hatte. Auf der anderen Seite konnte man sich nun endlich im wahrsten Sinne des Wortes ein Bild vom <sup>3</sup>Universum machen, weit über den bisherigen Sehhorizont des bloßen Auges hinaus. Die Faszination für die Himmelskörper nimmt ihren Lauf. Rasch wurden immer größere Teleskope entwickelt, neue Planeten und ihre Trabanten entdeckt, Kometen beobachtet oder Nebel als Anhäufung unendlich vieler Sterne erkannt. Waren es einst die Himmelsvisionen, die Eingang in die bildende Kunst fanden, sind es nun die beobachteten Erscheinungen des Kosmos, die wir als Motive in Kunstwerken erkennen können. Sonne, Mond und Sterne, Planeten und <sup>3</sup>Galaxien – die Begeisterung für die Himmelsphänomene und ihr Aussehen ist bis heute ungebrochen. Eine Auswahl an Arbeiten aus der DZ BANK Kunstsammlung zeigt dies eindrücklich. Das Spannende an den präsentierten Kunstwerken ist gleichwohl, dass sie nicht einfach reale Himmelserscheinungen wiedergeben. Vielmehr nähern sich die Künstlerinnen und Künstler den kosmischen Körpern und Ordnungssystemen über das Experimentieren mit dem fotografischen Material und den Herstellungstechniken – und gelangen dabei zu im wahren Sinne des Wortes dem Imaginären, der Fantasie entsprungenen Kunstwerken.

**SP:** Wenngleich wir die Himmelskörper nur aus der Ferne kennen, haben wir doch ein sehr genaues Bild von ihnen. Die Koppelung der Kamera an das Teleskop revolutionierte nicht nur die Erforschung des Universums, sondern zog auch eine Popularisierung astronomischer Fotografien nach sich, die den Weg aus den Observatorien in Zeitungen und Zeitschriften fanden. Spätestens die Fernsehübertragung der Apollo-Mission von 1969

brachte den Weltraum ins Wohnzimmer und verankerte die buckelige Oberfläche des Mondes im kollektiven Bildgedächtnis. Von den Glasplattennegativen des 19. Jahrhunderts bis zu den spektakulären Aufnahmen des <sup>3</sup>James-Webb-Weltraumteleskops stellen technische Bilder jedoch nie ein Abbild, sondern immer eine subjektive Interpretation astronomischer Phänomene dar. Die Grenze zwischen wissenschaftlichen und künstlerischen

Bildpraktiken verläuft dabei immer schon fließend. Auch aus der Perspektive von Künstlerinnen und Künstlern, die sich mit dem Fotografischen und dessen Voraussetzungen befassen, ist der Blick ins Universum eine Frage der Wahrnehmung: Was sind es für Bilder, auf denen unsere Vorstellungen von Sonne, Mond und Sternen beruhen? Und wie nähert man sich fotografisch einer Sphäre, die sich dem Auge größtenteils entzieht?

In der Bildserie »Mond I–III« (1994) von **Timo Kahlen** (\* 1966, Westberlin, BRD) verwandeln sich gewöhnliche Kieselsteine in schwebende, von Kratern durchzogene Himmelskörper am dunklen Nachthimmel (Abb. 6). An ihrer Oberfläche kann man die geologischen Schichten des Gesteins ablesen, aus dem die faustgroßen Brocken einst herausbrachen, bevor der Künstler sie als Fundstücke einsammelte. Auf ähnliche Weise lässt sich auch die Entstehung des Mondes erklären. Nach der »Kollisionstheorie« stieß die Erde in ihrem frühen Entwicklungsstadium mit einem Proto- planeten zusammen. Beim Aufprall wurde Materie aus dem Gesteinsmantel beider Himmelskörper in die Umlaufbahn geschleudert und verdichtete sich dort schließlich zum Mond. Eine daraus resultierende Ähnlichkeit von Erd- und Mondlandschaft, wie bereits Galileo sie feststellte, scheint in Timo Kahlens Fotografien evident. Die visuelle Verwandlung der Steine erfolgt in einem mehrstufigen fotografischen Prozess: Mit einer selbst gebauten Kamera aus Pappe, Klebeband und einer einfachen Linse nimmt der Künstler das Bild auf ein Papiernegativ auf. Das Positiv entsteht anschließend in der Dunkelkammer durch einen Kontakt-

abzug, für den die Bildseite des Negativs unmittelbar auf die lichtempfindliche Schicht eines zweiten Fotopapiers gelegt und erneut belichtet wird.

Der tiefschwarze Hintergrund, vor dem der Mond in Timo Kahlens Werken erstrahlt, etablierte sich bereits im 19. Jahrhundert als visuelle Konvention astronomischer Fotografien. Um die Aufmerksamkeit auf das zentrale Himmelsobjekt zu lenken, entfernte man Störungen aus dem einheitlichen Erscheinungsbild des dunklen Himmels mitunter auch durch Retusche.<sup>11</sup> Dieses Vorgehen kehrt **Imi Knoebel** (\* 1940, Dessau, Deutschland) um, indem er auf unterschiedliche Weise in das idealtypische fotografische Abbild des Himmels eingreift. Für seine Installation »Ohne Titel (Für Olga Lina)« von 1974 fotografiert er astronomische Aufnahmen des Sternhimmels aus Zeitschriften ab und setzt sie zu einem Tableau zusammen (Abb. 7). Durch die >Collage der verschiedenen Ausschnitte entsteht eine imaginäre >Galaxie, die als Fotografie zwar nicht der Realität entspricht, aber in Anbetracht der Unendlichkeit des >Universums vermutlich auch in dieser Variante irgendwo existiert. Der Untertitel des Werks weist auf einen weiteren Eingriff des Künstlers in das Erscheinungsbild des >Kosmos hin: Für seine im Entstehungsjahr der Arbeit geborene Tochter Olga Lina fügt Imi Knoebel dem Himmel einen neuen Stern hinzu, indem er mit einer Nadel ein Loch in eines der Negative sticht. Von den glühenden Gasmassen, die über eine Entfernung von mehreren Billionen Kilometern auf der Erde nur noch als winzige Punkte erkennbar sind, ist der Lichtsprenkel, der durch den Einstich des Künstlers auf das Foto-

papier gelangt, am Ende nicht mehr zu unterscheiden. Die täuschende Ähnlichkeit der kleinen Lichtpunkte gemahnt daran, wieviel Kopfzerbrechen die Aufbereitung fotografischer Platten aus Observatorien den Druckern um die Jahrhundertwende bereitet hatte. Auf diesen frühen astronomischen Fotografien waren die zu retuschierenden Risse, Flecken und Staubkörner von den tatsächlichen Sternen nicht immer leicht zu unterscheiden. Es mache ihm daher große Sorgen, so der Geschäftsführer eines Photogravüre-Unternehmens 1904 in einem Brief, »dass wir einen kleinen Punkt ausmerzen könnten, der drinbleiben sollte«<sup>12</sup>.

Einen anderen Blickwinkel auf den Sternenhimmel bietet die mythologische Figur, die im Zentrum von **Anja Manfredi** (\* 1978, Lienz, Österreich) »Atlas und Bildatlas« (2019–2022) steht. Anja Manfredi untersucht in ihrer Arbeit die Geste des Tragens, welche sie unter anderem in Fotografien verschiedener skulpturaler Darstellungen des Titanen Atlas verfolgt. Als Verlierer im Kampf gegen die olympischen Götter wird dieser von Zeus dazu verdammt, bis in alle Zeit den Himmel auf seinen Schultern zu stemmen. Die Kugel, die Atlas mühsam auf dem Rücken trägt, entspricht der antiken Vorstellung vom Firmament als einer die Erde umkreisenden Sphäre, an welcher Sterne und Planeten unbeweglich befestigt sind. Das Himmelsgewölbe der römischen Marmorstatue »Atlas Farnese« (2019), von Anja Manfredi in Rückansicht gezeigt, gilt als eines der ältesten überlieferten astronomischen Modelle der Antike (Abb. 8). Aus der präzisen Anordnung der als Tierkreiszeichen dargestellten

Konstellationen schlossen einige Wissenschaftler sogar, dass es sich hierbei um den verloren geglaubten Sternkatalog des Astronomen Hipparch<sup>13</sup> handeln könnte.<sup>14</sup>

In kulturellen und politischen Zusammenhängen kommt dem Stern sinnstiftende Bedeutung zu. So findet er sich beispielsweise auf Flaggen als Symbol religiöser Identität oder steht sinnbildlich für Staatenverbünde. Auf die Idee zu seiner Serie »Light and Dark Stars« (2017) brachte **Adrian Sauer** (\* 1976, Ostberlin, DDR) ein Modell des Roten Sterns. Für den sowjetischen Pavillon auf der Internationalen Presseausstellung »Pressa« in Köln hatte der russische Avantgarde-Künstler El Lissitzky 1928 eine überdimensionale Skulptur jenes Symbolbilds der kommunistischen Arbeiterbewegung angefertigt. Fasziniert von der Erscheinung des nahezu raumfüllenden Objekts entwirft Adrian Sauer eigene geometrische Figuren und konstruiert schließlich einen Stern auf Grundlage des Dodekaeders. Diesen aus zwölf regelmäßigen Fünfecken bestehenden Körper verband Platon aufgrund seiner fast kugelförmigen Erscheinung mit dem Weltraum.<sup>15</sup> In seinen Aufnahmen der aus Kunststoff gefertigten Modelle vor grauem Hintergrund spielt Adrian Sauer mit der Übersetzung dreidimensionaler Objekte in das zweidimensionale Medium der Fotografie (Abb. 9). Was auf den ersten Blick wie eine Aneinanderreihung verschiedener Sterne wirkt, entpuppt sich bei näherem Hinsehen als systematische Variation desselben geometrischen Körpers in Schwarz und Weiß aus je drei verschiedenen Blickachsen. In der Zusammenschau seiner Einzelansichten wird der Stern damit als Ganzes erfahrbar. Ein

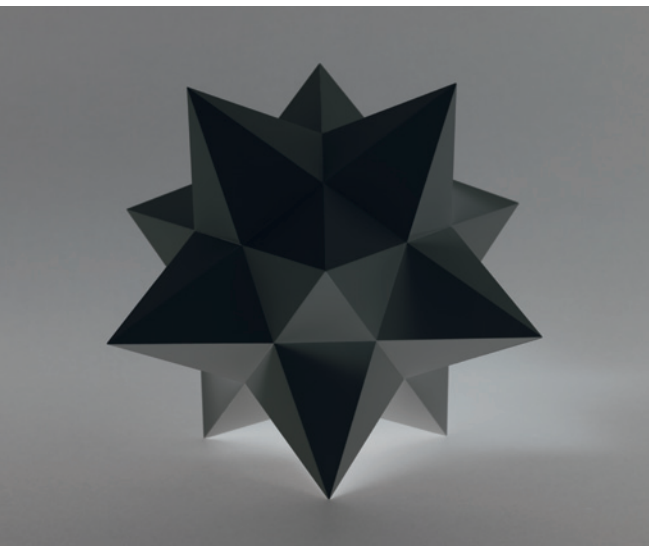


Abb. 9  
Adrian Sauer, Dark Star, Light Shadow,  
First Point of View, 2017,  
aus der Serie: Light and Dark Stars

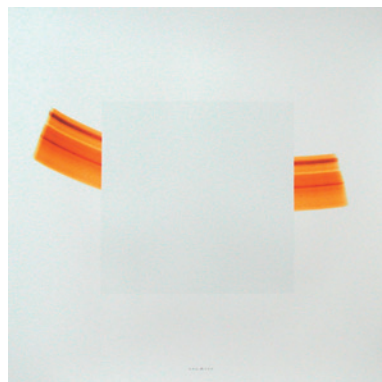


Abb. 11  
Karl Martin Holzhäuser,  
88.1.5.1 / 88.1.5.2, 1988,  
aus der Serie: Lichtmalerei



Abb. 8  
Anja Manfredi, Atlas  
(Atlas Farnese, fotografiert im  
Archäologischen Nationalmuseum  
Neapel), 2019,  
aus der Serie: Atlas und Bilderatlas,  
2019–2022

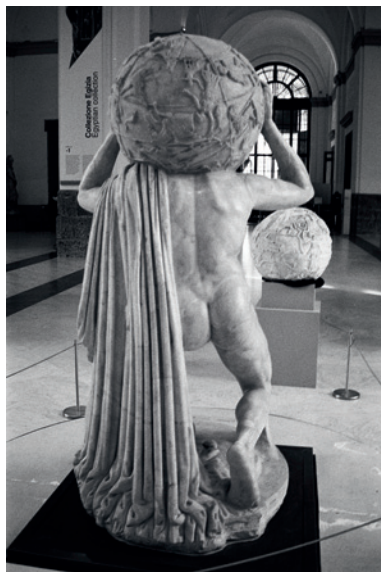


Abb. 12  
Helena Petersen,  
Colour LIV, 2015,  
aus der Serie: Pyrographie

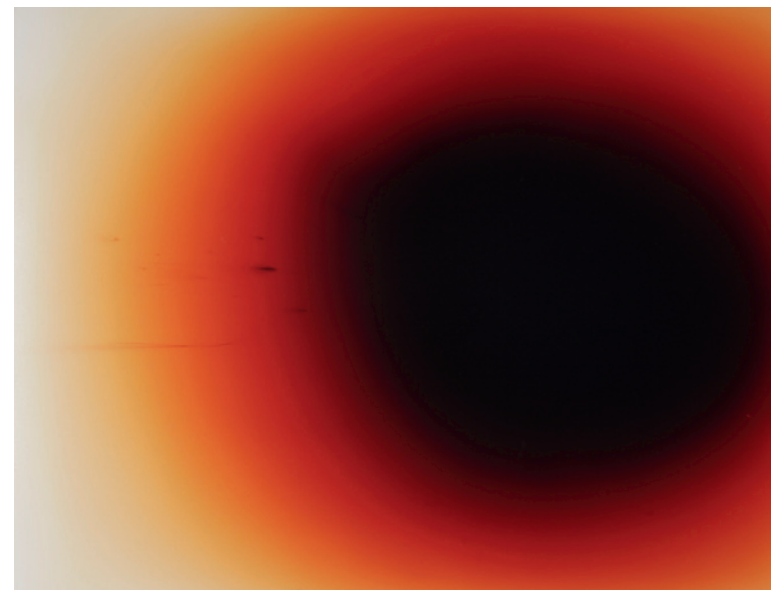
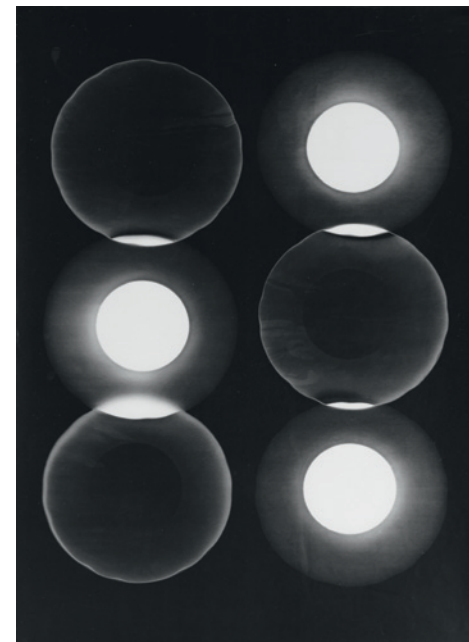


Abb. 10  
Floris M. Neusüss, Ohne Titel (Nr. 13), 1966,  
aus der Serie: Tellerbilder



kleines Irritationsmoment fällt erst auf den zweiten Blick ins Auge: In einer dritten Variante der jeweiligen Perspektive des dunklen Sterns verwandelt sich dessen schwarzer Schatten in einen weißen.

Als »weiße Schatten« ließen sich auch die »Tellerbilder« von **Floris M. Neusüss** (\* 1937 Remscheid-Lennep, Deutschland – † 2020 Kassel, Deutschland) verstehen, die durch die direkte Belichtung von Geschirr auf Fotopapier entstehen (Abb. 10). Im >Fotogramm experimentiert der Künstler mit der Möglichkeit, Objekte von ihrer Schattenseite her zu betrachten,<sup>16</sup> die sich als eine durch Abwesenheit von Licht erzeugte weiße Silhouette auf schwarzem Untergrund zu erkennen gibt. Je nach Material und Beschaffenheit der verwendeten Teller erscheinen die Flächen mal unregelmäßig, mal kreisrund umrissen, in unterschiedlichen Graustufen oder in leuchtendem Weiß. Die abstrakten geometrischen Kompositionen lassen Assoziationen zu verschiedenen Himmelskörpern zu, wie den konzentrischen Ringen des Saturn oder der Korona der Sonne. Angeordnet in Zweierreihen, erinnern sie auch an die fotografische Darstellung einer Sonnenfinsternis. Im Prozess der fortschreitenden Verdunkelung der Erde durch den Schatten des Mondes erscheint die Sonne wie an den Überlappungen der Tellerränder zunächst als halbmondartige Sichel und schließlich nur noch als ringförmiger Umriss am Himmel.

Auch **Johannes Brus** (\* 1942, Gelsenkirchen, Deutschland) entnahm das Arbeitsmaterial für sein 9-teiliges Tableau »Teller« (1978) dem Küchenschrank. Durch die serielle Anordnung der Fotografien entwickelt das Geschirr eine bizarre Eigen-



Abb. 13  
Johannes Brus, Teller, 1978

dynamik und gleitet wie fliegende Untertassen schwerelos durch den Raum (Abb. 13). Inspiration für sein Werk fand der Künstler in dem 28-minütigen Musikstück »An Index of Metals«, das sich über die letzten sechs Tracks des 1975 erschienenen Albums »Evening Star« von Brian Eno und Robert Fripp erstreckt. Die ätherischen Gitarrenklänge und Synthesizer-Sounds, die langsam zu einer dissonanten Geräuschkulisse anschwellen, weckten in Johannes Brus die Vorstellung eines bewegten Planeten. Wie der Abendstern erscheint auch der zwischen den Tellern hervorstechende sphärische Körper in seiner Bildsequenz hell leuchtend am Horizont und verschwindet schließlich wieder in der Dunkelheit. Durch allerhand Eingriffe in den fotochemischen Prozess bricht Johannes Brus mit den Regeln des fotografischen Handwerks und setzt auf Fehler und Zufälle als Triebkräfte seiner künstlerischen Praxis. Indem er die »Abzüge beinahe bis zur Unkenntlichkeit verfremdet, mit Schwämmen entwickelt, einfärbt oder mit abgelaufenen Chemikalien fixiert, entbindet er die Fotografie von ihrem Wahrheitsversprechen und verwandelt Haushaltsgegenstände in kosmische Objekte.

Wie Floris M. Neusüss' Fotogramme kommen auch die »Direktbelichtungen von **Karl Martin Holzhäuser** (\* 1944, Gardelegen, Deutschland) und **Helena Petersen** (\* 1987, München, Deutschland) ohne Kamera aus. Seine »Lichtmalereien« fertigt Karl Martin Holzhäuser mit einem Leuchtstab, den er auch als »Lichtpinsel« bezeichnet. Auf diesen montiert er Farbfilter, welche er in unterschiedlichen Breiten aus transparenter Folie zuschnei-

det, und führt ihn anschließend in der Dunkelkammer über Farbfotopapier. Die schwungvolle Handbewegung übersetzt sich in Linien, die in der Tat an Pinselstriche erinnern (Abb. 11). Nur die Farbmischung folgt einem gänzlich anderen Prinzip als in der Malerei. Im fotochemischen Prozess erscheinen nicht etwa die Farben der vom Künstler verwendeten Filter, sondern deren jeweilige Komplementärfarben auf dem Papier. Betrachtet man die beiden Bildteile aus Karl Martin Holzhäusers Diptychon gemeinsam, verbinden sich die orange-gelb leuchtenden Bögen zu einer kontinuierlichen Bewegungslinie, die die mythologische Vorstellung von der Sonne als einem sich über die Erde bewegendem Wagen aufruft (»Helioswagen«).

In Helena Petersens »Pyrographien« lässt sich die Sonne dagegen als glühender Feuerball betrachten (Abb. 12), dessen Eruptionen auf das von der Künstlerin selbst entwickelte Verfahren der Bilderzeugung verweisen. An einem verdunkelten Schießstand feuert sie eine Waffe parallel zu einem Farbfotopapier ab und »schießt« damit im wörtlichen Sinne ein Foto. Durch das austretende Mündungsfeuer wird das Papier belichtet und von Abriss- und Schmauchspuren gezeichnet. Auf diese Weise schreibt sich die mit der Explosion des Schießpulvers freigesetzte Energie in die Oberfläche des Bildträgers ein, ohne diese jedoch unmittelbar zu berühren. Im anschließenden Entwicklungsprozess wird sie als Farbverlauf erkennbar, der sich als fotochemische Spur der jeweiligen Licht- und Krafteinwirkung sowohl der Reproduzierbarkeit als auch der Kontrolle durch die Künstlerin entzieht.

Abb. 14  
Peter Miller,  
Standbild aus:  
Set, 2016



Eine dritte Perspektive auf die Sonne erlaubt die Arbeit »Set« (2016) von **Peter Miller** (\* 1978, Burlington, Vermont, USA), die sich dem wohl meistfotografierten Himmelskörper in einer Aneinanderreihung beinahe identischer komponierter Aufnahmen der Abendröte widmet (Abb. 14). Die im Internet gefundenen Bilddaten überträgt der Künstler auf »16mm-Film. Mit einem Projektor betrachtet, entsteht aus der Montage (»Collage«) der Einzelaufnahmen das Bewegtbild eines Tageslaufs, in dem die Sonne schrittweise über den Horizont wandert. In ständiger Bewegung befindet sich auch die in gleißendes Licht getauchte Szenerie, in der mal ein Baum ins Bild ragt, mal ein Vogel am Himmel erscheint und gleich darauf wieder verschwindet. Indem er das fotografische

Bild aus der immateriell scheinenden Sphäre des Digitalen in ein analoges Medium transferiert, macht Peter Miller den Kreislauf der Bilder transparent. Wie durch die Spulen des Projektors läuft das immergleiche Motiv in einem Loop an uns vorbei, aus dem das Einzelbild nicht mehr herauszulösen ist. Seit der Romantik werden Sonnenaufgang und -untergang im Bild durchdekliniert, bis sie als Urlaubs- und Ansichtskartenmotive zum visuellen Klischee gerinnen. Dass sie als täglich wiederkehrendes Naturschauspiel dennoch nichts von ihrer Faszination einbüßen, mag vielleicht damit zusammenhängen, dass die Sonne als Fixstern die Bewegung der Erde durch den Weltraum visuell erfahrbar macht.

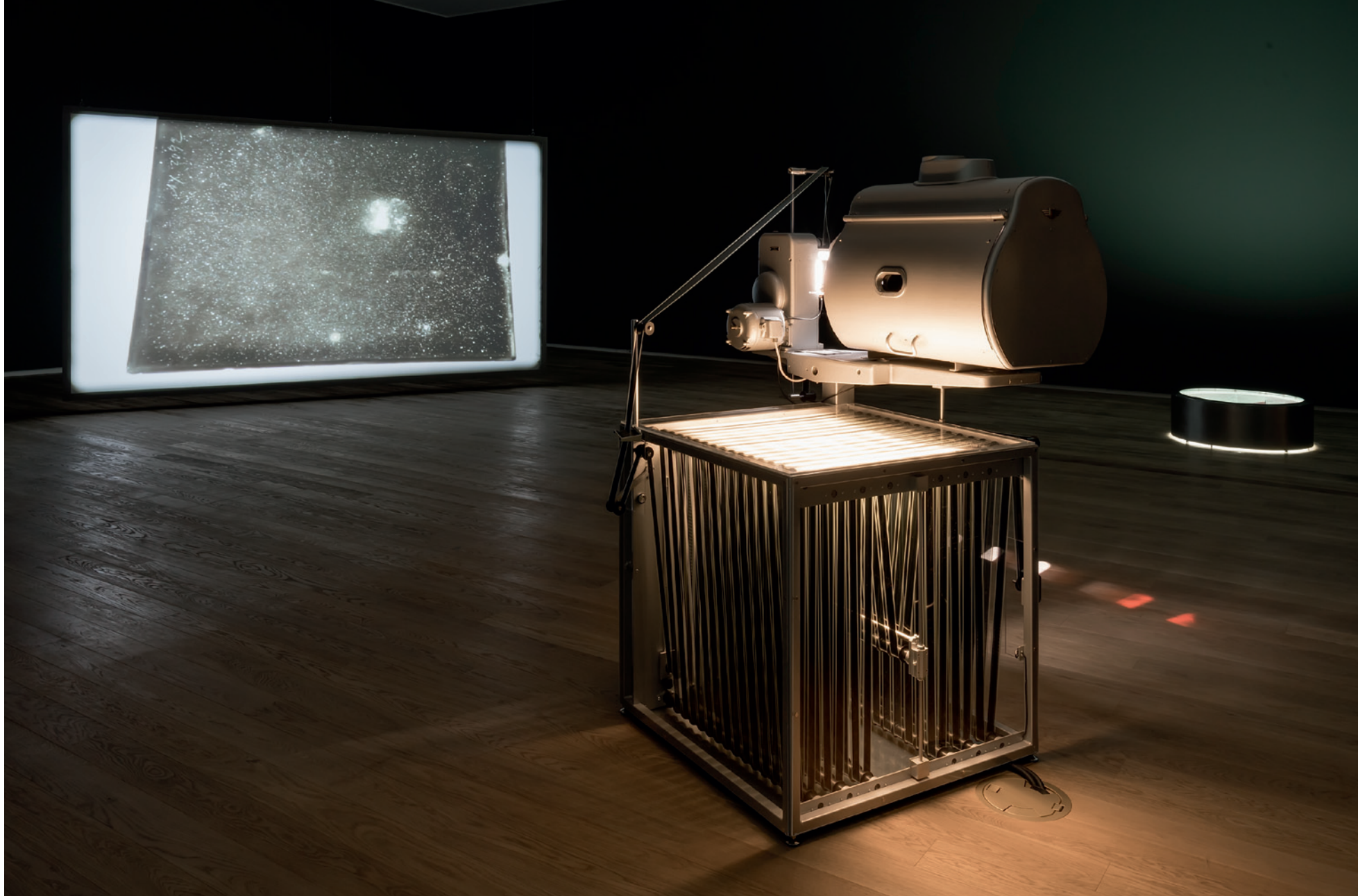


Abb. 15  
Rosa Barba, *Send me Sky, Henrietta*, 2018  
Installationsansicht Remai Modern, Saskatoon, Kanada 2018,  
Foto: Blaine Campbell

# Der wissenschaftliche Blick

**SP:** Als »unbekannte Unbekannte« (»unknown unknown«) bezeichnet man in der Wissenschaft eine Variable, die außerhalb der erwartbaren Ergebnisse eines Experiments liegt. Oder in anderen Worten: eine Erkenntnis, die zum gegebenen Zeitpunkt unsere Vorstellungskraft übersteigt. Was uns an astronomischen Theoremen heute selbstverständlich erscheint, stellte in der Neuzeit die Welt auf den Kopf. Jedoch wissen wir selbst im 21. Jahrhundert nur über einen Bruchteil des beobachtbaren <sup>3</sup>Universums Bescheid. Überwiegend besteht es aus Dunkler Materie, deren genaue Beschaffenheit zu den größten Rätseln der astrophysikalischen Forschung zählt. Und darüber, was sich jenseits der Reichweite von Weltraumteleskopen befinden könnte, lassen sich nur Hypothesen formulieren. An den Grenzen des Messbaren öffnet sich ein Raum für Imagination und spekulative Überlegungen, in dem der wissenschaftlich forschende Blick mit dem künstlerischen in ein wechselseitiges Verhältnis tritt. Eine »Aufweitung der Sehgewohnheiten, inspiriert durch die Kunst«, so die Astrophysikerin und Wissenschaftsphilosophin Sibylle Anderl,

ermöglichte es der Wissenschaft, »neue Perspektiven einzunehmen und dadurch vielleicht Dinge zu entdecken, die man vorher einfach nicht sehen konnte, obwohl man sie gesehen hat«<sup>17</sup>. Wissenschaftliche Fragestellungen wiederum finden Eingang in die Kunst, die sich ihrer nicht nur inhaltlich annimmt, sondern auch Techniken und Methoden der Forschung für sich adaptiert.

So situiert beispielsweise **Rosa Barba** (\* 1972, Agrigent, Italien) ihre künstlerische Praxis am Schnittpunkt von Astronomie und Kino, als deren gemeinsame Parameter sie Licht, Zeit und Entfernung betrachtet.<sup>18</sup> In ihrer Arbeit »Send me Sky, Henrietta« (2018) nähert sie sich den »unbekannten Unbekannten« des <sup>3</sup>Films in einer Art wissenschaftlicher Versuchsanordnung (Abb. 15). Dazu zerlegt sie das Medium mitsamt seiner Apparatur in seine grundlegenden Bestandteile und arrangiert diese anschließend zu einer installativen Filmskulptur, die die Voraussetzungen der Bilderzeugung selbstreflexiv verhandelt. Das Werk ist der Astronomin Henrietta Swan Leavitt (1868–1921) gewidmet, die mit zahlreichen anderen

Forscherinnen am Harvard College Observatory als »menschlicher Computer« Fotoplatten mit teleskopischen Aufnahmen auswertete – eine mühsame und zugleich schlecht bezahlte Arbeit, die hauptsächlich von Frauen erledigt wurde (Abb. 22). Henrietta Swan Leavitt gelang jedoch 1912 mit der »Perioden-Leuchtkraft-Beziehung« eine bahnbrechende Entdeckung bezüglich der Leuchtkraft pulsierender Sterne, die eine verbesserte Entfernungsmessung in Galaxien ermöglichte. In einer filmischen Montage (<sup>3</sup>Collage) zeigt Rosa Barba die fotografischen Bilder des Sternenhimmels mit Henrietta Swan Leavitts handschriftlichen Anmerkungen im Wechsel mit Aufnahmen, die den Arbeitsprozess hinter der Erforschung des Himmels thematisieren. Das <sup>3</sup>Filmmaterial läuft in mehreren Bahnen über dicht nebeneinander angeordnete Spulen durch eine würfelförmige, beleuchtete Konstruktion unterhalb des Projektors. Durch deren transparente Oberfläche lassen sich die Filmstreifen für einen kurzen Moment wie die Glasplattennegative der Astronomin auf einem Leuchttisch betrachten, bevor sie vor die Linse transportiert und in den Raum projiziert werden.

Die grafisch anmutenden Werke von **Marsha Cottrell** (\* 1964, Philadelphia, Pennsylvania, USA) lassen beim ersten Betrachten ebenfalls an Bleistiftstriche denken und erinnern mit ihren Rastern und Strukturen in feinen Grautonabstufungen an technische Aufzeichnungen astrophysikalischer Messungen (Abb. 20). Die Künstlerin bedient sich digitaler Methoden der Bilderzeugung, in die sie jedoch immer wieder auch von Hand eingreift und ihre Praxis deshalb als »maleri-

sche« versteht. In ihrer Arbeit »Untitled« (2017) experimentiert Marsha Cottrell mit dem Platindruck: Aus digital erzeugten Grafiken entsteht in diesem Druckverfahren aus der Frühzeit der Fotografie ein singulärer Abzug, indem die Bilddaten zunächst auf ein Negativ übertragen und im Anschluss als Kontaktabzug auf das mittels einer chemischen Lösung lichtempfindlich gemachte Papier belichtet werden. Auch der Entstehungsprozess der »Aperture«-Serie (2016) beginnt am Computer; das eigentliche Bild, das mit den Vektorgrafiken am Bildschirm nichts mehr gemein hat, entsteht jedoch während des Druckvorgangs. Mit einem <sup>3</sup>Laserdrucker überträgt die Künstlerin die geometrischen Strukturen, die sie immer wieder in ihrer Positionierung verändert und in kleinen Schritten verschiebt, in mehreren Durchläufen auf handgeschöpftes Papier. Durch die Verknüpfung von digitalen Technologien wie Computer und Laserdrucker aus dem Kontext des modernen Büroalltags mit handwerklichen künstlerischen Prozessen wirft Marsha Cottrell in ihren Arbeiten Fragen nach dem Verhältnis von manueller und geistiger Arbeit auf.

Die Arbeitsweise von **Katarína Dubovská** (\* 1989, Ružomberok, Slowakei) kommt der einer chemischen Laborantin gleich, die die Struktur einer zu analysierenden Probe zunächst aufbricht, um sie anschließend in ihrer stofflichen Zusammensetzung zu untersuchen. Mit experimentellen künstlerischen Methoden widmet sich Katarína Dubovská einer Erforschung der »Flut« fotografischer Bilder, die sie aus der Sphäre des Digitalen in eine materielle Form überführt. Ihre Sammlung an gedruckten Handyfotografien und





Abb. 16  
Katarína Dubovská, UPATEOA\_hybrid  
(Image Mass, Imprinted #3), 2020,  
aus der Serie: UPATEOA\_hybrid, 2018–2020  
Foto: Stefan Fischer

gefundenem Bildmaterial taucht sie in einem ersten Schritt in ein Wasserbad, um die Druckfarben aus dem Papier zu extrahieren. Die aufgeweichten Fasern verarbeitet sie mit Waschmittel in einem Mixer zu einer pappmachéartigen Masse, aus der sie anschließend verschiedene skulpturale Objekte formt. Indem sie das Bild von seinem materiellen Träger trennt, löst die Künstlerin es zugleich aus bestehenden Bedeutungszuschreibungen heraus. Aus der klebrigen Substanz schafft sie wiederum neue Bildwelten: Für »UPATEOA\_hybrid (Image Mass, Imprinted)« (2002) streicht sie diese mit den Händen in einen Alurahmen und hinterlässt dabei sichtbare Spuren (Abb. 16). Im erhärteten Zustand nimmt die Masse einen reliefartigen Charakter an und erinnert an die karge Gesteinsschicht eines unbewohnten Planeten. Auch ohne Zutun der Künstlerin arbeitet das Material weiter, wodurch sich das Werk in einem fortlaufenden Veränderungsprozess befindet, der sich durch Risse und poröse Stellen auf der Oberfläche bemerkbar macht.

Zu einer ähnlichen Hügellandschaft mit räumlicher Tiefenwirkung verdichten sich im Blick durch die 3D-Brille (3D-Bild) auch die zunächst abstrakt erscheinenden Strukturen aus der Arbeit »3D-ma.r.s.03« (2012) von **Thomas Ruff** (\* 1958, Zell am Harmersbach, Deutschland) (Abb. 17). Mit bloßem Auge gelingt es hingegen nur schwer, einen Fokuspunkt zwischen den leicht versetzten rot-grünen Farbschleiern zu finden, welche der Künstler über eine Schwarz-Weiß-Ansicht der Marsoberfläche gelegt hat. Fotografiert wurde diese von der Raumsonde »Mars Reconnaissance Orbiter«, die seit 2006 Bilder des Planeten

– darunter auch stereoskopische Aufnahmen – aus dessen Umlaufbahn zur Erde schickt. Von der Astronomie zeigte sich Thomas Ruff bereits als junger Mensch fasziniert und verfolgt sie seit den späten 1980er Jahren auch als wiederkehrendes Sujet seiner künstlerischen Arbeit. Nach missglückten Versuchen, den Sternenhimmel fotografisch festzuhalten, begibt sich der Künstler für seine Serie »Sterne« (1989–1992) im chilenischen European Southern Observatory erstmals auf die

Suche nach astronomischen Bildern. Aus den dort erworbenen teleskopischen Aufnahmen wählt er nach subjektiven Kriterien eigene Ausschnitte aus, die er als großformatige chromogene 3D-Abzüge präsentiert. Die Kamera legt Thomas Ruff in nachfolgenden Arbeiten ganz zur Seite und konzentriert sich mit analytischem Blick auf gefundenes fotografisches Bildmaterial aus unterschiedlichen Entstehungs- und Publikationszusammenhängen. Wie bereits für seine Serie »cassini«

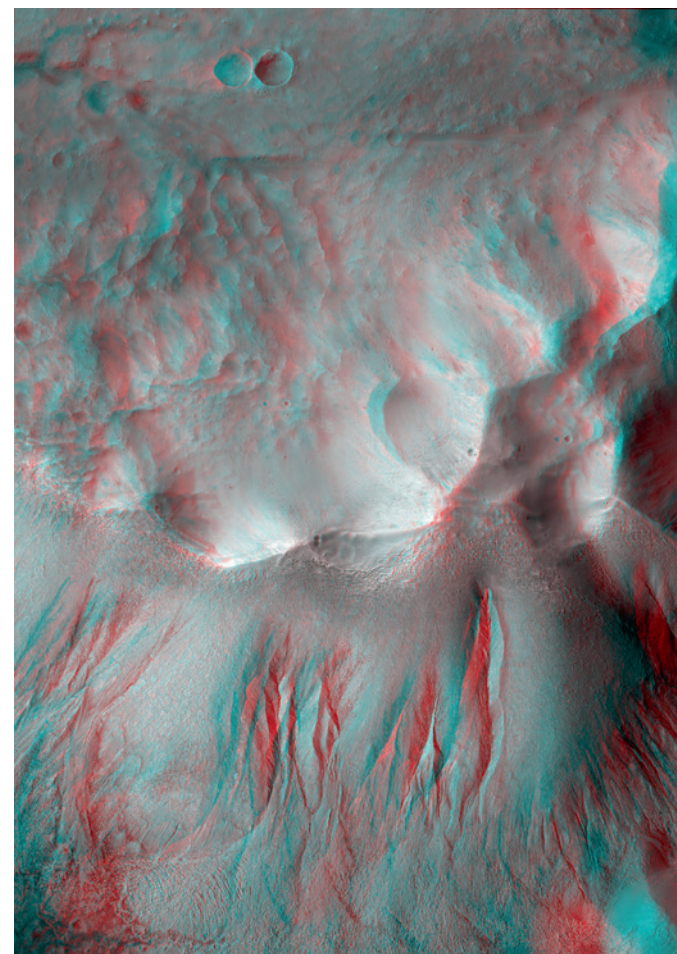


Abb. 17  
Thomas Ruff,  
3D-ma.r.s.03, 2012,  
aus der Serie: ma.r.s.

(2008–2009) greift er für »ma.r.s.« auf Bilder aus dem online zugänglichen NASA-Archiv zurück, die er durch digitale Eingriffe verfremdet. Dem zu wissenschaftlichen Forschungszwecken angefertigten technischen Bild der Marsoberfläche fügt er in »3D-ma.r.s.03« eine Komponente hinzu, die an Science Fiction erinnert: Durch die veränderte Perspektive sehen wir den Roten Planeten – so das Gedankenspiel Thomas Ruffs – mit den Augen von Weltraumreisenden, die seine Wüstenlandschaft aus einem Flugzeug beobachten.<sup>19</sup>

Wie der »Mars Reconnaissance Orbiter« liefern auch Weltraumteleskope wie Hubble oder <sup>2</sup>James Webb nur Schwarz-Weiß-Bilder des Universums. Das psychedelische Farbenspiel, das wir wie selbstverständlich mit dem Kosmos assoziieren, wird – wie bei Thomas Ruff – erst in einem zweiten Schritt von Menschenhand hinzugefügt und dient primär der Veranschaulichung wissenschaftlicher Daten. An Bilder leuchtender Galaxien oder glühender Sonneneruptionen erinnern auch die Arbeiten aus der Serie »Lycopodium« (2012) von **Raphael Hefti** (\* 1978, Neuenburg, Schweiz). Deren Entstehungsprozess lässt sich ein weiteres Mal als eine Form des wissenschaftlichen Experiments betrachten. Raphael Hefti untersucht die Eigenschaften verschiedener, meist industrieller Materialien, indem er sie bearbeitet und durch Hitze- oder Krafteinwirkung in verschiedene Aggregatzustände überführt. Für »Lycopodium« setzt der Künstler Farbfotopapier einer ungewöhnlichen <sup>2</sup>Direktbelichtung aus. Die dazu verwendete zweite Komponente seiner Versuchsanordnung findet Raphael Hefti in der

Natur. Er lässt die Sporen der Pflanze »Lycopodium clavatum«, auch Keulen-Bärlapp oder Wolfsklaue genannt, in einem abgedunkelten Raum langsam über der lichtempfindlichen Oberfläche des Papiers abbrennen. Das gelbliche Pulver erzeugt beim Verbrennen eine Explosion, die sich – wie in den »Pyrographien« von Helena Petersen – als Farbverlauf visuell in das Papier einschreibt, ohne es jedoch zu berühren (Abb. 18). Aufgrund seiner entzündlichen Eigenschaften wurde Lycopodium bereits im Mittelalter zur Erzeugung pyrotechnischer Effekte genutzt und spielte darüber hinaus eine entscheidende Rolle in der Entwicklung des Blitzes in der Fotografie.

Durch das Freisetzen großer Energiemengen entwickelt sich eine zerstörerische und zugleich schöpferische Kraft, die auch im Zentrum der künstlerischen Arbeit von **Sandra Kranich** (\* 1971, Ludwigsburg, Deutschland) steht. Als ausgebildete Pyrotechnikerin arbeitet die Künstlerin vorrangig mit dem Medium des Feuerwerks und schafft dabei ephemere Lichtzeichnungen durch kontrollierte Explosionen. Das Zerbersten der Feuerwerkskörper am Himmel verweist zugleich auf astrophysikalische Prozesse: Bevor ein Stern verglüht, leuchtet er ein letztes Mal als Supernova auf und erreicht für einen kurzen Augenblick ein Millionenfaches seiner ursprünglichen Strahlkraft. Die dabei freigesetzten Stoffe schaffen die Voraussetzungen für das Entstehen neuer Him-

Abb. 18  
Raphael Hefti,  
From the series: Lycopodium, 2012

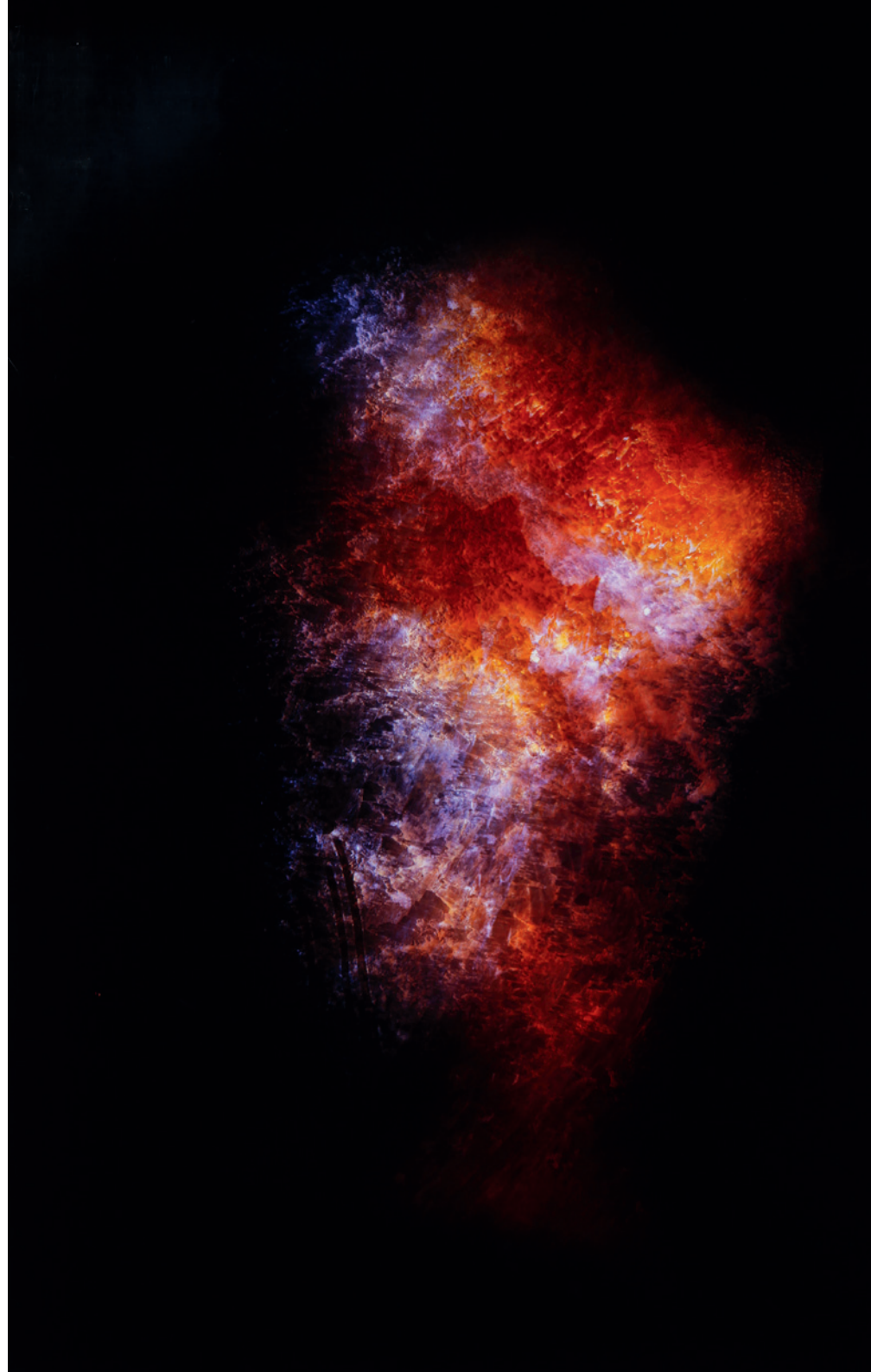




Abb. 19  
Sandra Kranich, Ohne Titel, 2014

melskörper im Universum. Der Überrest des Sterns hingegen fällt zu einem kompakten Körper zusammen, der sich zu einem  $\blacktriangleright$ Schwarzen Loch entwickeln kann. Mit diesem in weiten Teilen noch unerforschten Objekt beschäftigt sich Sandra Kranich in ihrer Arbeit an einer fortlaufenden Serie von Bleistiftzeichnungen auf Papier («Ohne Titel», seit 2019), in der sie strudelartige Bewegungen in verschiedenen Variationen untersucht (Abb. 19). Aus diesem Werkkomplex entwickelt die Künstlerin auch die wandfüllenden Drucke mit dem Titel «Vortex I» (2022), auf denen die um ein Vielfaches vergrößerten Spiralen der Dynamik eines Feuerwerks in nichts nachstehen. Die silbrige Oberfläche des Papiers deutet die Haptik der Bleistift-

striche an und lässt zugleich an Sternentstaub aus kosmischen Sphären denken. Analog zur Drehung eines  $\blacktriangleright$ Schwarzen Lochs, das Materie in Richtung seines Zentrums transportiert, nähert sich auch Sandra Kranich dem Mittelpunkt ihrer Wirbel mit dem Zeichenstift von außen nach innen. Die Künstlerin geht der Faszination des Unbekannten nach, indem sie physikalische Prozesse zeichnerisch nachvollzieht, hält jedoch das Motiv dabei bewusst offen. Zwar erlaubt «Vortex» Assoziationen zu verschiedenen Natur- und Himmelsphänomenen, aber auch als rein abstrakte Strukturen und Bewegungsaufzeichnungen entwickeln Sandra Kranichs Spiralen eine Sogkraft, die einen mitzureißen droht.

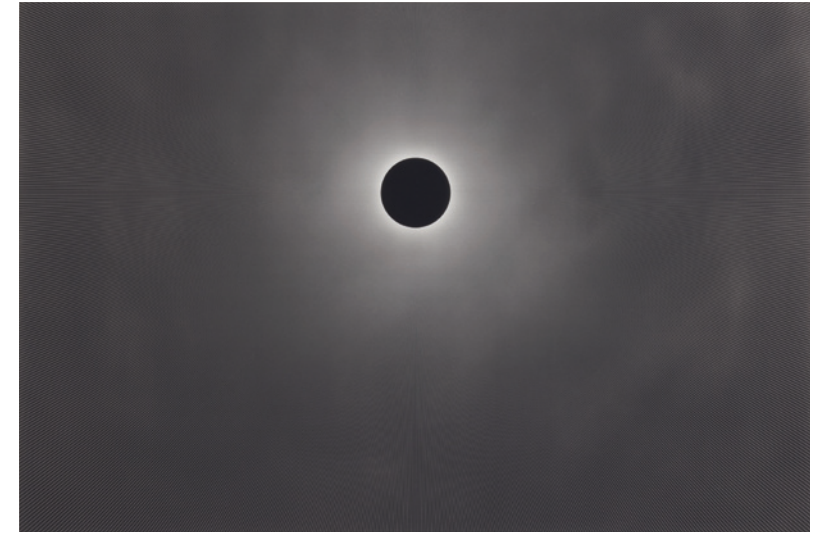


Abb. 20  
Marsha Cottrell, Untitled, 2017

**KT:** Mit Blick auf die unvorstellbare Größe des Universums nimmt sich der menschliche Erfahrungshorizont äußerst begrenzt aus. Beeindrucken lässt sich die Menschheit vom Wissen um diese Begrenztheit allerdings nicht. Im Gegenteil: Die Faszination des Universums und das Bestreben, seinen Geheimnissen auf die Spur zu kommen, bewirkt globale Anstrengungen, die Kenntnis von der Beschaffenheit und der Geschichte unseres Universums beständig zu erweitern. Etwa in der Mitte des 19. Jahrhunderts etablierte sich die Astrophysik als ein Teilbereich der astronomischen Wissenschaft. Unter der Prämisse einer »Gleichartigkeit von »Himmel und Erde«<sup>20</sup> untersuchen Astrophysiker die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Himmelskörper im Weltall: Sie erforschen beispielsweise »Informationsträger«<sup>21</sup>, die, aus dem All kommend, in die Erdatmosphäre eindringen, wie  $\blacktriangleright$ Meteoriten, deren Zusammensetzung wertvolle Hinweise auf die Gegebenheiten ihrer Herkunftsorte liefert. Fünf solcher Körper kosmischen Ursprungs aus dem Sammlungsbestand der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung können wir in unserer Ausstellung präsentieren.<sup>22</sup> Des Weiteren versucht man, in Laboren auf der Erde die Bedingungen des Weltraums zu simulieren. Dabei ist der Blick in den Himmel nach wie vor die wichtigste Grundlage der Forschung, allein die technischen Möglichkeiten haben sich gewandelt. Das menschliche Sehvermögen ist schon lange nicht mehr Ausgangspunkt der Untersuchungen, und astrophysikalische Beobachtungs-

daten haben heute mit einer sinnlichen Wahrnehmung des Himmels nichts mehr gemein. Dazu beigetragen haben technische Errungenschaften der letzten Jahrhunderte, die die Beobachtungsmöglichkeiten himmlischer Phänomene immer wieder revolutionieren. Seit dem ersten Einsatz des Fernrohrs für die Himmelsbeobachtungen durch Galileo Galilei werden die Teleskope immer größer und liefern immer noch bessere Auflösungen optischer Phänomene; die Möglichkeit, Himmelserscheinungen fotografisch festzuhalten, war ein weiterer Meilenstein; die Spektroskopie erlaubt die Ausmessung von Strahlung nach bestimmten Eigenschaften wie Energie oder Wellenlängen – auch jenseits des für den Menschen sichtbaren Lichtspektrums. Dazu kommt die Möglichkeit, die Erdatmosphäre zu verlassen, um die Erkundung des Universums »vor Ort« vorzunehmen: Teleskope wie »Gaia« oder jüngst das »James-Webb-Weltraumteleskop« werden als mobile Observatorien ins All geschickt und Raumsonden untersuchen den Mond und unsere Nachbarplaneten Mars und Venus. Seit dem Beginn der bemannten Raumfahrt im Jahr 1961 gelangt der Mensch sogar selbst in die Sphäre des Weltraums. Der knappe Abriss zeigt: In den letzten Jahrhunderten hat der Mensch immer und immer wieder als unüberwindbar geglaubte Grenzen hinter sich gelassen. Man weiß gar nicht recht, was mehr fasziniert: die enormen technischen Fortschritte, die diese permanenten Grenzüberschreitungen ermöglichen, oder die unglaublichen Beobachtungen und neugewonnenen Erkenntnisse für die Wissenschaft. Das Wissen um das Universum und die Natur des Kosmos ist mittlerweile immens. Gleichzeitig wird aber auch immer stärker Kritik an dem menschlichen Entdecker- und Expansionsbestreben laut, wenn etwa der ständig zunehmende Weltraumschrott zur Gefahr, der gigantische Ressourcenverbrauch der ohnehin schon ausgebeuteten Erde zur Bedrohung wird und man den Sternenhimmel vor lauter Satelliten<sup>23</sup> gar nicht mehr ungetrübt zu sehen bekommt.

Auch wenn uns die Aufnahmen aus dem All von Oberflächen anderer Planeten in Staunen versetzen, und die Bilder ferner Sternennebel, »Galaxien« und »Schwarzer Löcher«, die aus den gewonnenen Beobachtungsdaten mittels optischer Farbfilter visualisiert werden, überwältigend sind, übersteigt der Anblick der sprichwörtlich astronomischen Ausmaße von Raum und Zeit unser Vorstellungsvermögen. So ließe sich eine Behauptung des Astronomie-Historikers Nicholas Campion zumindest als Frage reformulieren: Kommen die Astrophysiker dem Universum bei all ihren Erkenntnissen bezüglich seiner Zusammensetzung tatsächlich näher?<sup>24</sup> Dass sich Künstlerinnen und Künstler wie Sandra Kranich oder Thomas Ruff solcher Bilder aus dem All bedienen, seiner Dynamiken oder kosmischen Strukturen und Muster, wie wir sie bei den beeindruckenden Materialausbildungen der Meteoriten beobachten können, ist vermutlich keineswegs allein dem Interesse an der bloßen Wiedergabe himmlischer Erscheinungen geschuldet. Vielleicht ist es der Versuch, die kosmischen Phänomene in der künstlerischen Auseinandersetzung greifbar werden zu lassen, sie im Schaffensprozess in den (körperlichen) Erfahrungshorizont zu holen. Es bleibt trotz aller faszinierenden Techniken der Himmel selbst, der zu den künstlerischen Annäherungsversuchen herausfordert und das Staunen in uns hervorzurufen vermag.

1 Melanie Rick: »Interview mit Jan Paul Evers«. In: Jan Paul Evers/Max Meyer (Hg.): *Modernismus fängt zu Hause an. Modernism begins at home.*, Köln 2014, S. 70–75, hier S. 72f.

2 Janet Saad-Cook u. a.: »Touching the Sky. Artworks Using Natural Phenomena, Earth, Sky and Connections to Astronomy«. In: Leonardo 21/2 (1988), S. 123–134, hier S. 130.

3 So berichtet es der griechische Philosoph Aristoteles (384–322 v. Chr.) in seiner »Eudemischen Ethik«. Zit. nach Steffen Zierholz: »Der »himmelnde« Blick nach Kopernikus und die bildkünstlerische Erneuerung des Firmaments«. In: *Der Himmel. Wunschild und Weltverständnis* (Kat. Ausst. Schloss Hohentübingen 2011), Tübingen 2011, S. 247–257, hier S. 274.

Anaxagoras (um 499–428 v. Chr.) war ein vorsokratischer Philosoph, dessen Denken u. a. durch Aristoteles überliefert ist.

4 Offenbarung des Johannes (Apokalypse) 21, 21.

5 Ernst H. Gombrich: *Die Geschichte der Kunst*, Frankfurt am Main 1996, S. 189.

6 Nikolaus Kopernikus (1473–1543) war in Ermland (Warmia, Polen), später in Frombork (Polen) als Domherr, Arzt und Astronom tätig. Bekannt ist er vor allem für seine astronomische Tätigkeit. In seinem Hauptwerk »De revolutionibus orbium coelestium« veröffentlichte Nikolaus Kopernikus nach 36 Jahren Arbeit seine Theorie vom heliozentrischen Weltsystem.

7 Neben Platon (428/427–348/347 v. Chr.) war auch sein Schüler Aristoteles Vertreter eines geozentrischen Weltbilds.

8 Hervorzuheben ist, dass Kopernikus seine Theorie der heliozentrischen Ordnung im Wesentlichen über das Studium antiker Quellen entwickelte, in denen sich bereits die Annahme eines Sonnensystems formuliert findet. Vgl. hierzu Gudrun Wolf-schmidt: »Die Genese des modernen Weltbildes mit Copernicus und Kepler«. In: *Der Himmel. Wunschild und Weltverständnis* (Kat. Ausst. Schloss Hohentübingen 2011), Tübingen 2011, S. 171–184, besonders S. 174f.

9 Sigmund Freud: »Eine Schwierigkeit der Psychoanalyse«. In: *Imago. Zeitschrift für Anwendung der Psychoanalyse auf die Geisteswissenschaften V* (1917), S. 1–7, hier S. 4; <https://www.gutenberg.org/files/29097/29097-h/29097-h.htm> [letzter Zugriff: 30.12.2022].

10 Volker Bialas: *Vom Himmelsmythos zum Weltgesetz. Eine Kulturgeschichte der Astronomie*, Wien 1998, S. 277f.

11 Alex Soojung-Kim Pang: »Technologie und Ästhetik der Astrofotografie«. In: Peter Geimer (Hg.): *Ordnungen der Sichtbarkeit. Fotografie in Wissenschaft, Kunst und Technologie*, Frankfurt am Main 2002, S. 100–141, hier S. 128ff.

12 Brief von Karl Arvidson, Manager der Photogravure & Color Co., New York an William Wallace Campbell, Direktor des Lick-Observatoriums, Kalifornien, 18. Juli 1904, Mary Lea Shane Archives, Lick-Observatory, Kalifornien, zit. nach Pang: »Technologie und Ästhetik der Astrofotografie«, S. 133.

13 Der griechische Mathematiker und Astronom Hipparchos von Nicäa (um 190–120 v. Chr.) gehört zu den Gründungsfiguren der wissenschaftlichen Astronomie. Als Erster berechnete er die genaue Position von Himmelskonstellationen auf der Basis eines Koordinatensystems und erstellte nach dieser Methode einen umfassenden Sternkatalog.

14 Vgl. Bradley E. Schaefer: »The Epoch of the Constellations on the Farnese Atlas and Their Origin in Hipparchus's Lost Catalogue«. In: *Journal for the History of Astronomy* 36/2 (2005), S. 167–196; <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/002182860503600202> [letzter Zugriff: 09.01.2023].

15 Platon entwickelt in seinem Dialog »Timaios« eine Entstehungsgeschichte des Kosmos vor dem Hintergrund seiner Ideenlehre. In diesem Zusammenhang entwirft er die fünf platonischen Körper, zu denen auch das Dodekaeder zählt. Die vier weiteren Körper ordnet der Philosoph den Elementen Feuer, Wasser, Erde und Luft zu.

16 Vgl. »Floris Neusüss«, [artnet.com](https://www.artnet.com/artists/floris-neususs/); <https://www.artnet.com/artists/floris-neususs/> [letzter Zugriff: 10.01.2023].

17 Sibylle Anderl: »Die Eroberung des Himmels«. In: *Sternenhimmel der Menschheit*; <https://sternenhimmel-der-menschheit.de/essays-interviews-filme/die-eroberung-des-himmels/seite-1> [letzter Zugriff: 09.01.2023].

18 Vgl. Rosa Barba: *On the Anarchic Organization of Cinematic Spaces – Evoking Spaces beyond Cinema*, Berlin 2021, S. 17.

19 Thomas Ruff talks about his »ma.r.s.« series. In: *Artforum*, 12.04.2013; <https://www.artforum.com/interviews/thomas-ruff-talks-about-his-ma-r-s-series-40225> [letzter Zugriff: 10.01.2023].

20 Bialas: *Vom Himmelsmythos zum Weltgesetz*, S. 355.

21 Sibylle Anderl: *Das Universum und ich. Die Philosophie der Astrophysik*, München 2017, S. 112.

22 Zu sehen sind zwei sogenannte »Individuen« mit schwarzer Schmelzkruste, die sich mit Eintritt in die Erdatmosphäre bildet. Daneben zeigen wir mit der Scheibe namens »Mundrabilla« einen außergewöhnlichen Eisenmeteorit, erklärt die Meteoritenforscherin Jutta Zipfel. Die Scheibe zeigt viele große Troilite (FeS), die mit einem FeNi-Metall verwachsen sind. Diese Ausbildung sei einzigartig und typisch für das Mundrabilla-Eisen. Auch »Henbury« ist ein Eisenmeteorit. Auf der angeätzten Oberfläche sind die Widmanstätten'schen Figuren mit mittelgroben Lamellen von Kamazit (Ni-arm) und Taenit (Ni-reich) zu erkennen. Eingelagert im FeNi-Metall sind kleine dunklere Einschlüsse von Troilit (FeS). Der 1951 in Argentinien gefundene Meteorit »Esquel« ist ein relativ grobkörniger Pallasit. Die grünen, frischen Olivine (Magnesiumsilikat Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) sind klar und durchscheinend gegen das Licht.

23 Vgl. hierzu beispielsweise Anderl: »Die Eroberung des Himmels«.

24 Nicholas Campion: »Wir sind Teil des Himmels«. In: <https://sternenhimmel-der-menschheit.de/essays-interviews-filme/wir-sind-teil-des-himmels/seite-1> [letzter Zugriff 06.01.2023].



# WeltraumWagner – Unser Bild vom Universum

Vom James-Webb-Teleskop bis zur Astrofotografie\*

In seiner Arbeit »3D-ma.r.s.03« (2012) verwendet der Künstler Thomas Ruff NASA-Bilddaten der Marsoberfläche, um sie künstlerisch zu überformen. Die Arbeit gab den Anstoß, nach der Visualisierung astrophysikalischer Messdaten zu fragen. Was genau sehen wir auf den Bildern? Unter welchen wissenschaftlichen wie ästhetischen Maßgaben werden digitale Informationen aus dem All in Bilder übersetzt? Und inwiefern tragen die Visualisierungen zur Erforschung astrophysikalischer Phänomene bei? Anlässlich der Präsentation der ersten spektakulären Aufnahmen des James-Webb-Weltraumteleskops hat sich der Journalist und hr-INFO-Weltraumexperte Dirk Wagner mit Kai Noeske und Mark McCaughrean von der European Space Agency (ESA) in Darmstadt über genau diese Fragestellungen unterhalten. Das Gespräch wurde im Rahmen der Podcastfolge »WeltraumWagner – Unser Bild vom Universum. Vom James-Webb-Teleskop bis zur Astrofotografie« mit Dirk Wagner und Oliver Günther am 27. September 2022 ausgestrahlt. Mit freundlicher Genehmigung des Hessischen Rundfunks drucken wir im Folgenden eine gekürzte, überarbeitete und von den Gesprächsteilnehmern autorisierte Transkription des Gesprächs ab.

Abb. 21

Das Bild vom Stephans Quintett des James-Webb-Weltraumteleskops der NASA enthält über 150 Millionen Pixel und wurde aus fast 1.000 einzelnen Bilddateien zusammengesetzt. Die visuelle Gruppierung von fünf Galaxien wurde von der Nah-Infrarot-Kamera (NIRCam) und dem Mittel-Infrarot-Instrument (MIRI) von Webb aufgenommen.

© NASA, ESA, CSA, STScI

\* Ein Auszug aus dem hr-Podcast WeltraumWagner, zu finden in der ARD-Audiothek.  
Creative Commons Lizenz NC-ND-BY-4.0-DE.

**Dirk Wagner:** Zunächst eine kurze Erläuterung zum Thema James-Webb-Weltraumteleskop, das im Juli 2022 der Öffentlichkeit die ersten wissenschaftlichen Bilder präsentiert hat: Dieses Teleskop, ein Nachfahre des Hubble-Weltraumteleskops, nimmt Bilder auf, indem es auf Licht reagiert, genauer auf elektromagnetische Strahlung im nahen und mittleren Infrarotbereich. Das ist ein Bereich, den wir mit bloßem Auge nicht wahrnehmen können. Erforscht wird damit vor allem zweierlei: Zum einen tasten wir uns zurück zu alten Sternen und Galaxien, also immer näher an den Urknall heran und an die kurz darauf entstandenen ersten Objekte. Zum anderen dient das Teleskop dazu, die Atmosphären von Exoplaneten zu untersuchen, also von Planeten, die um andere Sterne kreisen. Wir wissen, dass es Tausende von ihnen da draußen gibt, und es werden ständig neue entdeckt. Einige haben eine Atmosphäre, und wir fragen uns, was sie enthält, beispielsweise Wasserdampf oder andere Gase, die auf Leben hindeuten könnten. Das James-Webb-Weltraumteleskop kann präzise messen, woraus diese Atmosphären bestehen.

Gestartet ist das Teleskop am 25. Dezember 2021; es ist dann erstmal eine ganze Weile unterwegs gewesen bis zum sogenannten Lagrange-Punkt L2. Dieser Punkt eignet sich besonders für empfindliche Weltraumteleskope, die einen ungestörten Blick in den Himmel werfen sollen, abgewandt von der Sonne und der Erde. Er ist 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt und befindet sich in entgegengesetzter Richtung zur Sonne, die er mit derselben Geschwindigkeit wie die Erde

umkreist. Es handelt sich um einen Gleichgewichtspunkt im Schwerefeld des Erde-, Mond- und Sonnensystems, in dem sich also die Anziehungskräfte von Sonne und Erde in gewisser Weise ausgleichen. Da der L2-Punkt mit der Erde um die Sonne wandert, bleiben die Raumfahrzeuge relativ zur Erde positioniert und folgen der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne.

Beim Start war das Teleskop zusammengeklappt und musste wie eine Art Weltraum-Origami nach und nach ausgeklappt werden. Nach 30 Tagen war das geschafft. Nun galt es, die Messgeräte zu kalibrieren und Probeaufnahmen zu machen, um dann im Juli 2022 die ersten wissenschaftlichen Aufnahmen präsentieren zu können – Aufnahmen, die sofort in allen Zeitungen und im Fernsehen erschienen sind. Die für mich beeindruckendste Aufnahme ist das Bild vom Carina-Nebel (Abb. 23). Das ist eine Region im Universum mit zahlreichen Gas- und Staubwolken, aus denen sich aktuell neue Sterne bilden. Auch unser Sonnensystem ist so entstanden. 7.600 Lichtjahre ist diese Konstellation entfernt. [...] Das zweite Bild, das wirklich ästhetisch aussieht, ist der Südliche Ringnebel, ebenfalls eine Gaswolke, die sich immer weiter ausdehnt und mittlerweile einen Durchmesser von einem halben Lichtjahr hat. Zur Erinnerung: Ein Lichtjahr ist die Entfernung, die das Licht in einem Jahr zurücklegt. Also ziemlich weit weg.

**Oliver Günther:** Ich bin bei deinen Ausführungen gerade daran hängengeblieben, dass und wie du den Begriff »ästhetisch« benutzt hast. »Sieht sehr »ästhetisch« aus ...«. Wie meinst du das?

**DW:** Die Weltraumteleskope selbst liefern uns ja vor allem Zahlenkolonnen. Interessant ist nun in der Tat, wie die Fachleute diese Zahlen visualisieren, also in Bilder übersetzen. Denn das provoziert die Frage, was wir da eigentlich sehen. Würden wir das, was wir da sehen, auch mit bloßem Auge erkennen? Und offenbar sind wir Menschen so gepolt, dass wir, wenn wir in einer klaren dunklen Nacht in den Sternenhimmel sehen, in den Bann gezogen werden. Als eines dieser ersten Bilder ist das Stephens Quintett veröffentlicht worden, eine Gruppe von fünf Galaxien im Sternbild Pegasus, die erst 1877 entdeckt worden ist, 290 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt (Abb. 21). Das ist eine Besonderheit, da hier die Galaxien relativ eng beieinanderstehen, aber in den Bildern des Webb-Teleskops erkennt man unglaublich viele Details. Es gibt noch ein weiteres spektakuläres Bild von extrem weit entfernten Galaxien, genauer einem Galaxienhaufen mit der Bezeichnung SMACS J0723.3-7327. Einige dieser Galaxien, die wir da sehen, oder Sterne – es sind ja letztlich Gruppierungen von Sternen – sind 12 Milliarden Lichtjahre entfernt. Das ist ein sogenanntes Deep Field Image, also ein sehr tiefer Blick ...

**OG:** »Tief« heißt dann wirklich kurz bzw. unmittelbar nach dem Urknall?

**DW:** Ja, in astronomischen Dimensionen betrachtet relativ kurz danach. Man hofft, sich mit dem James-Webb-Weltraumteleskop bis auf etwa 300 Millionen Jahre an den Urknall heranarbeiten zu können. Die Sterne und die Galaxien müssen sich ja erst einmal bilden, um das Licht auszu-

senden, das wir noch heute – in den Infrarotbereich verschoben, daher auch dieser besondere Blick von James Webb – wahrnehmen können. Aber ja, es ist auch ein Blick zurück in die Vergangenheit. [...]

Weiterhin wurde das Spektrum eines Exoplaneten namens WASP-96b gezeigt. Dieser Planet ist riesig, ungefähr halb so groß wie Jupiter, der größte Planet in unserem Sonnensystem. Trotz der Entfernung von 1.150 Lichtjahren kann man allein aus den Lichtdaten (mehr hat man ja nicht) erkennen, woraus seine Atmosphäre besteht. Es ist übrigens kein Planet, auf dem wir leben könnten, denn er rast in dreieinhalb Tagen um seine Sonne. Es wurde also dieses Spektrum gezeigt, die Emissionslinien des Wassers, die im Spektrum bestimmte charakteristische Linien hinterlassen, woran wir erkennen können, welche Stoffe enthalten sind. [...] Und damit sind wir wieder bei unserer Frage: Wie genau werden diese Daten eigentlich bearbeitet und verarbeitet? Darüber hatte ich bereits im Juli anlässlich der Präsentation dieser ersten Bilder im ESOC (European Space Operations Centre) in Darmstadt mit Kai Noeske gesprochen, Astrophysiker und bei der ESA für die Öffentlichkeitsarbeit in Zusammenhang mit dem James-Webb-Weltraumteleskop zuständig. Mein zweiter Gesprächspartner war Mark McCaughrean, wissenschaftlicher Berater der ESA und damit ebenfalls jemand, der mit den Daten von James Webb arbeitet. Wir haben uns damals die Frage gestellt, ob das, was wir da sehen, eigentlich Wissenschaft ist – oder schon Kunst?

**DW:** Ich bin hier im ESOC, im Europäischen Raumflugkontrollzentrum in Darmstadt, wenige Minuten nach der Präsentation der ersten offiziellen Bilder des James-Webb-Weltraumteleskops. Kai Noeske und Mark McCaughrean schauen mich erwartungsvoll an. Kai, ich weiß, du hast auf diesen Moment mit großer Anspannung gewartet. Heute fiel schon ziemlich oft das Wörtchen »Wow« – war auch für dich so ein »Wow-Moment« dabei?

**Kai Noeske:** Der war tatsächlich dabei, und zwar vor allem, als ich die weit entfernten Galaxien sah. Zum einen hat mir das vor Augen geführt, was uns das Webb-Teleskop, dessen »Blick« wesentlich länger ist als der des Hubble-Teleskops, tatsächlich zeigen kann: eine Vollständigkeit des jungen Universums, die das Hubble nicht wiedergeben konnte, ganz einfach deshalb, weil James Webb im Infrarotbereich beobachtet. Zum anderen konnte ich auch die Spektren erkennen, die das aufgespaltene Licht entfernter Galaxien zeigt. [...] Und wie qualitativ hochwertig diese Linien sind, wie klar man ausmachen kann, welche Stoffe sie enthalten, aber auch, wie deutlich man erkennen kann, wie hoch die Temperaturen sind, die Geschwindigkeiten, und dann die Qualität dieser Spektren bei einer Galaxie, deren Licht vielleicht 12 bis 13 Milliarden Jahre zu uns gebraucht hat. All das hat mich buchstäblich vom Sockel gehauen.

**DW:** Wir kennen ja bereits Bilder vom Hubble-Weltraumteleskop, Objekte, die auch heute bei dieser Präsentation wieder dabei waren, zum Beispiel der Carina-Nebel. Jetzt werden uns die Bilder allerdings vom Webb-Weltraumteleskop präsentiert. Man erkennt deutlich die höhere Auflösung – aber was ist wirklich besser an diesen Bildern?

**KN:** Es geht gar nicht so sehr um die Auflösung; James Webb hat im Infrarotbereich etwa dieselbe Auflösung wie das Hubble-Teleskop im sichtbaren Licht- oder im UV-Bereich. Das Besondere ist vielmehr, dass wir all das nun mit derselben Auflösung im Infrarotbereich haben! Denn die Infrarot-Wellenlängen erlauben zum einen, noch tiefer in die Entstehung von Sternen und Planeten vorzudringen, weil wir tiefer in die Staub- und Gaswolken hineinsehen können. Zum anderen geben sie uns aber auch alternative Informationen, zum Beispiel über Spektrallinien und damit Temperaturen, über die Zusammensetzung oder Bewegungen von Gasen und der Himmelsobjekte, aus denen wir ablesen können, wie die Mechanismen funktionieren. Das heißt, das Webb-Teleskop bringt uns nicht nur hinsichtlich der Auflösung weiter, sondern auch in den physikalischen Details. Und genau das sind die Bausteine, die nötig sind, um die Forschung voranzubringen, Bausteine, die bislang gefehlt haben und für die das James-Webb-Weltraumteleskop entwickelt wurde.

**DW:** Mark McCaughrean, das Teleskop funktioniert – das ist ja an sich schon eine Leistung! Wir haben damals vor dem Start

miteinander gesprochen und Sie haben mir erklärt, wie viele Mechanismen in diesem Zusammenhang ineinandergreifen und funktionieren müssen. In welchem Zustand ist das Teleskop heute?

**Mark McCaughrean:** Für mich persönlich endet heute ein 24-jähriges Abenteuer und beginnt ein neues, das vielleicht 20 Jahre dauern wird. Das Teleskop funktioniert, möglicherweise sogar besser als geplant. Aber natürlich nicht aus purer Magie, sondern dank der Arbeit von etwa 20.000 Menschen – Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, Ingenieurinnen und Ingenieuren und Tausenden anderer Leute, die sich ungefähr 20 Jahre intensiv damit beschäftigt haben. Das ist jetzt definitiv ein Höhepunkt unserer Mission, eine Tür, die wir aufgestoßen haben.

**DW:** Und das Teleskop kann ja offenbar auch länger im Weltraum betrieben werden als ursprünglich vorgesehen.

**MM:** Genau, weil die Ariane-Rakete 5 uns am 1. Weihnachtsfeiertag 2021 so präzise auf den Weg zum Lagrange-Punkt L2 gebracht hat, dass wir Treibstoff sparen konnten, den wir nun in späteren Phasen für das Teleskop nutzen können. Wir haben jetzt genug Treibstoff für etwa 20 Jahre, nicht nur für 10. Das ist für die ESA, aber auch für die Wissenschaft insgesamt, natürlich ein großer Erfolg. [...]

**DW:** Wir sprechen ja immer von »Bildern«. Die Aufnahmen, die das James-Webb-Weltraumteleskop macht, spielen sich in einem Bereich ab, den wir mit dem bloßen Auge nicht wahrnehmen können, im

nahen oder mittleren Infrarot. Das heißt, es handelt sich nicht um Fotos im klassischen Sinne. Wir haben heute Bilder gesehen, die wie die von Hubble stark an Fotos erinnern, auch in den Farben. Aber sieht es da wirklich so aus? Im Infrarotbereich vermutlich eher nicht. Wie kommt das also zustande?

**KN:** Ja, Mark lacht schon. Auch er ist ein langjähriger Astronom und ein großer Freund der Bildbearbeitung ... Es ist ja so, dass alle diese Teleskope eigentlich farbenblind sind. Es sind Detektoren, in die ein Filter integriert ist, was bedeutet, dass man durch diesen Filter beobachtet – zum Beispiel einen bestimmten Wellenlängenbereich. Und dann setzt man das zu einem Bild zusammen. Beim Hubble-Teleskop arbeitet man mit sichtbarem Licht; hier gibt es eine Standard-Palette, nach der man den bestimmten Filtern – sichtbaren Lichtfiltern – bestimmte Farben zuordnet. Diese Palette sorgt für die charakteristischen Hubble-Bilder. Beim Webb-Teleskop arbeitet man mit einer ähnlichen Palette, hat aber bei nicht mehr sichtbaren Wellenlängen natürlich eine ganz andere gestalterische Freiheit. Meistens geht man immer noch so vor, dass man den langwelligen Filter dem Roten zuordnet, den kurzwelligen dem Blauen; das macht man übrigens auch so, wenn man beispielsweise Röntgenstrahlen und Radiowellen kombiniert.

**DW:** Damit wären wir auf der anderen Seite des Spektrums ...

**KN:** ... in einem ganz anderen Spektralbereich, ja. Als wir eben diese fünf Gala-

xien, das Stephans Quintett, angeschaut haben, war das erste Bild, das Mark gezeigt hat, das Bild einer Nahinfrarot-Kamera, ein NIRCam-Bild, kombiniert mit der MIRI-Kamera (Abb. 21), also einem Instrument zur Beobachtung im mittleren infraroten Lichtspektrum (Mid Infrared Instrument). Man sieht folglich die Sterne und das Gas. Im darauffolgenden Bild ging es um andere MIRI-Filter, genau genommen drei MIRI-Filter auf einmal, die dazu dienen, bestimmte polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe ausfindig zu machen. Für diese MIRI-Kamera wurde am Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg ein Filterrad gebaut, mit dem die jeweils passenden Filter für verschiedene Wellenlängen vor den Bildsensor geschwenkt werden können.

Die Galaxien beispielsweise, über die wir gerade sprechen, sehen ein bisschen aus wie »Skittles«, dieses amerikanische bunte Zuckerzeug. Das kommt daher, dass in bestimmten Filtern gerade dieser eine Wellenlängenbereich betont wird und diese quietschbunten Farben produziert. Die Farbpaletten sind in den beiden Bildern nicht zwingend dieselben. Man hat einfach eine andere Gestaltungsfreiheit, um einen wissenschaftlichen Sachverhalt oder ein Detail herauszuarbeiten.

**DW:** Da sind wir wieder bei dem Punkt, den Oliver immer anspricht. Wenn das gar nicht die echten Farben sind, die ich hier mit meinen Augen sehe – was heißt dann eigentlich »echte Farben«? Also noch einmal: Ist das noch Wissenschaft oder ist es schon Kunst? Du hast ja auch von gestalterischer Freiheit gespro-

chen. Hier machen sich doch gewisse Zweifel breit.

**KN:** Ich gebe die Frage gleich an Mark weiter, aber mein Votum lautet: Es ist Wissenschaftsdatenvisualisierung, gerade das Herausarbeiten!

**MM:** Ich würde sagen, es ist beides, Wissenschaft und Kunst. Nehmen wir die »Pillars of Creation«, die Adler-Nebel ...

**DW:** ... dieses berühmte Bild des Hubble-Teleskops, das zeigt, wo die Sterne entstehen ...

**MM:** ... von 1995, ja. Dieses Bild ist überwiegend grün und blau, es sieht aus wie unter Wasser aufgenommen. Grundsätzlich ist es so: Um ein Farbbild zu erstellen, nimmt man normalerweise drei separate Schwarz-Weiß-Bilder auf, die durch Filter mit unterschiedlichen Wellenlängen – z. B. Rot, Grün und Blau – hindurchgehen, und kombiniert sie dann. Wenn diese Filter ziemlich breit sind und die tatsächlichen roten, grünen und blauen Teile des Spektrums abdecken, werden die Farben »echt«. Man kann aber auch drei beliebige Bilder durch drei beliebige Filter schicken und sie als »Rot«, »Grün« und »Blau« addieren, um ein Farbbild zu erhalten, auch wenn die Filter selbst nicht wirklich dem visuellen Rot, Grün und Blau entsprechen. So verhält es sich auch mit dem berühmten HST-Bild des Adler-Nebels, das du erwähnst: Die verwendeten Filter waren schmalbandig und auf spezielle Emissionslinien ausgerichtet, und zwei von ihnen lagen von der Wellenlänge her direkt nebeneinander, auch wenn sie

unterschiedliche physikalische Eigenschaften aufnahmen. Beide liegen im sichtbaren roten Teil des Spektrums, aber als das Bild gemacht wurde, wurde eines als (wenn ich mich richtig erinnere) grün und das andere als rot eingestuft. Die Farben sind zwar im wissenschaftlichen Sinne von Bedeutung, da sie zeigen, wo die unterschiedlichen physikalischen Vorgänge stattfinden, aber wir Menschen können sie nicht sehen.

**DW:** Das heißt, ich würde ohne jede Bearbeitung nur ein Bild mit Rot-Tönen sehen, die in der Wahrnehmung womöglich gar nicht genau voneinander unterschieden werden können. Ich würde also gar nichts erkennen!

**MM:** Ja, genau. Aus diesem Grund ist es natürlich wichtig, beispielsweise Emissionslinien in verschiedenen Rot-, Grün- und Blautönen wiederzugeben. Und auch hier haben wir diverse Möglichkeiten. So verfügt ein Ort vielleicht über mehr Stickstoff, ein anderer über mehr Wasserstoff oder die Temperatur ist höher. Da die verschiedenen Gase Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen aussenden, sind die Filter, mit denen wir arbeiten, oft so konstruiert, dass sie nur Licht mit diesen Wellenlängen durchlassen, um das jeweilige Gas im Bild zu isolieren. Hier kommt dann also doch auch wieder die Wissenschaft ins Spiel. Aber zugleich trifft man immer eine Auswahl. Ich werde zum Beispiel in den nächsten Monaten mit dem James-Webb-Weltraumteleskop das Zentrum des Orion-Nebels erkunden, mit 12 Filtern. Welche Filter soll ich dann in den Bildern anwenden? Wie viele

Kombinationen lassen sich mit 12 Filtern durchspielen?

**DW:** Auf jeden Fall gibt es viel Raum für Kreativität. Aber, und das ist glaube ich das Entscheidende, die Daten, mit denen Sie bzw. die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weltweit arbeiten, sind ja echt. Was ich interessant fand bei der Präsentation heute: Es gab nicht nur diese Poster-Bilder, die einfach überwältigend sind. Es gab auch eine Präsentation, bei der lediglich ein Spektrum gezeigt wurde von einem Exoplaneten, also von einem weit entfernten Planeten, der einen anderen Stern umkreist. Und das war im Prinzip einfach eine Verlaufskurve, bei der an ein paar Stellen »water« vermerkt war, also eine Wasserdampflinie. Das fand ich interessant, denn es zeigt, dass man selbst mit einem Grafem, einem Spektrum, einer Kurve etwas kommunizieren kann.

**KN:** Wir bemühen uns auch, immer besser darin zu werden, Prozesse oder Dinge darzustellen, die sich eben nicht im Bild veranschaulichen lassen. Und hier spielt die Kommunikation eine große Rolle. Wir brauchen fähige Grafikerinnen und Grafiker, die gemeinsam mit uns gute Visualisierungen entwickeln. Das kostet Zeit und Mühe, das bedeutet, sich zusammensetzen und zu gucken, wie man das, worum es geht, am besten darstellt. Es ist wichtig, diese Brücke zu schlagen, denn die Leute, die die Grafiken machen, haben häufig keinen wissenschaftlichen Hintergrund und stellen genau deshalb die richtigen Fragen: Wie muss man das umsetzen, damit eine breitere Öffentlichkeit es versteht? [...]



**MM:** Interessant für uns, aber auch ein großes Problem – ein gutes Problem! – ist, dass wir nicht nur Spektren von einem Objekt haben und dann noch ein Objekt. Die europäischen NIRSpec- und MIRI-Instrumente haben einen Modus namens Integralfeldspektroskopie, bei dem sie einen kleinen Teil des Himmels betrachten und für jedes Pixel in einem 2D-Bild ein Spektrum liefern, d. h. die Verteilung des Lichts in Abhängigkeit von der Wellenlänge. So entsteht eine Art 3D-Würfel der Region, wobei der 2D-Teil das Bild und die dritte Dimension die Wellenlänge ist. Man kann dann durch den Würfel gehen und spezielle Wellenlängen auswählen, die bestimmten Gasen entsprechen, um (sich) ein Bild von diesem Gas zu machen.

**DW:** Und wie zeigt man das? Wahrscheinlich am besten mit einer Stereobrille, dreidimensional.

**MM:** Das hängt natürlich davon ab, was man hervorheben will. Eines der Bilder heute hat Giovanna Giardino zusammen mit mir hier im ESOC präsentiert: das Bild von dem Schwarzen Loch in einer dieser Galaxien im Stephans Quintett. Dieses Bild zeigt nicht nur Gas und wo es am hellsten aufscheint, sondern auch seine Geschwindigkeit. Das Gas bewegt sich nämlich manchmal so schnell, dass sich die Wellenlänge, bei der es Licht aussendet, ändert. Wenn Sie also jedes Pixel in Ihrem 2D-Bild betrachten und sehen, bei welcher Wellenlänge das Gas seinen Helligkeitsspitzenwert erreicht, können Sie eine Karte der Geschwindigkeit des Gases erstellen. Wir können also Bilder entwerfen,

indem wir Geschwindigkeiten visuell übersetzen: Wie läuft dieses Gas ins Schwarze Loch? Das ist natürlich zentral für die Wissenschaft – aber für die Kommunikation stellt es eine Herausforderung dar.

**DW:** Die Diskussion zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeitsarbeit hat also eine große Bedeutung, kann aber auch durchaus mal länger dauern.

**MM:** Diese Diskussion ist essenziell. Denn es ist letztlich das Publikum, das all das bezahlt und das daher von unserer Mission etwas erfahren können muss.

**DW:** [...] Das Teleskop fängt ja nun gerade erst an, Daten zu liefern. Auf welche zukünftige Entdeckung oder auf welchen Moment freuen Sie sich am meisten, Mark McCaughrean?

**MM:** [lacht] Natürlich auf meine eigenen Daten vom Orion-Nebel, protostellaren Scheiben usw., dem Ort, wo gerade ein Stern entsteht und sich später einmal Planeten bilden können. Ich habe über 24 Jahre lang auf diesen Moment gewartet und bin natürlich begeistert, das zu sehen. Das ist ein Erfolg, der allen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zugutekommt. Unser Ziel besteht einfach darin, diese ersten Galaxien zu finden, Exoplaneten und so weiter, und wir werden neue entdecken, auch wenn ich im Moment natürlich nicht weiß, welche.

**DW:** Die berühmten »unknown unknowns«, die unbekanntes Unbekanntes. Kai Noeske, wie steht es mit Ihnen?

**KN:** [lacht] Die unbekanntes Unbekanntes sind auch mein Favorit. Es gibt aber noch etwas anderes, und zwar habe ich mit früheren Teams sogenannte Cosmological Survey Fields, also extrem ausgedehnte Deep Field-Aufnahmen hergestellt. Mit dem Hubble-Teleskop konnte ich einen solchen Satz Beobachtungen designen und auch mit auswerten. Mit dem Spitzer-Teleskop haben wir die Felder, die seitdem von allen anderen Teleskopen nachbeobachtet werden – jetzt eben auch mit dem James-Webb-Weltraumteleskop –, eigentlich erst definiert. Es ist großartig, zu sehen, wie die Daten, die wir damals mit Hubble, Spitzer, Chandra, XMM aufgenommen haben, als Felder aussehen, wenn Webb sie beobachtet, und welche wissenschaftlichen Daten dadurch gewonnen werden können. Wir haben zum Beispiel herausgefunden, dass Galaxien – wie Sterne auch – eine Art Hauptreihe haben und dass sie abhängig von ihrer Masse über eine innere Uhr verfügen, die dafür zuständig ist, wie schnell sie sich entwickeln. Zu sehen, bis zu welchen Zeiten im Universum das funktioniert, zu sehen, ob das auch universell gelingt, und im galaxieweiten Bild zu sehen, wie Sternentstehung funktioniert – all das wird mir sicherlich viel Freude bereiten.

**DW:** Was ist eine Hauptreihe?

**KN:** Wenn man sie in Helligkeit gegen Temperatur in ein Diagramm einträgt, ergibt sich eine Linie, wo die meisten Sterne, während ihrer »Hauptlebenszeit«, während der sie eben in ihrem Zentrum Wasserstoff zu Helium verbrennen, leben.

In dem Augenblick, wo sie ihren inneren Treibstoff verbraucht haben, wandern sie auf andere Zweige ab und werden dann zu Blauen, Roten usw. Riesen, zu Weißen Zwergen oder zu Supernovae. Die Hauptreihe ist also praktisch die Reihe, auf der Sterne den größten Teil ihrer Lebenszeit verbringen – übrigens zum Glück auch unsere Sonne!

**DW:** Sterne, bei denen auch wir als Menschen uns wohlfühlen können.

**MM:** Ja ... aber nur für fünf Milliarden Jahre.

**DW:** Ok. Bis dahin treffen wir uns nochmal. Mark McCaughrean, Kai Noeske, vielen Dank!

## Fototechnische Begrifflichkeiten

### Film

Unter Film versteht man eine biegsame Folie, die mit einer lichtempfindlichen Emulsion versehen ist und als Trägermaterial zur Aufnahme von Lichtbildern durch eine analoge Foto- oder Filmkamera dient. Man unterscheidet unter anderem zwischen Negativ- und Diafilm sowie Schwarz-Weiß- und Farbfilm. Filme gibt es zudem in unterschiedlichen Lichtempfindlichkeiten, die als ASA- bzw. ISO-Zahl angegeben werden, und in verschiedenen Größen. In der Fotografie kommen vor allem Kleinbild-, Mittel- und Großformatfilm zum Einsatz. Im Bereich des Bewegtbilds gilt 35mm-Film als Standard und wird auch als Normalfilm bezeichnet. Kleinere Formate wie Super-8 oder der 16mm gehören daher zu den Schmalfilmen.

### Abzug

Als Abzug bezeichnet man die digital oder analog hergestellte Positivkopie eines Negativfilms (≈Film) auf Fotopapier. In der Schwarz-Weiß-Fotografie findet vor allem der Silbergelatine-Abzug Anwendung. Die Belichtung erfolgt dabei auf Papier, das mit einer Suspension aus lichtempfindlichen Silber-salzen in Gelatine beschichtet ist. Erst im chemischen Entwicklungsprozess wird das Bild durch die Reaktion der Silbersalze sichtbar. Ein chromogener Abzug dagegen entsteht durch die Vergrößerung eines Farbnegativs unter Verwendung von Farbfiltern. Farbfotopapier enthält drei übereinanderliegende Emulsionen, die während der Entwicklung die Primärfarben Gelb, Magenta und Cyan hervorbringen.

### Handabzug

Werden die Arbeitsschritte zur Herstellung eines fotografischen Abzugs (≈Abzug) in der Dunkelkammer von Hand durchgeführt, spricht man von einem Handabzug. Dazu gehören sowohl die Vergrößerung und Belichtung des Negativs auf Fotopapier als auch der chemische Prozess des Entwickelns und Fixierens. Die Möglichkeit der individuellen Gestaltung durch manuelle Eingriffe in den

Herstellungsprozess unterscheidet den Handabzug von maschinellen Verfahren. Ein vom Künstler oder der Künstlerin selbst hergestellter Handabzug wird auch »Vintage Print« genannt.

### Digitale Belichtungsverfahren

Nicht nur analoge Negative, sondern auch digitale Bilddaten lassen sich auf ein lichtempfindliches Trägermaterial belichten. Die digitale »Ausbelichtung« ist das Ergebnis eines fotochemischen Prozesses und unterscheidet sich damit vom Tintenstrahl-druck (≈Digitale Druckverfahren). Ein Computer steuert die Belichtung einer Datei auf Fotopapier durch LEDs oder Laser. Im Anschluss erfolgt – wie auch im analogen Verfahren (≈Abzug) – eine chemische Entwicklung und Fixierung. Zu den qualitativ hochwertigsten digitalen Belichtungsverfahren gehört der Lambda-Print, dessen Name sich von dem Belichtungssystem »Lambda 130« der Firma Durst herleitet.

### Analoge Druckverfahren

Beim Siebdruck wird zunächst eine Schablone hergestellt, indem das Druckbild entweder von Hand oder durch ein fotochemisches Verfahren auf einen mit Gewebe bespannten Rahmen übertragen wird. Anschließend wird Farbe mit einer Rakel über den Rahmen gezogen und auf das darunterliegende Papier gedruckt. Der Platin-druck gehört zu den historischen fotografischen Edeldrucktechniken und ist eine Form der Direktbelichtung. Das Negativ wird dazu durch Tageslicht direkt auf die Oberfläche eines Papiers belichtet, das zuvor mit einer speziellen platin- und eisenhaltigen Lösung behandelt wurde.

### Digitale Druckverfahren

Pigmenttintenstrahl-druck und Laserdruck sind digitale Druckverfahren, die von einer Bilddatei ausgehen. Beim Pigmenttintenstrahl-druck wird pigmenthaltige Tinte in winzigen Tröpfchen von einem beweglichen Druckkopf zeilenweise auf das Papier gebracht. Die Funktionsweise von Laser-druckern beruht auf einem elektrofotografischen Verfahren. Das Druckbild wird auf eine Bildtrommel übertragen, indem diese durch Laserbestrahlung elektrisch aufgeladen wird. Die feinen Partikel des Tonerpulvers haften an den geladenen Bereichen

der Trommel und werden durch Rotation auf das Papier gedruckt. Mit einer heißen Walze wird das Bild anschließend fixiert.

### Collage

Eine Collage entsteht durch das Zusammenfügen unterschiedlicher Materialien zu einer neuen Einheit. In der bildenden Kunst entwickelte sich das Verfahren zu Beginn des 20. Jahrhunderts zunächst im Kubismus, dessen Vertreterinnen und Vertreter Zeitungsausschnitte und andere Fragmente des Alltagslebens in ihre Malereien einarbeiteten. Der Begriff leitet sich ab vom französischen Verb »coller« (kleben) und bezieht sich auf die Technik des Zerschneidens und Zusammenlebens verschiedener Bildelemente auf Papier. Für das Kombinieren von filmischem oder fotografischem Material verwendet man auch den Begriff der »Montage«.

### 3D-Bild

Durch eine spezielle 3D-Brille betrachtet erzeugt ein 3D-Bild den Eindruck von Räumlichkeit. Dieser Effekt beruht auf dem Prinzip der Stereoskopie, das heißt der zeitgleichen Verarbeitung der Sinnes-eindrücke beider Augen in der menschlichen Wahrnehmung. Im 3D-Bild überlagern sich zwei Bilder in den Komplementärfarben Rot und Grün, die durch die entsprechend eingefärbten Linsen der 3D-Brille jeweils nur von einem der beiden Augen wahrgenommen werden. Durch die Kombination der zwei unterschiedlichen visuellen Eindrücke im Gehirn entsteht eine optische Täuschung, die die Illusion von Tiefe vermittelt.

### Fotogramm

Ein Fotogramm ist eine Form der kameralosen Fotografie und entsteht durch direkte Belichtung eines Objekts auf Fotopapier. Dazu wird das Objekt in der Dunkelkammer unmittelbar auf der lichtempfindlichen Oberfläche des Papiers platziert und verdeckt diese in Teilen während des Belichtungs-vorgangs. Im anschließenden chemischen Entwicklungsprozess verdunkeln sich nur die belichteten Bereiche, wodurch sich die Silhouette des Objekts hell vom Untergrund abhebt. Je nach materieller Beschaffenheit und Lichtdurchlässigkeit des verwendeten Gegenstands erscheint er im Fotogramm mehr oder weniger flächig und scharf umrissen.

### Direktbelichtung

Ausgehend vom Fotogramm (≈Fotogramm) entwickeln Künstlerinnen und Künstler verschiedene kameralose Bildgebungsverfahren, die das Prinzip der Direktbelichtung aufnehmen und weiterführen. Als Lichtquelle für ihre »Pyrographien« etwa dient Helena Petersen das Mündungsfeuer einer Schuss-waffe, die sie im Dunkeln über Fotopapier abfeuert. Durch die Explosion des Schießpulvers wird das Papier belichtet und von Schmauchspuren gezeichnet. Für seine Serie »Lycopodium« macht sich Raphael Hefti die entzündliche Eigenschaft von Bärlapp-Sporen zunutze, die er langsam über der Oberfläche von Farbfotopapieren verbrennt und diese somit graduell dem Licht aussetzt.

Sonja Palade

# Astrophysikalische Begrifflichkeiten

## Universum

Das Universum ist die Gesamtheit von Raum, Zeit, Materie und Energie, die existiert oder jemals existiert hat. Es umfasst das beobachtbare Universum, also das, was wir mit Teleskopen sehen können, sowie alles, was darüber hinaus existieren könnte. Das Konzept des Universums ist seit Jahrhunderten ein Thema philosophischer und wissenschaftlicher Untersuchungen. Die moderne Urknalltheorie gründet auf der Allgemeinen Relativitätstheorie ( $\supset$  Relativitätstheorie); sie besagt, dass das Universum als Singularität unendlicher Dichte und Temperatur begann und sich seit seiner Entstehung vor etwa 13,8 Milliarden Jahren als Ganzes ausdehnt und abkühlt. Dieses Modell beschreibt die beobachtete kosmische Dynamik am besten.

## Kosmos

Die Begriffe »Kosmos« und »Universum« werden in der Astrophysik oft als Synonyme verwendet, wenn es um die Gesamtheit von Raum, Zeit, Materie und Energie geht. Als Kosmologie wird ein spezieller Forschungsbereich der Astrophysik bezeichnet, der versucht, die Natur und die globale Entwicklung des Universums als Ganzes zu verstehen. Der Begriff »Kosmos« stammt aus dem Altgriechischen und bedeutete ursprünglich »harmonische Ordnung« im Gegensatz zum »Chaos«. In diesem Sinne spricht man in der Naturwissenschaft auch vom »Mikrokosmos«, wenn es beispielsweise um die Gesetzmäßigkeiten der atomaren Welt geht.

## Galaxie

Eine Galaxie ist eine große Gruppe von Sternen, Gas und Staub, die durch die Schwerkraft miteinander verbunden sind. Sie können zwischen einigen hundert Millionen und mehreren hundert Milliarden Sternen enthalten und es gibt sie in einer Vielzahl von Formen und Größen. Spiralgalaxien bestehen aus einer flachen, rotierenden Scheibe aus Sternen und Gas. Ihr typischer Durchmesser beträgt einhunderttausend Lichtjahre. Elliptische Galaxien haben im Allgemeinen eine ovale Form; sie ent-

halten kaum Gas und nur wenige junge Sterne. Irreguläre Galaxien haben dagegen keine klar definierte Form und enthalten oft eine große Anzahl junger, heißer Sterne.

## Milchstraße

Die Milchstraße – auch als die »Galaxis« bezeichnet – ist diejenige Galaxie ( $\supset$  Galaxie), in der sich unser Sonnensystem befindet. Es handelt sich um eine Balkenspiralgalaxie mit einer zentralen Ausbuchtung und einer flachen Scheibe aus Sternen und Gas. Sie enthält schätzungsweise über zweihundert Milliarden Sterne und ist etwa 13,6 Milliarden Jahre alt. Am nächtlichen Himmel erscheint uns unsere Heimatgalaxie als helles schmales Lichtband, das sich über den gesamten Himmel zu erstrecken scheint – daher der Name »Milchstraße«. Dieses Band entsteht durch das kombinierte Licht der Sterne der galaktischen Scheibe, innerhalb derer wir uns befinden.

## Sonnensystem (+ unser Sonnensystem)

Sterne – wie unsere Sonne – sind selbstleuchtende Objekte, in deren Zentrum Energie durch Kernfusionsprozesse freigesetzt wird. Planeten – wie die Erde – sind relativ kalte Gesteins- oder Gaskugeln, die gravitativ an einen oder mehrere Sterne gebunden sind. Unsere Sonne wird von acht Planeten und vielen kleineren Objekten wie Zwergplaneten und Asteroiden umkreist. Planeten um fremde Sterne werden als »Exoplaneten« bezeichnet. Derzeit sind etwa 3.900 Planetensysteme mit insgesamt knapp 5.300 Exoplaneten bekannt. Bei rund 25 von ihnen handelt es sich um Gesteinsplaneten etwa von der Größe der Erde, die sich in der »Bewohnbarkeitszone« ihrer Sterne befinden und potenziell Leben tragen.

## Meteorit

Ein Meteorit ist ein Festkörper, der aus dem Kosmos ( $\supset$  Universum/Kosmos) kommend in der Erdatmosphäre abgebremst wurde und auf die Erdoberfläche gefallen ist. Meteorite bestehen meist aus Silikatmineralien oder aus Eisen-Nickel-Legierungen. Ihre physikalische und chemische Struktur gibt Auskunft über ihren Entstehungsort. Es gibt Meteorite vom Mond und vom Mars, die allermeisten sind jedoch Bruchstücke von Asteroiden aus

dem Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter. Bei Kollisionen und Einschlägen können einzelne Bruchstücke aus ihren Mutterkörpern herausgeschlagen werden, die dann irgendwann die Erde treffen. Schätzungsweise fallen pro Jahr 20.000 Meteorite, die schwerer als einhundert Gramm sind, auf die Erde.

## Relativitätstheorie

Die Relativitätstheorie beschreibt die fundamentale Natur von Raum, Zeit und Materie und basiert auf der Idee, dass die Gesetze der Physik für alle Beobachter gleich sind, unabhängig von ihrer relativen Bewegung. Die maßgeblich von Albert Einstein Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelte Theorie hat zwei Hauptteile: die Spezielle Relativitätstheorie, die sich mit den Eigenschaften von Raum und Zeit im Fehlen von Schwerkraft beschäftigt, und die Allgemeine Relativitätstheorie, die Schwerkraft als Wechselwirkung von Materie mit einer dynamischen Raumzeit beschreibt. Die Relativitätstheorie wurde durch eine Vielzahl von experimentellen und beobachtenden Beweisen bestätigt.

## Lichtgeschwindigkeit

Die Lichtgeschwindigkeit ist eine grundlegende physikalische Konstante, die die Höchstgeschwindigkeit angibt, mit der sich Informationen oder Energie im Vakuum ausbreiten können. Sie wird mit dem Symbol »c« bezeichnet und entspricht ungefähr 300.000 Kilometern pro Sekunde. Nach der Speziellen Relativitätstheorie ( $\supset$  Relativitätstheorie) wird »c« als absolute Konstante betrachtet, die von der relativen Bewegung des Beobachters oder der Lichtquelle nicht beeinflusst wird. Stattdessen hängen die Masse eines Objekts sowie gemessene Zeitabstände und Raumdistanzen von der Geschwindigkeit ab. Bemerkbar machen sich diese Effekte jedoch erst bei Geschwindigkeiten nahe »c«. So gehen beispielsweise Uhren, die bewegt werden, langsamer.

## Schwarzes Loch

Ein Schwarzes Loch ist gemäß Relativitätstheorie ein durch seinen »Ereignishorizont« definierter Bereich der Raumzeit, aus dem nicht einmal Licht entkommen kann. Alles, was den Ereignishorizont

durchquert, ist im Inneren des Schwarzen Lochs gefangen. Schwarze Löcher lassen sich durch ihre Gravitationswirkung auf Objekte in der Nähe nachweisen, aber auch durch die intensive Strahlung, die von Materie beim Sturz in das Schwarze Loch ausgesendet wird. Schwarze Löcher entstehen, wenn ein massereicher Stern am Ende seines Lebens kollabiert. Wie die supermassereichen Schwarzen Löcher mit Milliarden Sonnenmassen in den Zentren von Galaxien entstehen, ist jedoch noch weithin unklar.

## Gaia

Mit dem 2013 von der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) gestarteten Gaia-Weltraumteleskop wird eine dreidimensionale Karte der Milchstraße erstellt. Mit Gaia können die Positionen, Entfernungen und Bewegungen von über einer Milliarde Sternen und anderen Himmelsobjekten mit beispielloser Präzision gemessen werden. Damit liefert Gaia eine – teilweise revolutionierende – neue Datenbasis zur Untersuchung sowohl der Struktur und Entwicklung der Galaxis als auch der Entwicklung der unterschiedlichen Sterntypen. Gaia befindet sich in etwa 1,5 Millionen Kilometer Entfernung zur Erde im Lagrange-Punkt L2 und bewegt sich somit synchron mit der Erde um die Sonne.

## James-Webb-Weltraumteleskop

Das James-Webb-Weltraumteleskop (engl. James Webb Space Telescope, JWST) wurde von der NASA in Zusammenarbeit mit der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und der Kanadischen Weltraumorganisation (CSA) entwickelt und im Dezember 2021 gestartet. Es ist mit seinem Hauptspiegel von 6,5 Metern Durchmesser das leistungsstärkste Weltraumteleskop, das je gebaut wurde. Die untersuchten Wellenlängen reichen vom roten Teil des sichtbaren Spektrums bis in den Infrarotbereich. Damit lässt sich ein breites Themenspektrum erforschen, darunter die Entstehung und Entwicklung der ersten Sterne und Galaxien im Universum, die frühen Entwicklungsstadien von Planetensystemen sowie die Atmosphären von Exoplaneten und deren etwaige Eignung für Leben.

Bruno Deiss

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1

BKH Gutmann, The Wish, 1991/2012  
Chromogener Abzug auf PE-Papier,  
Dispersionsfarbe auf MDF-Platte,  
Maße divers  
Foto: Michael Frank  
© VG Bild-Kunst, Bonn 2023

Abb. 2

Jan Dibbets, Untitled, 1989,  
aus der Serie: Three Cupolas  
Collage, chromogener Abzug auf PE-Papier,  
Siebdruck auf Karton,  
Blatt: 98 x 98 cm  
© VG Bild-Kunst, Bonn 2023

Abb. 3

James Turrell,  
Overall Site Plan with White Bowl, 1992  
Acrylfarbe, Fotoemulsion, Tusche,  
Wachs auf PE-Folie,  
Bildträger: 103 x 200 cm

Abb. 4

Robert Longo, Untitled (Cathedral), 2010  
Pigmenttintenstrahldrucke,  
3-teilig, Blatt: je 127 x 76 cm  
© VG Bild-Kunst, Bonn 2023

Abb. 5

Jan Paul Evers, Fast Freeze Doppelstück, 2016  
Silbergelatine-Abzüge auf Barytpapier,  
2-teilig, Blatt: je 177,5 x 97,2 cm

Abb. 6

Timo Kahlen, Mond II, 1994  
Silbergelatine-Abzug auf Barytpapier,  
Blatt: 30,3 x 40,4 cm  
© VG Bild-Kunst, Bonn 2023

Abb. 7

Imi Knoebel, Ohne Titel (für Olga Lina),  
1974 (Detail)  
Silbergelatine-Abzug auf Barytpapier,  
Blatt: 30,5 x 30,5 cm,  
DZ BANK Kunstsammlung im Städel Museum  
© VG Bild-Kunst, Bonn 2023

Abb. 8

Anja Manfredi, Atlas (Atlas Farnese, fotografiert im  
Archäologischen Nationalmuseum Neapel),  
2019/2022, aus der Serie: Atlas und Bilderatlas,  
2019–2022  
Silbergelatine-Abzug auf Barytpapier, Handabzug,  
Blatt: 65 x 50 cm  
© VG Bild-Kunst, Bonn 2023

Abb. 9

Adrian Sauer, Dark Star, Light Shadow,  
First Point of View, 2017,  
aus der Serie: Light and Dark Stars  
Chromogener Abzug auf PE-Papier,  
Blatt: 48,3 x 60,5 cm

Abb. 10

Floris M. Neusüss, Ohne Titel (Nr. 13), 1966,  
aus der Serie: Tellerbilder  
Fotogramm auf Silbergelatinepapier,  
Blatt: 83,2 x 58,7 cm

Abb. 11

Karl Martin Holzhäuser, 88.1.5.1 / 88.1.5.2, 1988,  
aus der Serie: Lichtmalerei  
Chromogene Abzüge auf PE-Papier,  
Blatt: je 50 x 50 cm  
© VG Bild-Kunst, Bonn 2023

Abb. 12

Helena Petersen, Colour LIV, 2015,  
aus der Serie: Pyrographie  
Direktbelichtung auf chromogenes PE-Papier,  
Blatt: 30,5 x 40,6 cm

Abb. 13

Johannes Brus, Teller, 1978  
Silbergelatine-Abzug auf Barytpapier,  
handkoloriert,  
Blatt: 210 x 300 cm  
© VG Bild-Kunst, Bonn 2023

Abb. 14

Peter Miller, Standbild aus: Set, 2016  
16mm-Film,  
Laufzeit: 00:09:45  
© VG Bild-Kunst, Bonn 2023

Abb. 15

Rosa Barba, Send me Sky, Henrietta, 2018  
35mm-Filmskulptur,  
Laufzeit: 00:06:20  
Installationsansicht Remai Modern, Saskatoon,  
Kanada 2018,  
Foto: Blaine Campbell

Abb. 16

Katarína Dubovská, UPATEOA\_hybrid  
(Image Mass, Imprinted #3), 2020,  
aus der Serie: UPATEOA\_hybrid, 2018–2020  
Papiermasché aus Bildfragmenten,  
Motiv: 177 x 111 cm  
Foto: Stefan Fischer

Abb. 17

Thomas Ruff, 3D-ma.r.s.03, 2012,  
aus der Serie: ma.r.s.  
Chromogener Abzug auf PE-Papier,  
Rahmen: 253,7 x 183,8 cm  
© VG Bild-Kunst, Bonn 2023

Abb. 18

Raphael Hefti, From the series: Lycopodium, 2012  
Fotogramm auf PE-Papier,  
Blatt: 167,5 x 106 cm

Abb. 19

Sandra Kranich, Ohne Titel, 2014  
Bleistift auf Baumwollpapier,  
Blatt: 42 x 59,4 cm

Abb. 20

Marsha Cottrell, Untitled, 2017  
Platindruck auf Baumwollpapier,  
Blatt: 70,5 x 105 cm

Abb. 21

© NASA, ESA, CSA, STScl

Abb. 22

© Harvard College Observatory/Public Domain

Abb. 23

© NASA, ESA, CSA, STScl

Urheberrechtshinweis:

Alle Inhalte in dieser Publikation sind, soweit nicht anders gekennzeichnet, urheberrechtlich geschützt. Die Rechte an den Texten liegen bei den Verfasserinnen und Verfassern, die Rechte an den Abbildungen bei den Künstlerinnen und Künstlern.

# Vermittlungsangebote zur Ausstellung

## Öffentliche Führungen

Donnerstags um 18 Uhr, an jedem letzten Freitag im Monat um 17.30 Uhr

## Denkanstöße

»Die Erkundung des Weltraums«

Donnerstag, 23.02.2023, 18 Uhr; Rainer Kresken (Raumfahrtingenieur am European Space Operations Centre, Darmstadt und Vorsitzender der Starckenburg-Sternwarte e.V. Heppenheim) zu Gast in der Kunststiftung DZ BANK

»Himmelserscheinungen«

Mittwoch, 29.03.2023, 18 Uhr; Pfarrer David Schnell (Pfarrer für Stadtkirchenarbeit am Museumsufer) zu Gast in der Kunststiftung DZ BANK

## Vortrag

»Unsichtbar? Dunkle Materie und Energie im Universum«

Donnerstag, 16.03.2023, 18 Uhr; Prof. Dr. Bruno Deiss (Astrophysiker, Physikalischer Verein, Frankfurt am Main)

## Künstlerinnengespräch

Freitag, 19.05.2023, 18 Uhr; Dirk Wagner (Journalist und hr-iNFO-Weltraumexperte) im Gespräch mit der Künstlerin Rosa Barba

## Kunst für Kids

Neben den individuell buchbaren Workshops bieten wir an jedem ersten Samstag im Monat von 15.30 bis 17.30 Uhr »Kunst für Kids« an. Die Teilnehmenden können alleine oder in Kleingruppen zu uns kommen und sich durch eigene künstlerische Praxis den Themen der Ausstellung widmen. Das Angebot richtet sich an Kinder und Jugendliche zwischen 5 und 15 Jahren. Eltern sind ebenso willkommen.

## Kunstquiz

Mit unserem Kunsträtsel können Inhalte der Ausstellung auf spielerische Weise erforscht werden. Das Quiz beinhaltet einen praktischen Kreativteil, der mit Materialien aus unserer »Art-Box« umgesetzt werden kann. Das Rätsel und die Box liegen im Ausstellungsraum bereit.

## Fortbildung für Lehrkräfte

Zu jeder Ausstellung in der Kunststiftung DZ BANK gibt es eine Fortbildung für Lehrerinnen und Lehrer. Diese besteht aus einer einstündigen Führung sowie der Vorstellung der angebotenen Workshops. Das Vermittlungsprogramm wurde an das schulische Curriculum angepasst. Nächster Termin: Dienstag, 14.02.2023, 16 bis 18 Uhr

## Sonderführungen und Workshops auf Anfrage

Ab einer Gruppengröße von 6 Personen können Sie Führungen und Workshops auf Anfrage buchen. Dies gilt für Erwachsene wie für Kinder und Jugendliche ab der Grundschule.

Dauer: 30 min/60 min/90min/120 min

Buchungsanfragen für Führungen und Workshops richten Sie bitte an:  
vermittlung@kunststiftungdzbank.de

Der Eintritt, die Führungen sowie die Workshops sind kostenfrei. Eine Anmeldung ist für alle öffentlichen Führungen und Workshops erforderlich. Informationen zu unserer Anmeldung finden Sie auf unserer Webseite: <https://kunststiftungdzbank.de>

# Workshops

## **Workshop I: Weißt du, wie viel Sternlein stehen ...**

(Primarstufe, Sek I)

Wenn wir uns einen Stern bildlich vorstellen, sehen wir meist einen Himmelskörper mit fünf gleichmäßigen Zacken vor uns. Diese Sternform begegnet uns immer wieder, zum Beispiel auf Flaggen oder zur Advents- und Weihnachtszeit als Schmuck in Fenstern und am Tannenbaum. Aber wann können wir eigentlich Sterne am Himmel sehen? Und was sehen wir dann genau? Glitzern sie wirklich in dieser gezackten Form am nächtlichen Firmament? Welche Farbe haben Sterne? Haben sie überhaupt eine Farbe? In einer Führung durch die Ausstellung begeben wir uns auf die Suche nach Sternen in den gezeigten Kunstwerken und schauen uns an, wie die Künstlerinnen und Künstler die Himmelskörper in ihren Arbeiten darstellen. Im Anschluss daran entwerfen wir unseren eigenen Sternenhimmel und halten unsere Vorstellungen von Sternen mit Farbe und Stiften, Papier und Klebeband fest.

## **Workshop II: Lichtershow**

(Sek I und Sek II)

Es wirkt faszinierend und dramatisch zugleich, wie das Licht in den Arbeiten von Robert Longo und Jan Paul Evers die dunklen Räume durchdringt. Bei Robert Longo ist es natürliches Tageslicht, das durch die Fenster der Kathedrale den Kirchenraum spärlich erhellt. Bei Jan Paul Evers sehen wir von Stroboskopen ausgehende Lichtblitze in einem Techno-Club. Früher, im Mittelalter, war Licht vor allem ein Symbol für das Göttliche, das den Menschen in der Dunkelheit leuchtet – schließlich kommt das Licht ja von oben, aus dem Himmel, genauer gesagt von der Sonne. Und heute? Was verbindet den lichtdurchzuckten Tanzraum in den Bildern von Jan Paul Evers mit dem Lichteinfall in die gotische Kathedrale in Robert Longos Arbeit? Gemeinsam überlegen wir, wo und wie Licht in unserer eigenen Lebenswelt inszeniert wird und welche Rolle es spielt. Nach einer Führung durch die Ausstellung schaffen wir dann mit reflektierenden Materialien, farbigem Papier und einer Taschenlampe unsere eigene kleine Lichtershow. Wir malen mit Licht auf die Wand und beobachten, wie sich die Lichtmuster bei unterschiedlichem Lichteinfall verändern lassen. Mit einer Kamera halten wir die Ergebnisse fest.

## **Workshop III: Unser Bild vom Universum**

(Sek I, Sek II gymnasiale Oberstufe / Kerncurriculum Q 2.1, Q 2.5, Q 4.1, Q 4.2, Q 4.3)

Als Galileo Galilei vor über vierhundert Jahren den Mond durch ein Fernrohr beobachtete, entdeckte er, dass die Mondoberfläche nicht – wie bisher angenommen – glatt und perfekt, sondern rau und voller Krater ist. Mit den Zeichnungen, die er daraufhin anfertigte, revolutionierte er das Bild von Himmelskörpern. Mittlerweile haben wir ganz andere Möglichkeiten, uns den Mond, ferne Planeten und sogar unendlich weit entfernte Galaxien anzuschauen.

Raumsonden schicken beeindruckende Bilder von den Oberflächen anderer Himmelskörper und Weltraumteleskope »blicken« immer tiefer ins All. Sie zeigen uns ferne Galaxien als farbenfrohe Welten, übersät mit leuchtenden Sternen und Wolken aus Gas und Staub. Für das menschliche Auge wären viele Details auf den Bildern ohne moderne Computertechnik gar nicht sichtbar – sie liegen außerhalb der vom Menschen wahrnehmbaren Lichtwellen und Farbspektren. Daher werden die Aufnahmen mit Farbfiltern bearbeitet und auf diese Weise überhaupt erst zu Bildern für unser Auge gemacht. Während Thomas Ruff für sein 3D-Bild tatsächlich eine NASA-Aufnahme von der Marsoberfläche verwendet, erinnern die Bilder von Katarína Dubovská und Raphael Hefti nur assoziativ an die spektakulären Aufnahmen aus dem Universum. Nachdem wir uns die Ausstellung gemeinsam angeschaut haben, überlegen wir, was wohl zukünftige Generationen zu sehen bekommen, wenn sie durch immer modernere Weltraumteleskope in den Himmel blicken. Wie werden die Messungen aus dem All wohl in einhundert Jahren visualisiert? In Collagen wollen wir unsere Zukunftsvisionen festhalten.

## **Workshop IV: Kosmische Ordnungen**

(gymnasiale Oberstufe / Kerncurriculum Q 2.1, Q 2.2, Q 3.5, Q 4.1, Q 4.3)

Überall auf der Welt sind wir von Strukturen und Mustern umgeben, die man auch im Universum jenseits der Erdatmosphäre findet. Oder umgekehrt formuliert: Viele Strukturen und Muster, die wir in Bildern und an Objekten aus den Weiten des Kosmos erkennen können – wie etwa an den Schnitt- und Oberflächen von Meteoriten –, lassen sich auch auf der Erde entdecken. Die Künstlerin Sandra Kranich zum Beispiel zeigt in ihrer großformatigen Wandtapete eine solche kosmische Struktur. Fasziniert von dem physikalischen Phänomen eines Schwarzen Lochs im Weltall, das Materie in einer strudelartigen Bewegung in sein Zentrum zieht, gibt sie die Wirbelstruktur mit dem Zeichenstift wieder. Nachdem wir in den Werken der Ausstellung nach Ordnungsmustern Ausschau gehalten haben, gehen wir im anschließenden Workshop auf die Suche nach Ordnungsprinzipien in unserer eigenen Umwelt. Wo finden wir die in den Ausstellungsobjekten entdeckten Muster wieder? Welche Strukturen umgeben uns in der Natur, in Blättern oder in den Verzweigungsformen von Sträuchern und Bäumen? Welche Muster entstehen in bewegter Luft oder in bewegtem Wasser? Und welche analogen Formen können wir wiederum in der Architektur entdecken? Ausgestattet mit Kamera, Lupe und Zeichenmaterial schauen wir uns die Umgebung einmal genauer an und werden so zu Entdeckerinnen und Entdeckern kosmischer Ordnungen, die im Großen und Kleinen, im Mikro- und Makrokosmos unsere Welt gestalten.

Der Eintritt, die Führungen sowie die Workshops sind kostenfrei.  
Eine Anmeldung ist erforderlich.

## Begleitendes Vortragsprogramm

Begleitend zur Ausstellung »Himmel – Die Entdeckung der Weltordnung« bietet der Physikalische Verein, Frankfurt Vorträge im Rahmen der Reihe »Astronomie am Freitag« an. Die Veranstaltungen finden im Hörsaal des Physikalischen Vereins, Robert-Mayer-Straße 2, Frankfurt statt.

### »The Harvard Computers – Fleming, Cannon, Leavitt et al.«

Freitag, 10.02.2023, 20 Uhr; Friedrich W. Volck

Sicher besitzt die Harvard University heute hervorragende Computer, aber schon um 1900 gab es »The Harvard Computers«. Dies waren Frauen, die am Harvard Observatory Berechnungs-, Klassifikations- und Beobachtungsaufgaben erledigten. Und dabei fand Mrs. Henrietta S. Leavitt die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung, Mrs. Annie J. Cannon erarbeitete die endgültige Harvard-Klassifikation. Es lohnt sich, über diese und andere Forscherinnen dieses Zirkels zu berichten.

### »Die Sternennacht – Vincent van Gogh und das Firmament«

Freitag, 10.03.2023, 20 Uhr; Bruno Deiss

Vincent van Goghs Gemälde gelten als eine Mischung aus Genialität und visionären Wahnvorstellungen. Weniger bekannt ist, dass er sich selbst als Realist verstand, wie seine Bildmotive mit dem nächtlichen Sternenhimmel verraten. Anhand der abgebildeten Sternkonstellationen, der Stellung des Mondes oder der Venus lassen sich etliche seiner Gemälde auf Tag und Stunde genau datieren.

### »Das James-Webb-Weltraumteleskop«

Freitag, 28.04.2023, 20 Uhr; Markus Röllig

Das James-Webb-Weltraumteleskop der NASA läutet die nächste Ära der Infrarot-Astronomie ein. Mit spektakulären neuen Ergebnissen gewinnen Astronomen einen bisher unerreichten Einblick in die Geheimnisse unseres Universums. Das Teleskop, seine Instrumente an Bord und die Details seiner Mission sind so spannend, dass wir einen genaueren Blick darauf werfen wollen. Die neuesten Ergebnisse der Mission werden ebenfalls vorgestellt.

Weitere Informationen zum Vortragsprogramm des Physikalischen Vereins finden Sie unter:

[www.physikalischer-verein.de](http://www.physikalischer-verein.de)

Physikalischer Verein

Robert-Mayer-Straße 2

60325 Frankfurt am Main



Abb. 22

Henrietta Swan Leavitt, Annie Jump Cannon, Williamina Fleming, Antonia Maury und andere »Computerfrauen« bei der Arbeit.

© Harvard College Observatory/Public Domain

Abb. 23

Die Aufnahme wurde von der Nahinfrarotkamera (NIRCam) des James-Webb-Weltraumteleskops der NASA gemacht und zeigt den Rand eines nahen jungen Sternentstehungsgebiets NGC 3324 im Carina-Nebel.

© NASA, ESA, CSA, STScI



## Impressum

Diese Publikation erscheint anlässlich der Ausstellung  
»Himmel – Die Entdeckung der Weltordnung«  
09.02.–20.05.2023

### Herausgeberin

Christina Leber

### Redaktion

Katrin Thomschke

### Bildredaktion

Jana Zimmermann

### Texte

Bruno Deiss, Christina Leber,  
Sonja Palade, Katrin Thomschke

### Lektorat

Anna Sophia Herfert  
Dr. Cathrin Nielsen,  
LEKTORATPHILOSOPHIE.DE

### Grafische Gestaltung

Burkardt | Hotz  
Büro für Gestaltung GbR  
GABC GmbH

### Produktion und Druck

KOMMINFORM GmbH & Co.KG  
ColorDruck Solutions GmbH

Die digitale Version dieser Publikation  
ist frei verfügbar und kann unter  
<https://kunststiftungdzbank.de>  
abgerufen werden.

Printed in Germany  
Printausgabe:  
ISSN 2748-3681  
ISBN 978-3-9823290-5-5

DZ BANK Kunststiftung gGmbH  
Platz der Republik  
60325 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 7680588 00  
[info@kunststiftungdzbank.de](mailto:info@kunststiftungdzbank.de)  
<https://kunststiftungdzbank.de>

Vertretungsberechtigte  
Geschäftsführerinnen:  
Dr. Christina Leber  
Dr. Kirsten Siersleben  
Gesellschafterin:  
DZ BANK AG

## Ausstellung

### Kuratorinnen der Ausstellung

Christina Leber  
Katrin Thomschke

### Ausstellungsmanagement

Katrin Thomschke

### Registrar

Dietmar Mezler

### Digitales Sammlungsmanagement

Jana Zimmermann

### Presse

Imke Koch

### Wissenschaftliches Volontariat

Tomke Aljets  
Moritz Behner

### Kunstpädagogik

Tomke Aljets  
Juliane Kutter  
Katrin Thomschke

### Kunstvermittlung

Ela Dutta, Nathalie Emmer,  
Marlene Frieze, Rosa Kneisel,  
Berby Krägefsky, Juliane Kutter,  
Robert Mondani, Sonja Palade,  
Lorenz Rauschenberger,  
Jule Seibel, Claudia Spezzano,  
Fabian Zimpel

### Konservatorische Betreuung

Dierk Gessner

### Ausstellungsrealisation

Dierk Gessner, Kurt Hofmann  
Stephan Zimmermann Lightsolutions,  
EIDOTECH GmbH  
hasenkamp Internationale Transporte  
GmbH

### Leihgeber

Senckenberg Gesellschaft für  
Naturforschung  
Städel Museum



DZ BANK Kunststiftung gGmbH  
Platz der Republik  
60325 Frankfurt am Main

Eingang: Cityhaus I  
Friedrich-Ebert-Anlage

Nahverkehrshaltestelle:  
»Platz der Republik«  
Öffentliches Parkhaus:  
»Westend«

Telefon +49 69 7680588 00  
info@kunststiftungdzbank.de  
<https://kunststiftungdzbank.de>  
[instagram.com/kunststiftungdzbank](https://www.instagram.com/kunststiftungdzbank)

Nutzen Sie für Ihre Beiträge in  
den Sozialen Netzwerken  
#kunststiftungdzbank

## Öffnungszeiten

Di. bis Sa. 11–19 Uhr  
Eintritt frei

## Öffentliche Führungen

Jeden Donnerstag um 18 Uhr  
sowie an jedem letzten Freitag  
im Monat um 17.30 Uhr.  
Die Teilnahme ist kostenfrei,  
eine Anmeldung ist erforderlich.

Buchungsanfragen für Führungen  
und Workshops richten Sie bitte an:  
[vermittlung@kunststiftungdzbank.de](mailto:vermittlung@kunststiftungdzbank.de)

Medienpartner:

**FRIZZ**

ISBN 978-3-9823290-5-5

Der Weg zu uns  
einfach und mobil



DZ BANK  
**KUNST  
STIFTUNG**