Kosmologie und Kunst

Mittwochsakademie Wintersemester 2009/10

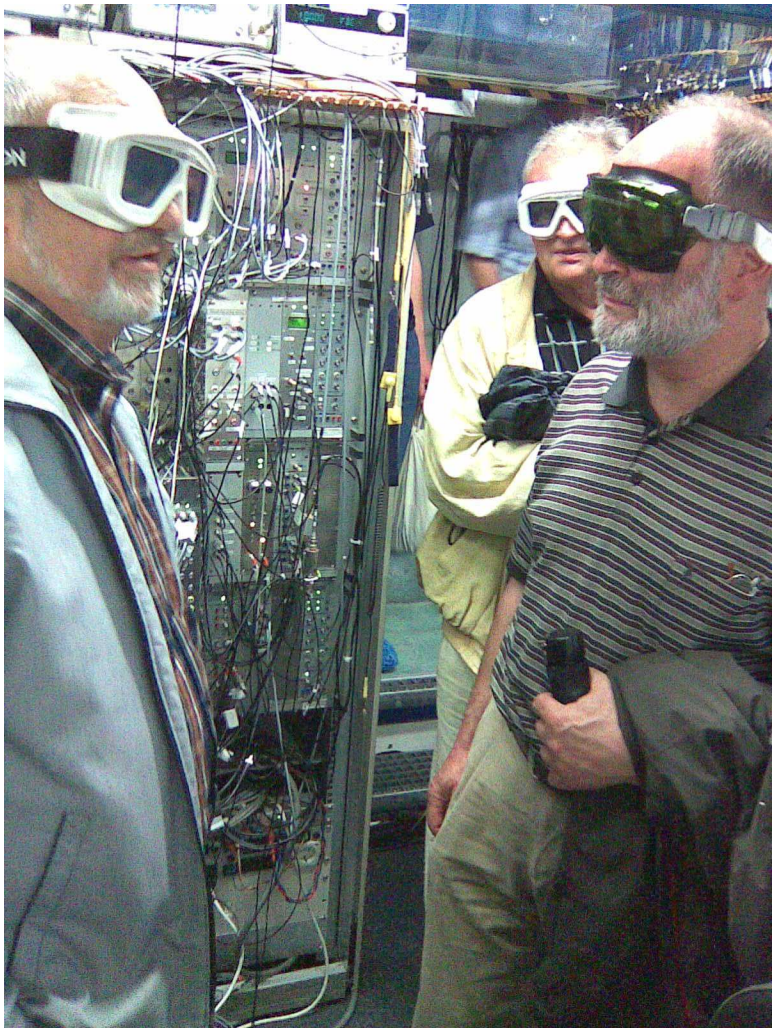
Universität Siegen
Claus Grupen

Schiller

“Schwatzet mir nicht so viel von Nebelflecken und Sonnen!
Ist die Natur nur so groß, weil sie zu zählen euch gibt?
Euer Gegenstand ist der erhabenste freilich im Raume,
Aber, Freunde, im Raum wohnt das Erhabene nicht.”

Friedrich Schiller, Musenalmanach 1797

Nachlese SS 2009



Kosmische Spektakel

Teilnehmer besichtigten Astro-Experiment

Siegerland.
Im Rahmen der Mittwochsakademie besuchten die Teilnehmer des Kurses „Astrophysik mit Teilchen" das Gravitationswellenexperiment GEO600 in Ruthe bei Hannover. Ein Semester lang hatte der Veranstalter, Prof. Dr. Claus Grupen von der Universität Siegen, die Hörer mit der Beschreibung moderner Techniken in der Astrophysik vertraut gemacht.

Durch die Öffnung neuer Fenster ins Universum mit Hilfe von Röntgen-, Gamma- und Neutrinoastronomie haben sich neue Erkenntnisse über den Aufbau unseres Universums ergeben. Jetzt ist aber mit dem riesigen Laserinterferometer GEO600 die Jagd auf Einsteins bisher unentdeckte Gravitationswellen eröffnet.

Einstein wusste, dass es sie geben muss: die Schwerkraftwellen. Gewaltige Katastrophen im Weltall können die Raumzeit erschüttern, lautete ein Resultat seiner Allgemeinen Relativitätstheorie. Supernova-Explosionen, verschmelzende Neutronensterne, die Kollision von Schwarzen Löchern oder andere kosmische Katastrophen können solche Gravitationswellen auslösen. Trotzdem sind die Auswirkungen minimal. Wenn eine Gravitationswelle auf das System Sonne-Erde einfällt, dann würde sich die Entfernung Erde-Sonne - das sind immerhin 150 Millionen Kilometer - nur um die Strecke von einem Nanometer ändern. Mit empfindlichen Laserinterferometern auf der Erde oder im Weltraum hofft man, diese kleinen Längenänderungen feststellen zu können.

32 interessierte Mittwochsakademiker machten sich also auf die Reise, um das hochempfindliche Lasersystem bei Hannover zu besichtigen. Der Gravitationswellendetektor ist in 600 Meter langen Vakuumröhren untergebracht. Mit dem GEO600 kann ein noch so leises Zittern bis zu einer Größenordnung eines tausendstel Atomkerndurchmessers wahrgenommen werden.

Seit sechs Jahren horcht das Experiment auf kosmische Katastrophen, aber das Universum blieb bisher ruhig. Mit vielen neuen Eindrücken über die kosmischen Feuerwerke kehrten die Exkursionsteilnehmer ins Siegerland zurück.

Die Teilnehmer der Mittwochsakademie besichtigen den Kontrollraum des Laser-Interferometers. Siegerland-Kurier 2.8.09 und Siegener Zeitung 6.8.09

Nachlese SS 2009

24. Juli 2009

Nr. 170 · WESTFALENPOST

GEO 600 horcht nach kosmischen Katastrophen

Siegen/Ruthe. Das Gravitationswellenexperiment GEO 600 in Ruthe bei Hannover besuchte am Mittwoch der Mittwochsakademiekurs „Astrophysik mit Teilchen". Ein Semester lang hatte Prof. Dr. Claus Grupen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit der Beschreibung moderner Techniken in der Astrophysik vertraut gemacht.

Der Ausgangspunkt: Durch die Öffnung neuer Fenster ins Universum mit Hilfe von Röntgen-, Gamma- und Neutrinoastronomie haben sich neue Erkenntnisse über den Aufbau des Universums ergeben. Jetzt ist mit dem riesigen Laserinterferometer GEO 600 „die Jagd auf Einsteins bisher unentdeckte Gravitationswellen eröffnet", so Prof. Grupen.

Bisher blieb das Universum ruhig

Einstein, so Grupen weiter, habe nämlich gewusst, dass es sogenannte Schwerkraftwellen geben müsse: Gewaltige Katastrophen im Weltall können die Raumzeit erschüttern, lautete ein Resultat seiner Allgemeinen Relativitätstheorie – etwa Supernova-Explosionen oder die Kollision von Schwarzen Löchern. Mit Laserinterferometern auf der Erde oder im Weltraum hoffen Forscher, dieses Phänomene feststellen zu können.

Das hochempfindliche Lasersystem GEO 600 sahen sich die 32 Mittwochsakademiker nun an. Der Gravitationswellendetektor ist in 600 Meter langen Vakuumröhren, die zu einer L-Form angeordnet sind, untergebracht. Seit sechs Jahren horcht das Experiment auf kosmische Katastrophen – aber das Universum blieb bisher ruhig. Dabei kann GEO 600 noch ein leises Zittern bis zu einer Größenordnung eines tausendstel Atomkerndurchmessers wahrnehmen: Selbst die Wärmebewegung der Luft würde das Gerät stören.

Mittwochsakademikerin Agnes Drößler vor dem Interferometer

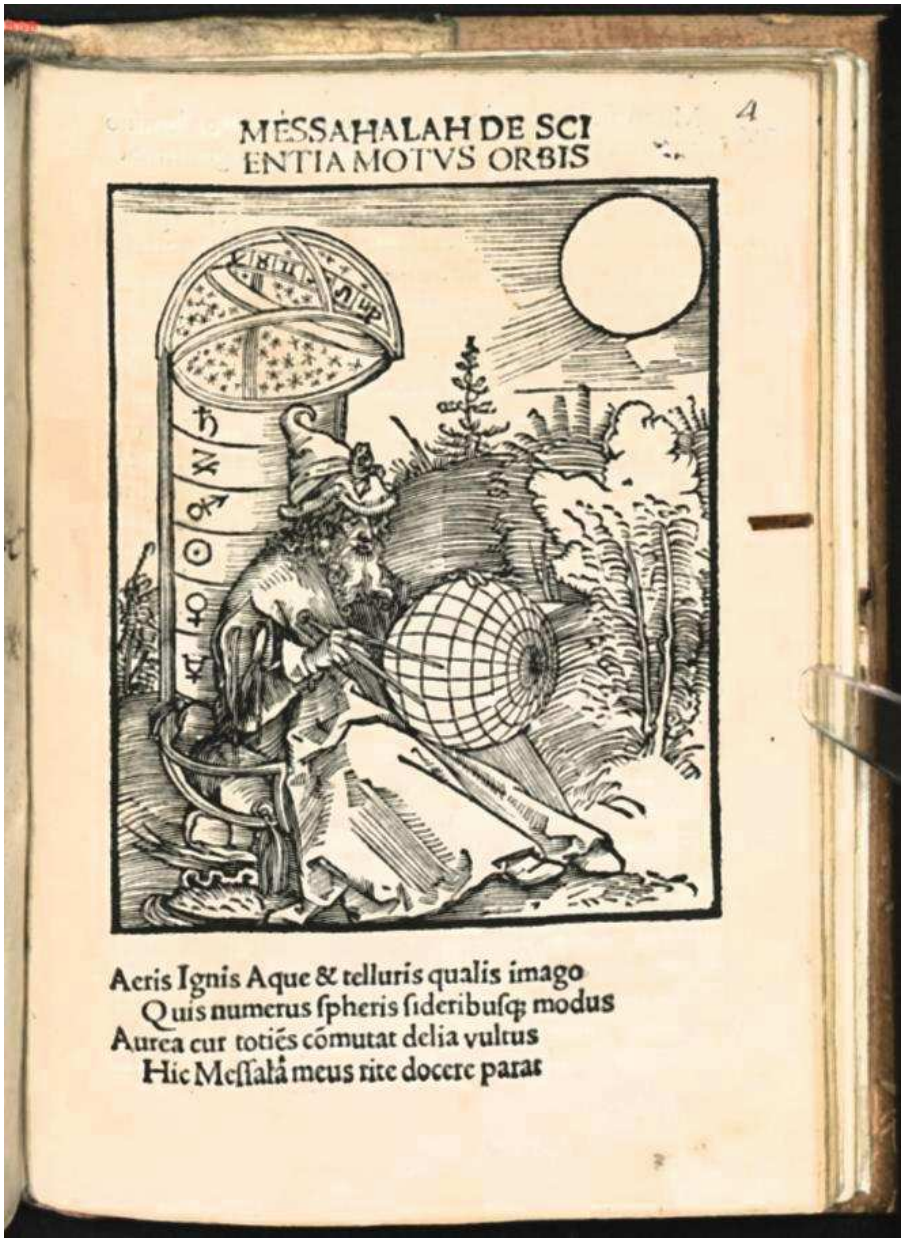
Struktur der Vorlesung

- Einführung
- Historisches
- Die Erde
- Der Mond
- Die Sonne
- Unsere Milchstraße
- Das ganze Universum
- Relativitätstheorie
- Dunkle Materie und Dunkle Energie
- Kosmische Strahlung
- Ausblick

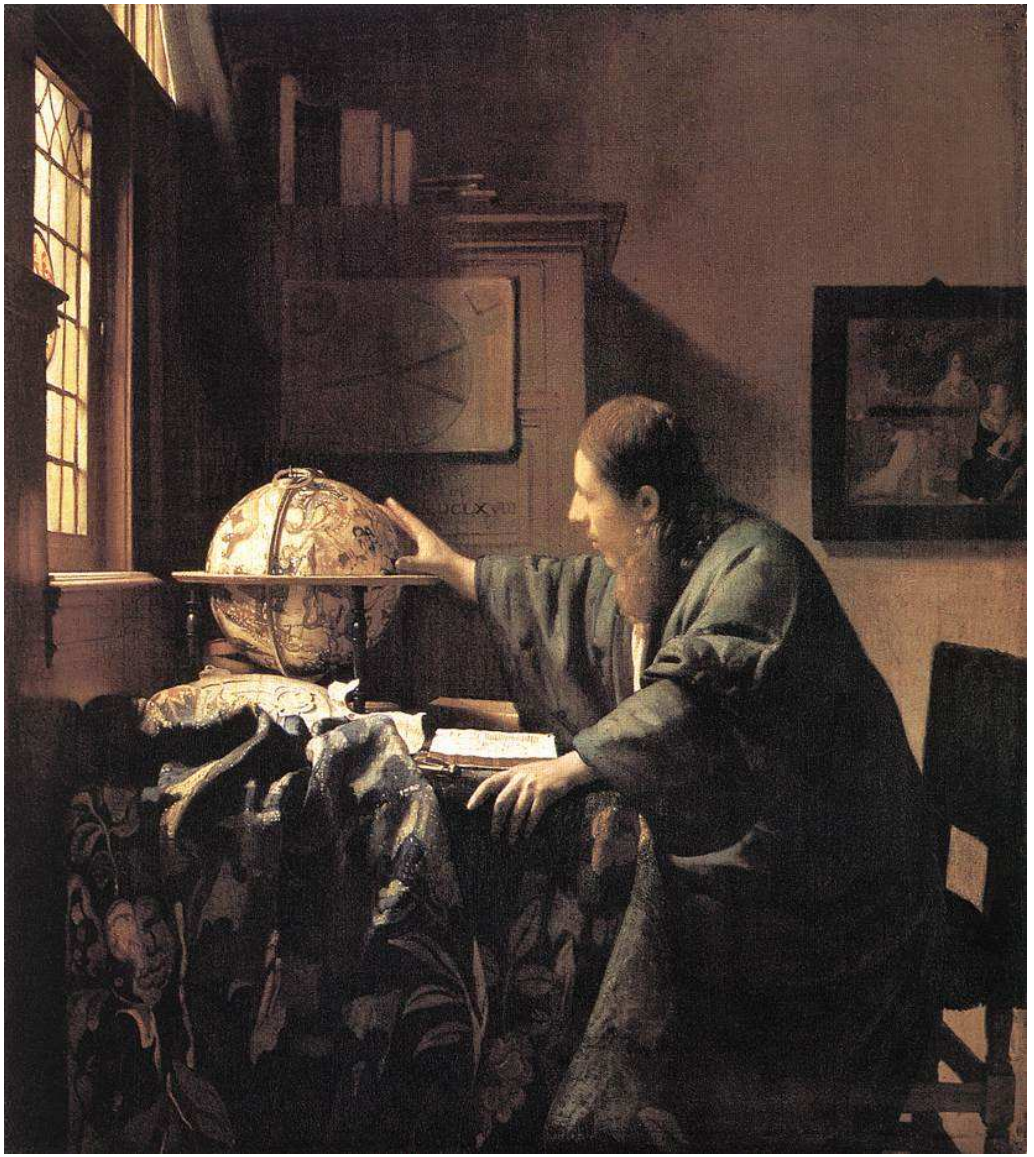
Der Künstler und der Astronom

Albrecht Dürer: Der Astronom; Titelseite von Messahallah, De scientia motus orbis; 1504

Der Künstler und der Astronom



Der Astronom



Der Astronom, Johannes Vermeer 1668

Cranachbibel

Zerbster Prunkbibel oder Cranach-Bibel, Wittenberg 1541

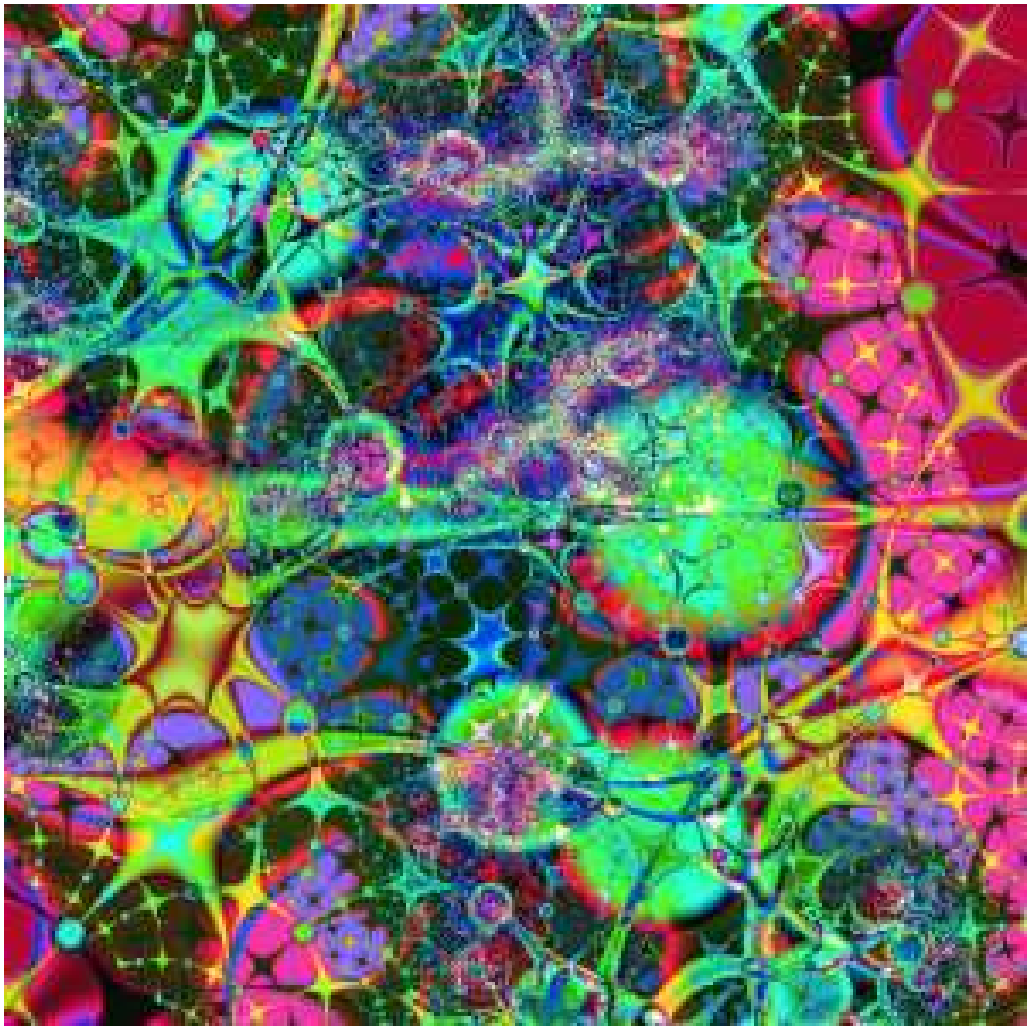
Kunst und Kosmos

Die Verbindung von Kunst und Kosmos ist allgegenwärtig!

- Brian Greene: Das elegante Universum
- Friedrich Dürrenmatt: Die Physiker
- Tanz Performance: “Strings”
- Lynn Gamwell: Die Entdeckung des Unsichtbaren; Kunst, Wissenschaft und das Spirituelle
- The Art Institute of Chicago: “Art & Astronomy”
- Montreal Museum of Fine Arts: Cosmos
- art+astronomy+nasa: art database, Hubble Space Teelscope

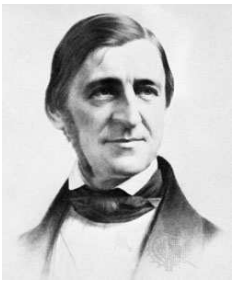
starke Popularisierung durch die Medien

Der elektrische Kosmos

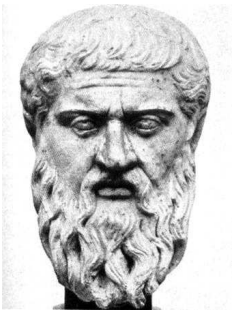


www.iconoclastpress.com/art__gallery__Religious...

Zitate



Ralph Waldo Emerson:
Der Himmel ist die ultimative Kunstausstellung über unseren Köpfen.



Plato:
Astronomie zwingt die Seele nach oben zu schauen und führt uns von dieser Welt zu einer anderen.

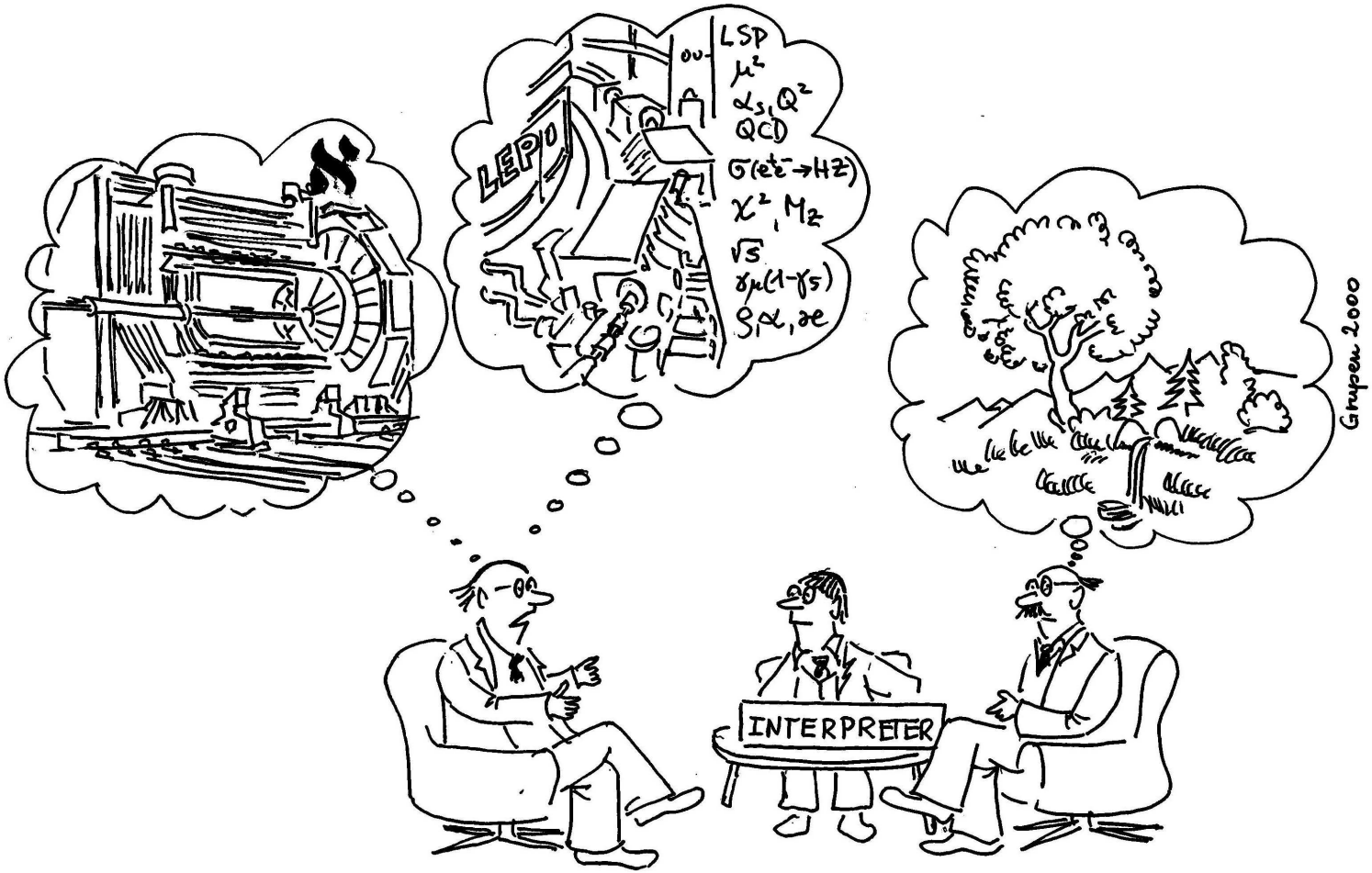
Zitate

Eric Chaisson:
Falls wir ein Beispiel für irgendetwas im Kosmos sind, dann wahrscheinlich für wunderbare Mittelmäßigkeit.

Ilya Prigogine:
Ich bin ganz sicher, dass wir nur in der Vorgeschichte des Verständnisses unseres Universums leben.

Allan Sandage:
Das gegenwärtige Universum ist so etwas wie ein alternder Professor kurz vor seiner Emeritierung mit einer brillianten Zukunft, die bereits hinter ihm liegt.

Übersetzungen

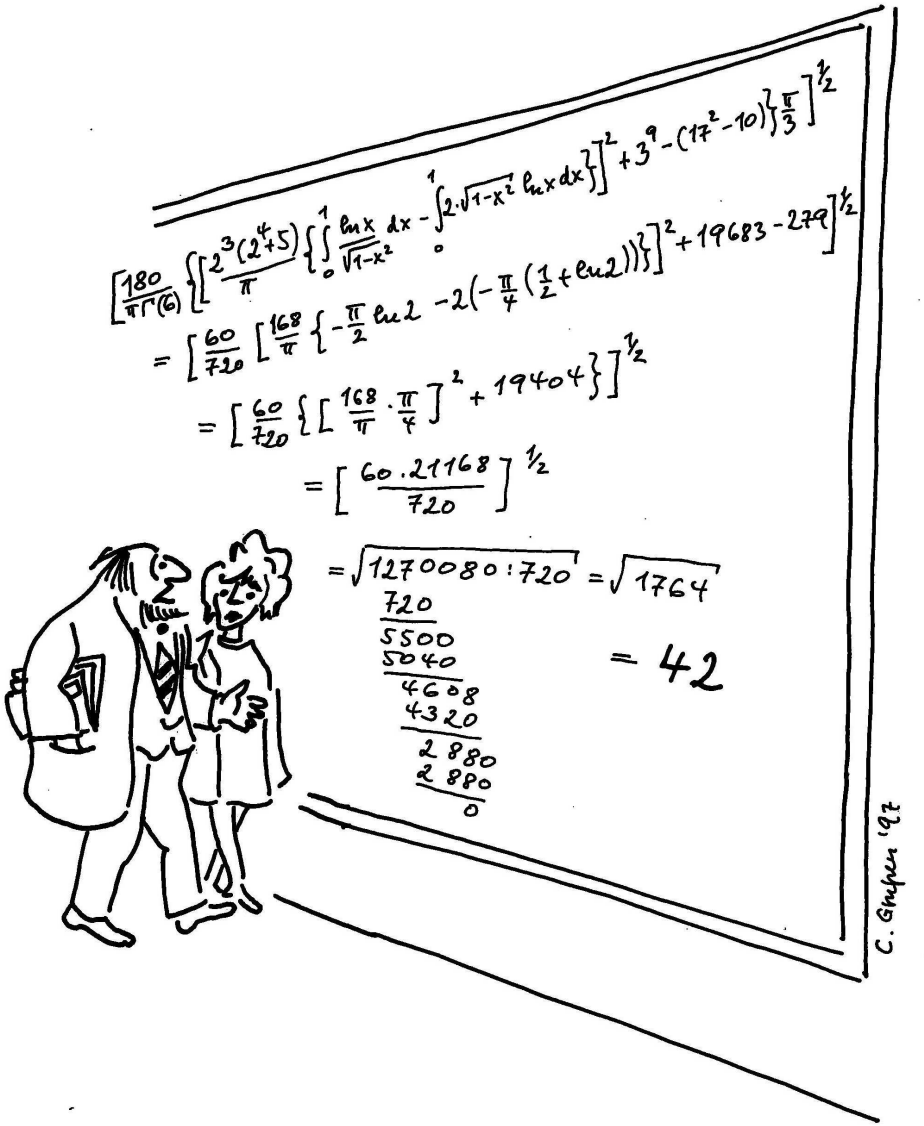


Über die Schwierigkeit, Wissenschaft zu übersetzen. C.G 2000

Jeanette Buckley

Jeanette Buckley “Cosmos” 2008, Privatbesitz;
ein Kritiker schreibt: “J. Buckley hat die Suche nach Sinnerfüllung und Kultur längst zu einem glaubhaften Seinszustand verinnerlicht und eben dadurch Makro- und Mikrokosmos synthetisiert.”

Schwierige Lösungen



Die Antwort auf alle Fragen

Schöpfungsgeschichten

Es gibt verschieden Aussagen

- Mittelatlerliche jüdische Gelehrte: 3760 v. Chr.
- Griechisch orthodoxe Theologen: 5508 v. Chr.
- Erzbischof James Usher: 4004 v. Chr.
- Ein Schüler von Erzbischof Usher konnte das Datum präzisieren: 21. Oktober 4004 um 9:00 morgens, denn Gott liebte es, diese Dinge früh zu erledigen solange er noch frisch war.
- Astroteilchenphysiker: 13,7 Milliarden Jahre

Wissenschaft und Kunst

- Im alten Griechenland stand 'techné' ($\tau\epsilon\chi\nu\acute{\eta}$) für wissenschaftliche und künstlerische Tätigkeiten
- Wissenschaft und Kunst sind beides eine Theorie über den Kosmos
- Wissenschaft und Kunst arbeiten mit Theorien und Hypothesen
- Sie transformieren Information in Theorien und Bilder
- Wissenschaft und Kunst sind einzigartig "menschlich", nämlich:
- durch den Drang, über Grenzen hinweg zu sehen
- Wissenschaft und Kunst basieren auf einer sorgfältigen Beobachtung der Natur

Wissenschaft und Kunst

- aber: Wissenschaft und Kunst haben sich auseinander entwickelt
- Wissenschaft wurde erfolgreich, Naturzusammenhänge objektiv und einfach zu erklären
- Kunst wurde immer subjektiver, metaphorischer und abstrakter
- aber: Wissenschaftler in der letzten Zeit sind fasziniert von der organisierten Komplexität der Natur. Auch die Wissenschaft beschäftigt sich nun mit komplexem Verhalten: die Dinge werden manchmal zunächst bewundert und nicht gleich erklärt.

Wissenschaft und Kunst

- Wissenschaft strebte immer nach Vereinfachung: eine Theorie für Alles
- die Wissenschaft befasst sich nun aber auch mit dem Irregulären und Komplexen
- die Kunst hat sich schon immer mit Kreativität dem Komplexen gewidmet
- Wissenschaftler sind begeistert von Symmetrieprinzipien in der Welt
- Aber: Phasenübergänge im frühen Universum haben die Symmetrie gebrochen, und die Wissenschaftler beginnen, die Vielschichtigkeit, die Diversität zu würdigen.

Der Beobachter

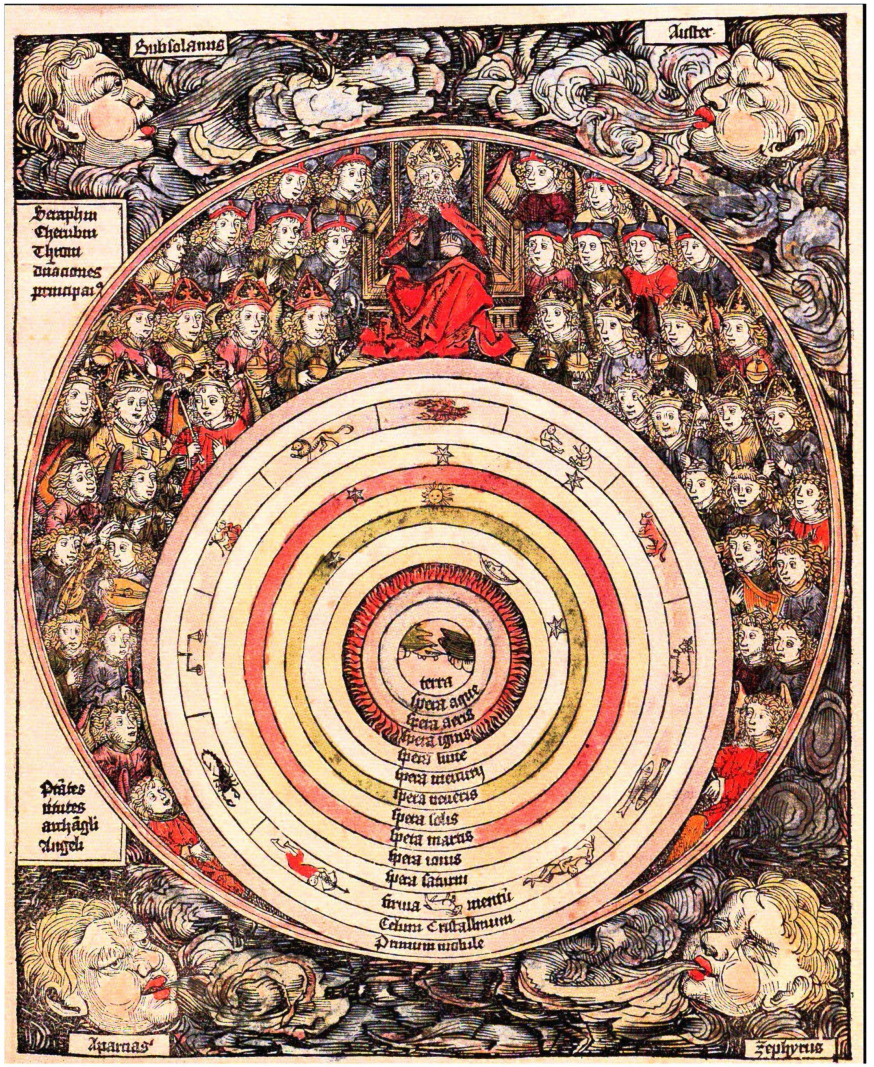
Der Beobachter ist ein Teil des Systems seiner Erkenntnisse.

Das trifft sowohl in der Relativitätstheorie (Einstein) wie auch in der Quantenphsyik (Heisenberg) zu.

In der Entwicklung des Kosmos kommt später der Zufall ins Spiel. Aber auch der Zufall fügt sich den zu Anfang gesetzten Formen, er genügt den Häufigkeitsgesetzen der Quantentheorie.

Werner Heisenberg, Der Teil und das Ganze

Hartmann Schedel



Hartmann Schedel, Liber Chronicarum 1493; Holzschnitt: Gott sitzt am siebenten Tag der Schöpfung auf seinem Thron umgeben von den Engeln.

Erhard Schön

Holzschnitt der Himmelssphäre 1515

Sebastian Münster

Holzschnitt von Sebastian Münster; Cosmographia, 1544

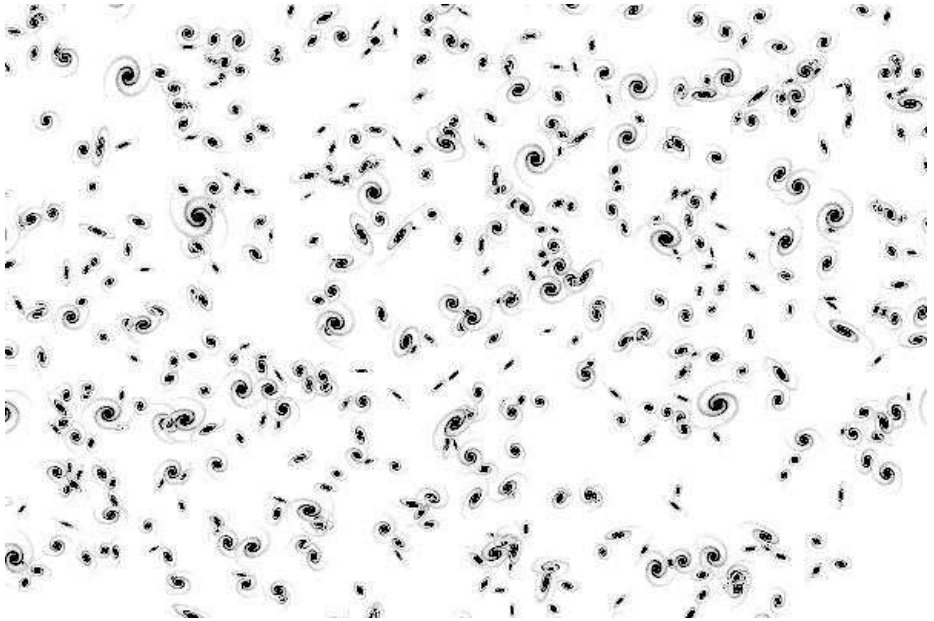
Struktur des Universum

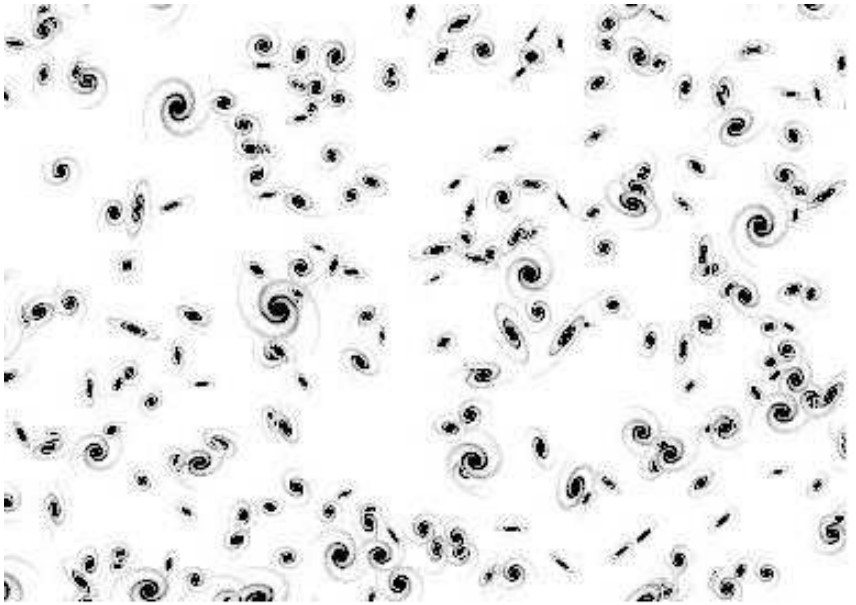
Das Universum im Großen ist homogen, isotrop und selbstähnlich

Fraktales Universum

Jackson Pollock: das Universum ist homogen, isotrop und selbstähnlich, und so sind auch Jackson's Bilder. Diese Bilder von Jack the Dripper entstanden im Zeitraum 1947 bis 1952 und zeigen "organisches" Verhalten: Ähnlichkeit seiner Bilder mit natürlichen Objekten, die selbstähnliche komplexe Strukturen zeigen.

Fraktales Universum

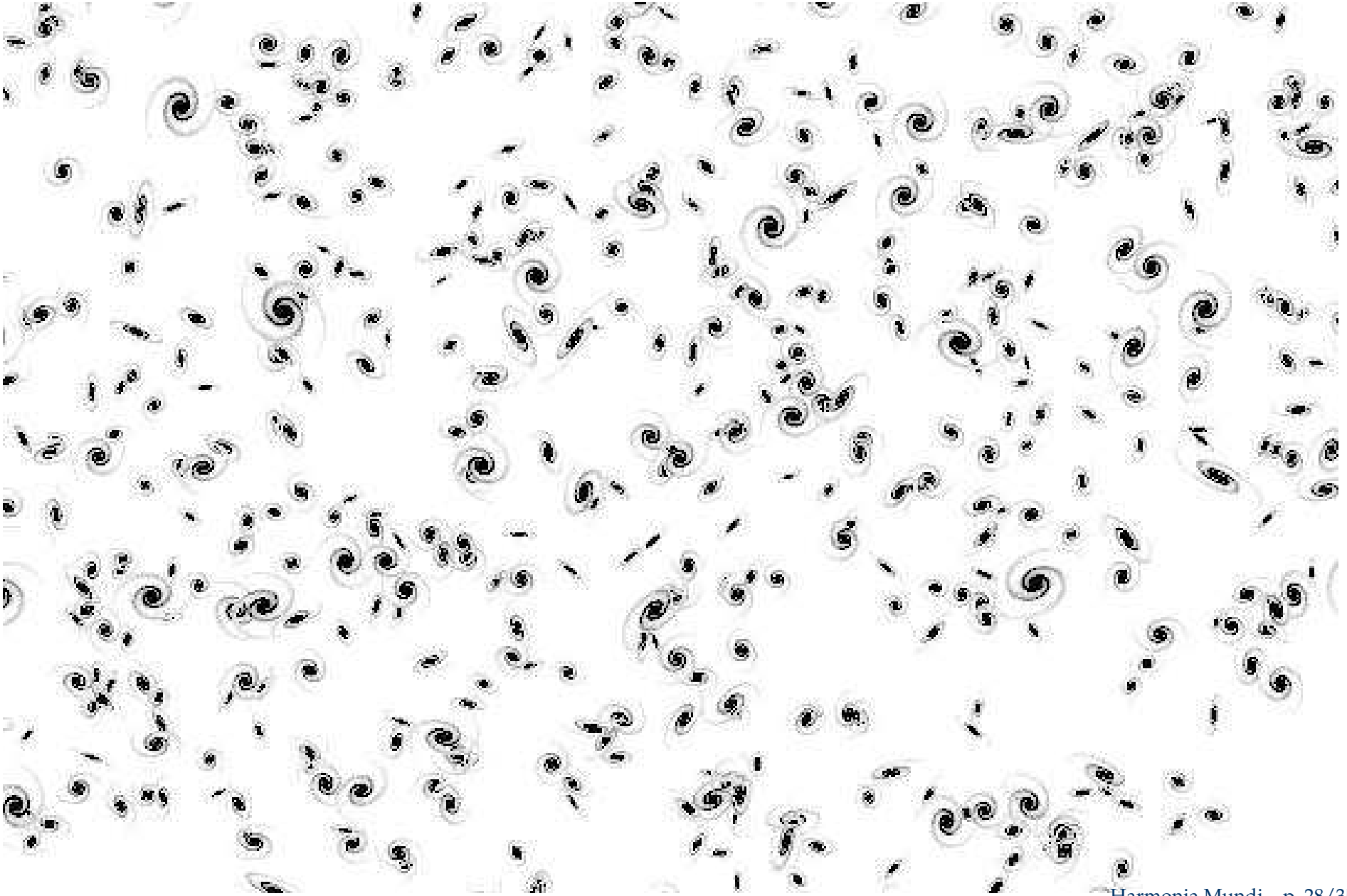




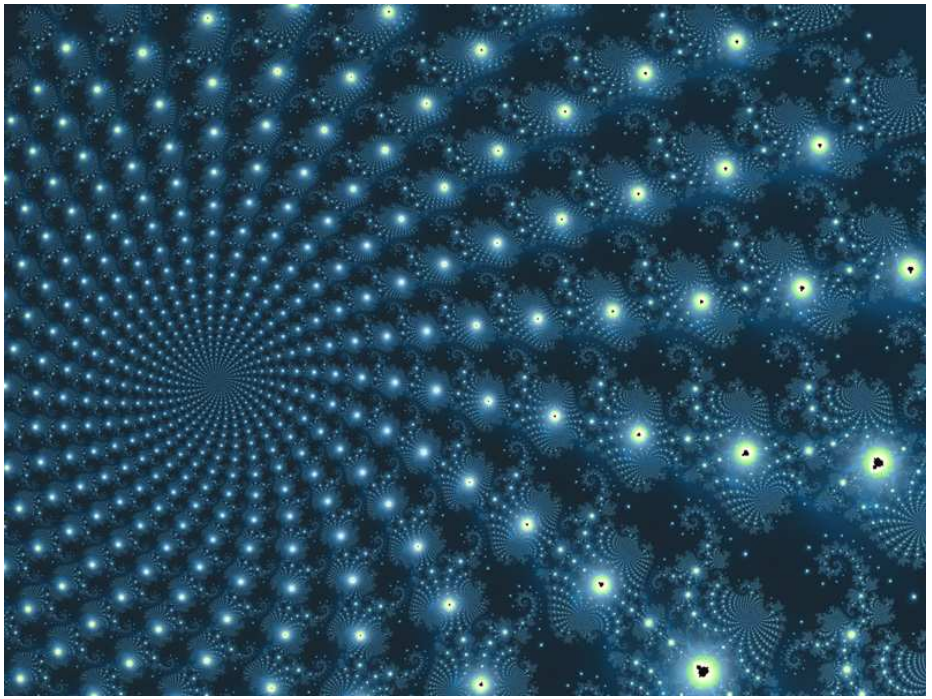
www.astro.ucla.edu/∼wright/cosmo_01.htm

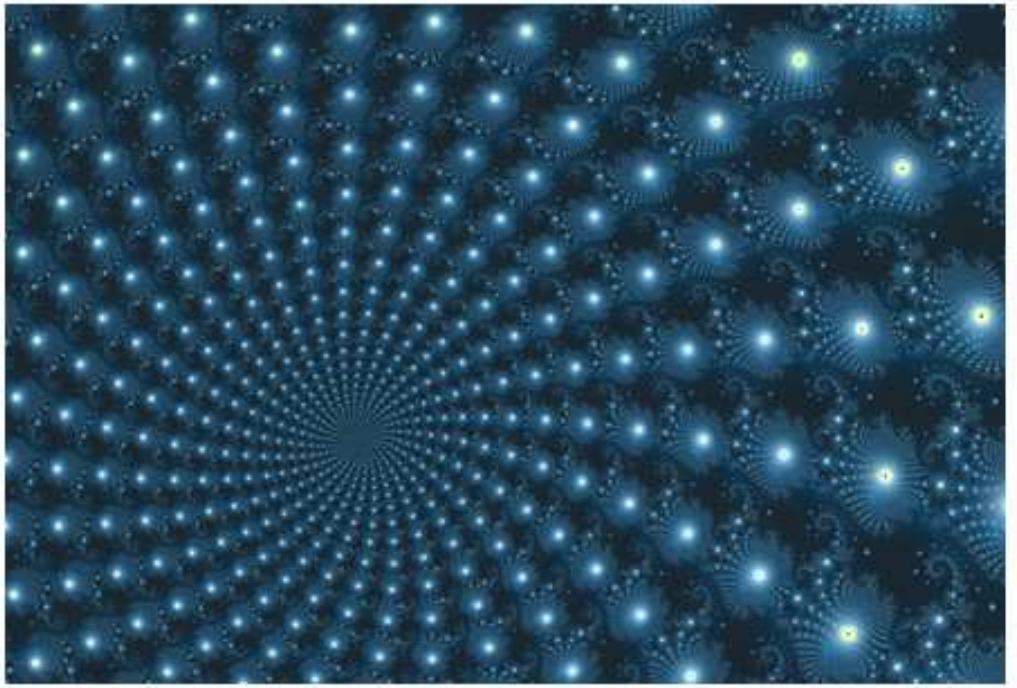
Das Universum ist auf großen Skalen homogen und isotrop. Ein Ausschnitt des Universums ist dem gesamten Kosmos ähnlich; es zeigt einen fraktale Symmetrie.

Homogenität und Isotropie



Mandelbrot-Menge





www.abm-enterprises.net/fractals/

Mandelbrot-Menge

Die Mandelbrot-Menge $\mathbb{M}$ ist die Menge aller komplexen Zahlen c, für welche die rekursiv definierte Folge komplexer Zahlen $z_0, z_1, z_2, \ldots$ mit dem Bildungsgesetz

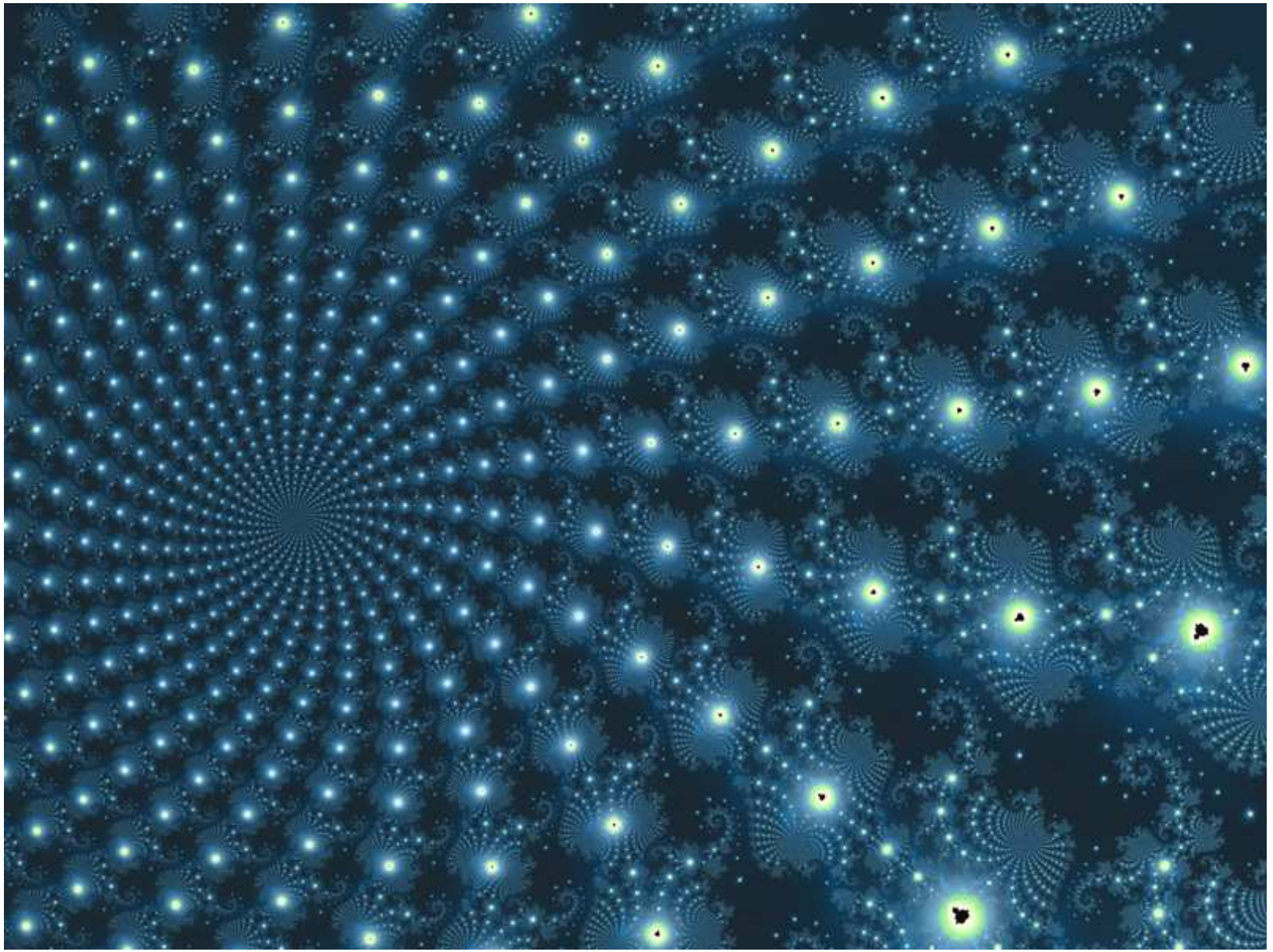
$$z_{n+1} = z_n^2 + c$$

und dem Anfangsglied

$$z_0 = 0$$

beschränkt bleibt, das heißt, der Betrag der Folgenglieder wächst nicht über alle Grenzen. Die graphische Darstellung dieser Menge erfolgt in der komplexen Ebene.

Mandelbrot-Menge

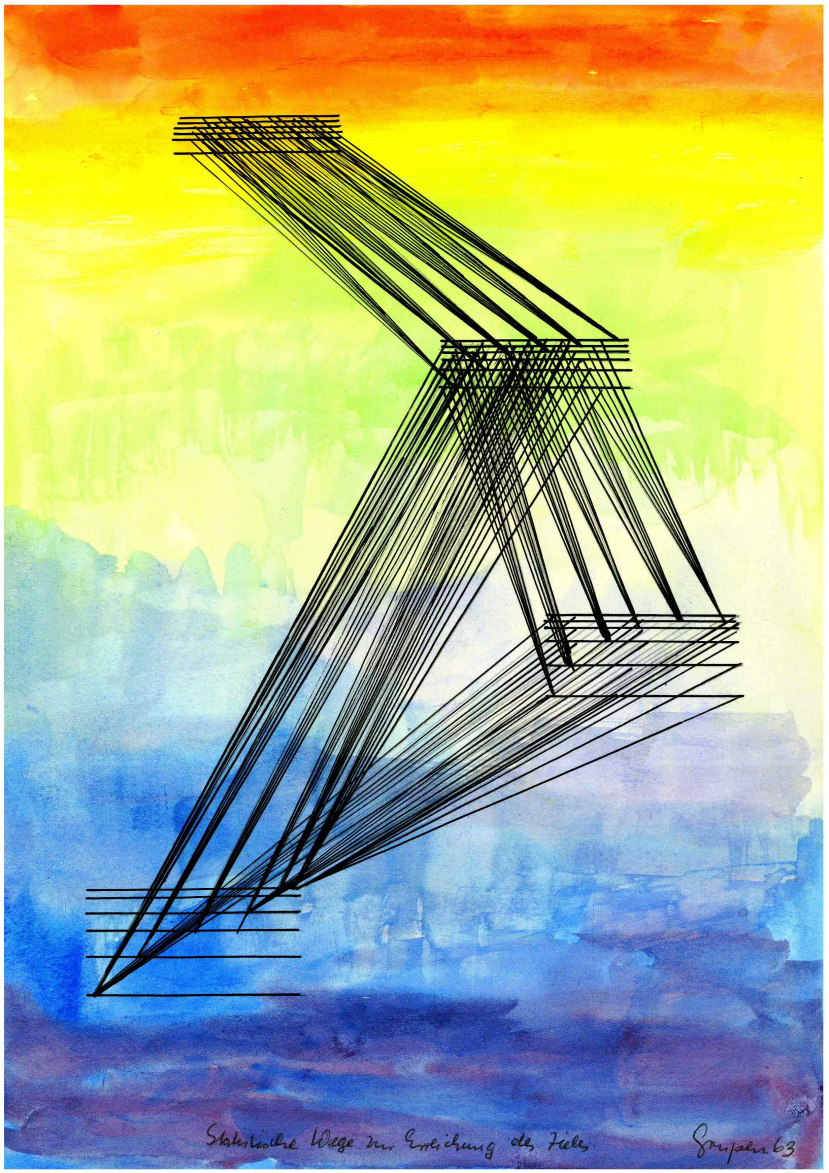


Benoit B. Mandelbrot; www.abm-enterprises.net/fractals/

DNA-Struktur

DNA-Spur aus dem Kosmos: Günter Schlenzig www.hella-maria-hoefer.net/Profil/Schlenzig.htm

Unendlichkleit

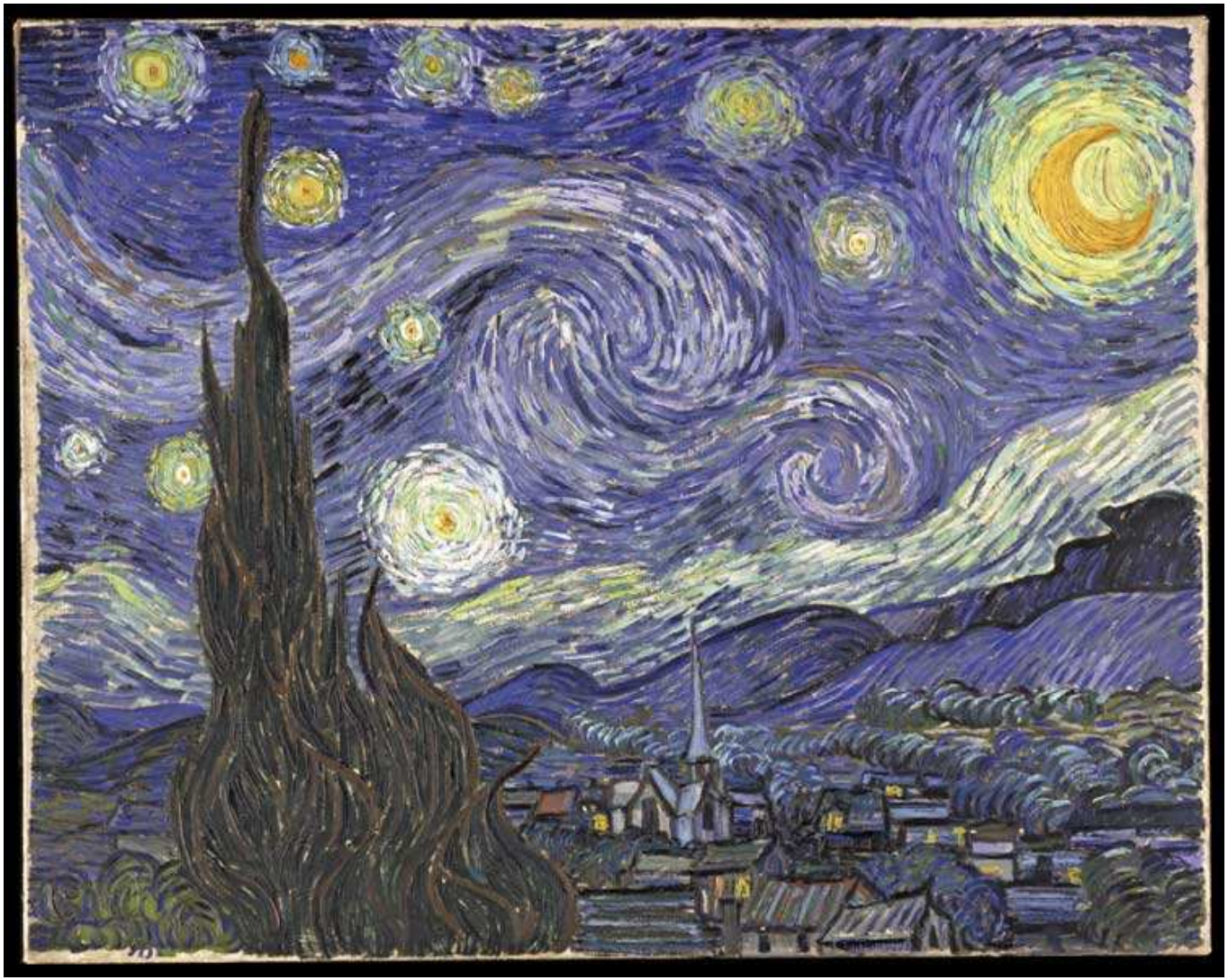


"Statistische Wege zur Erreichung des Zieles"; C.G. 1963

Energetische kosmische Phänomene

Welche Phänomene springen uns ins Auge?

Kosmische Beschleuniger



Sternennacht, Vincent van Gogh

Kosmische Beschleuniger

Aurora Borealis

Kosmische Beschleuniger

Aurora Borealis

Zodiakallicht

Zodiakallicht

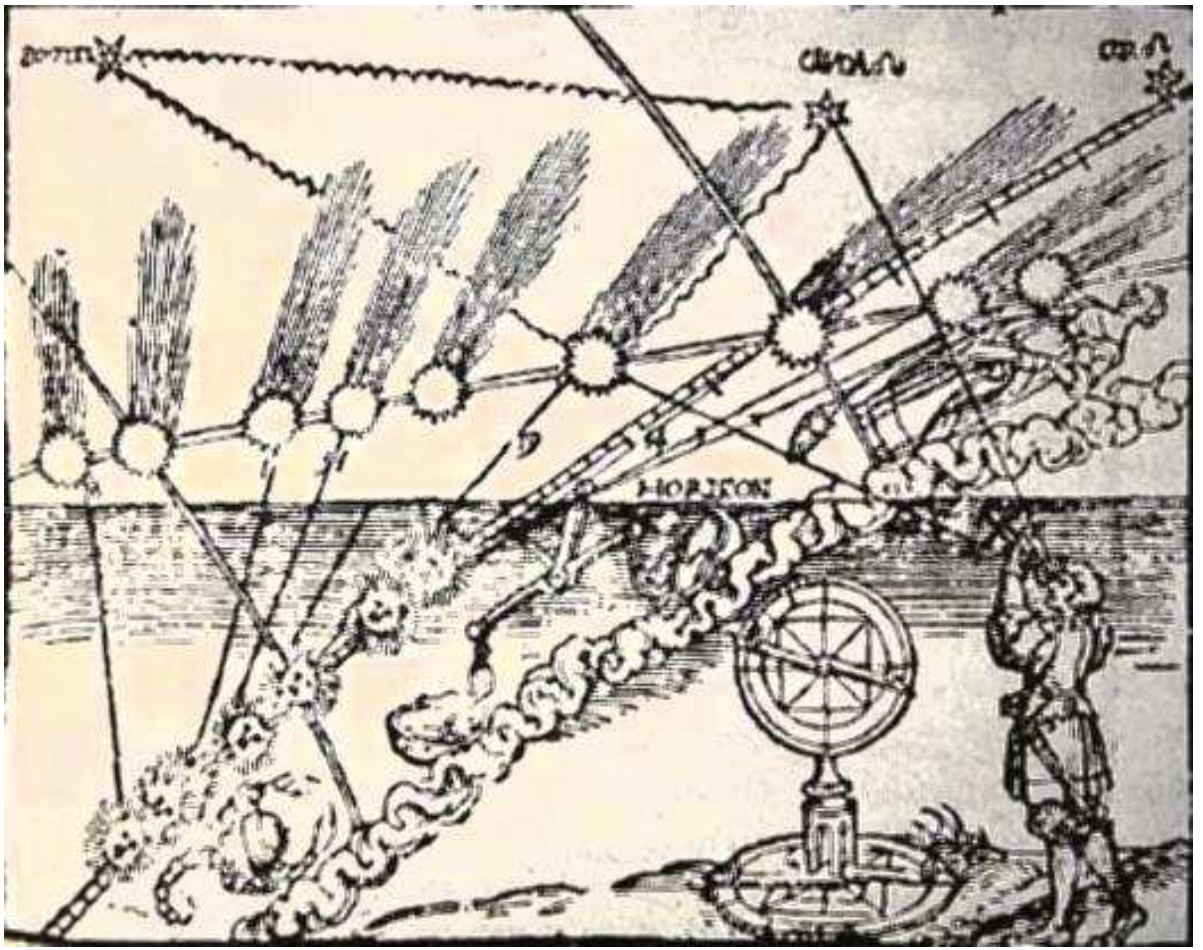
Zodiakallicht

Das Sonnensystem befindet sich innerhalb einer riesigen Wolke aus interplanetarem Staub. Dieser stammt von gegenseitigen Kollisionen von Asteroiden sowie von Kometenschweifen. Im Laufe der Zeit bildet sich eine ellipsoidische Wolke von Staub, in deren Zentrum die Sonne steht. Das Zodiakallicht entsteht durch die Streuung des Sonnenlichtes an diesem interplanetaren Staub. Man erkennt die Wellenlängenabhängigkeit des Streulichts. Nach Rayleigh ist sie proportional zur vierten Potenz der Frequenz.

Kometen

Ludwig XII/8 Manuskript 1450 - 1475; J. Paul Getty Museum, Los Angeles

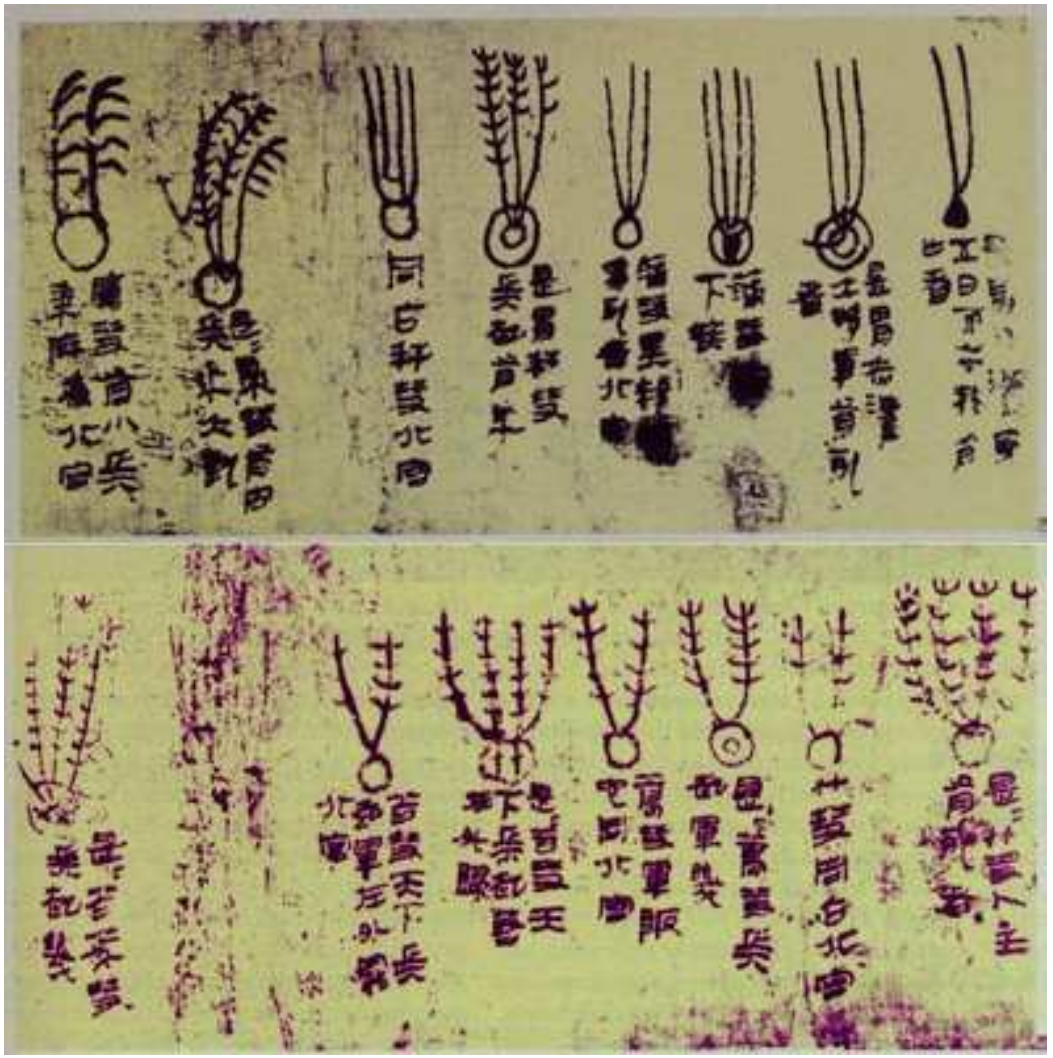
Kometen



Peter Apian 1531;

http://www.humboldt.edu/~rap1/EarlySciInstSite/Instruments/Torquetum/Turq.html

Kometen



Alte chinesische Zeichnungen von Kometen

lunarmeteoritehunters.blogspot.com/

Rayleighstreuung

Die blaue Atmosphäre

Was sagen die Alten?

Was sagen die Ägypter, die Griechen und alle unsere Vorfahren?

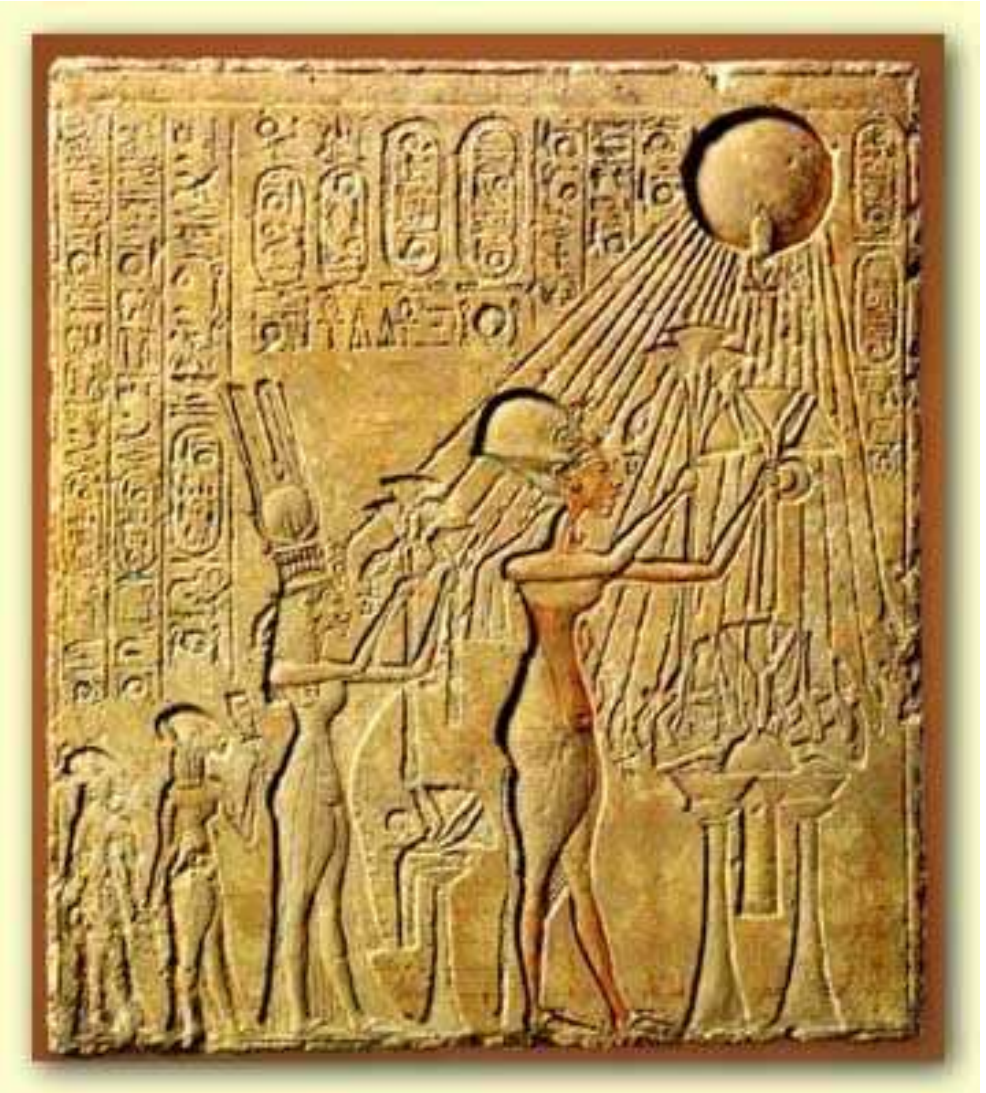
Sonnengott Ra

Sonnengott Helios

Sonnengott in Ägypten

Echnaton mit Familie in Anbetung des Sonnengottes Aton

Sonnengott in Ägypten

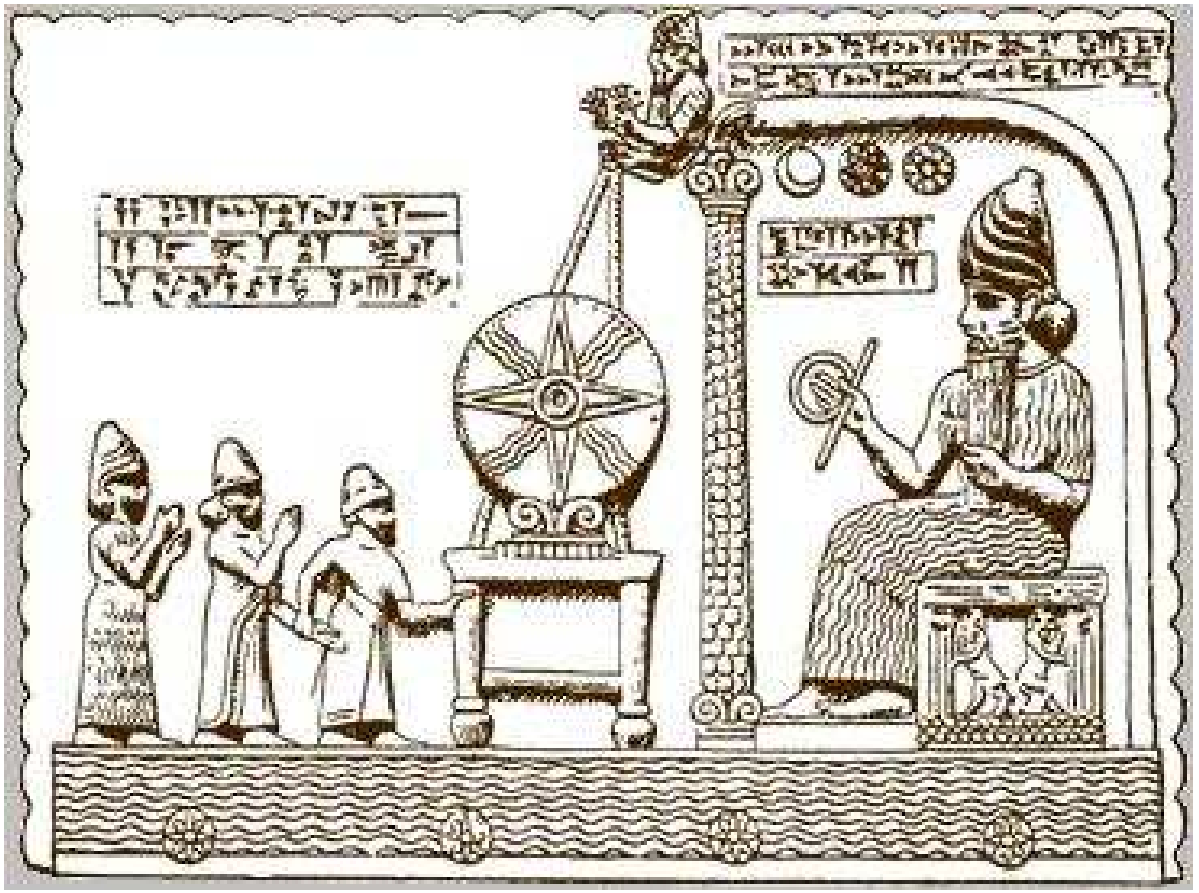


Echnaton mit Familie in Anbetung des Sonnengottes Aton

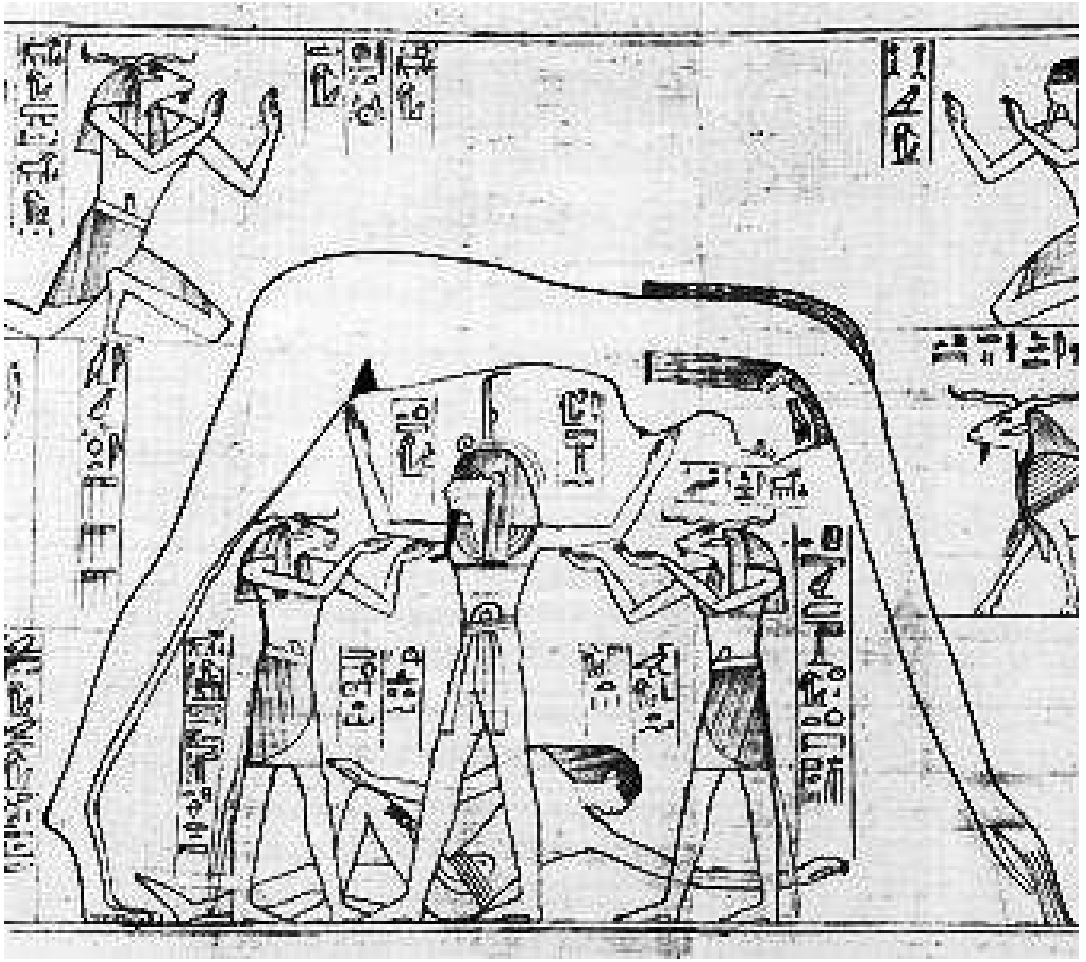
Sonnengott in Babylon

Babylonische Lehmtafel (9. Jahrhundert v. Chr.): Sonnengott mit seinen Dienern. Die Sonne ruht aus einem Schemel vor Gott. Im Himmel unter dem Baldachin sieht man den Mond, die Sonne und die Venus. Der Tempel ruht auf einem himmlischen Ozean, der ewigen Quelle des Lebens.

Sonnengott in Babylon



Himmelsgott in Ägypten

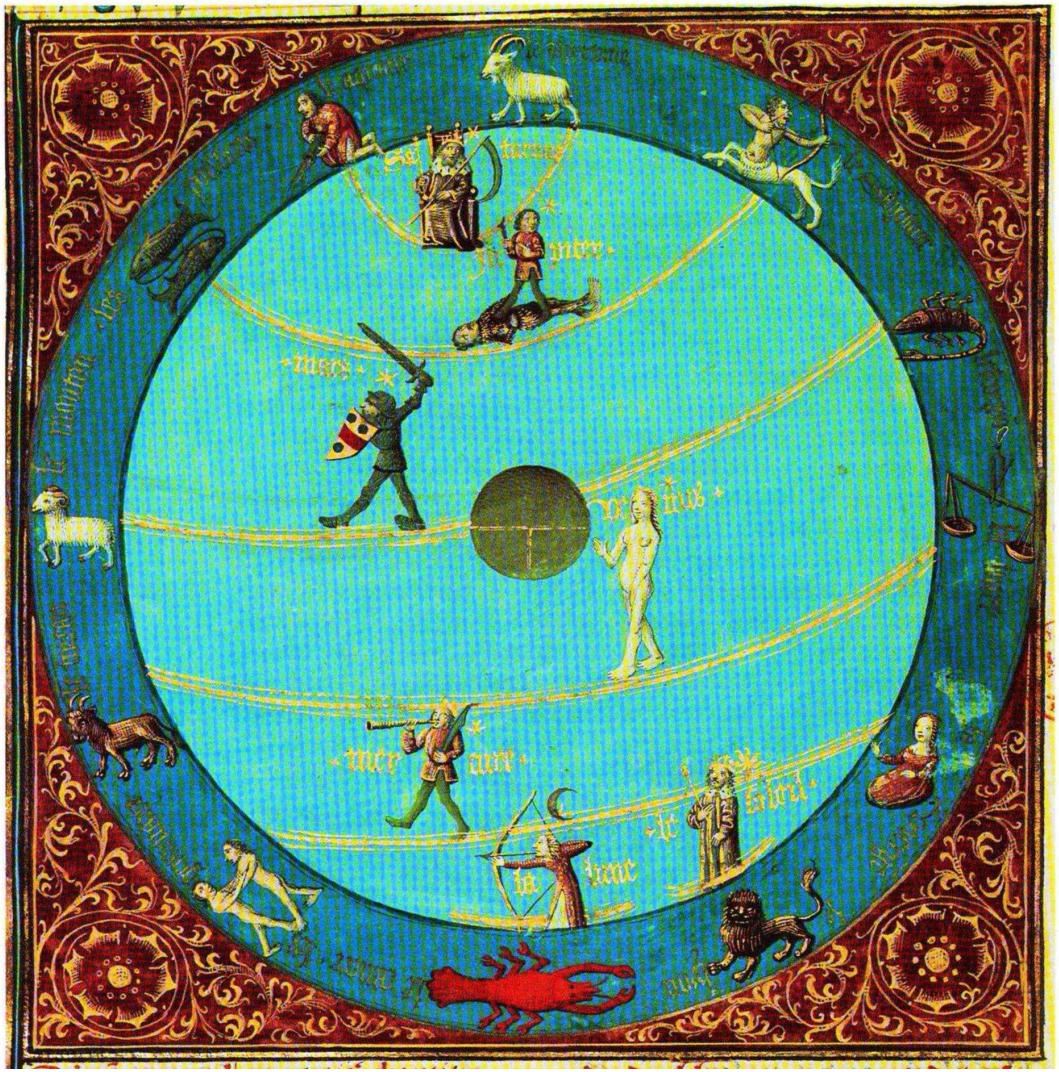


Ein Papyrus-Manuskript zeigt den ägyptischen Himmelsgott Nut, der den Himmel trägt. Der Gott vertilgt die Sonne, wenn sie im Westen ist und er scheidet die Sonne im Osten wieder aus, und es folgt ein neuer Tag.

Mensch und Kosmos

Darstellung der Rolle des Menschen im kosmischen Geschehen. Das mittelalterliche Universum wird von einer himmlischen Macht umfaßt (12. Jahrhundert).

Mensch und Kosmos



Das mittelalterliche Bild des Menschen im Universum. Der Himmel regelt alle Aspekte des Lebens durch die Sternzeichen.

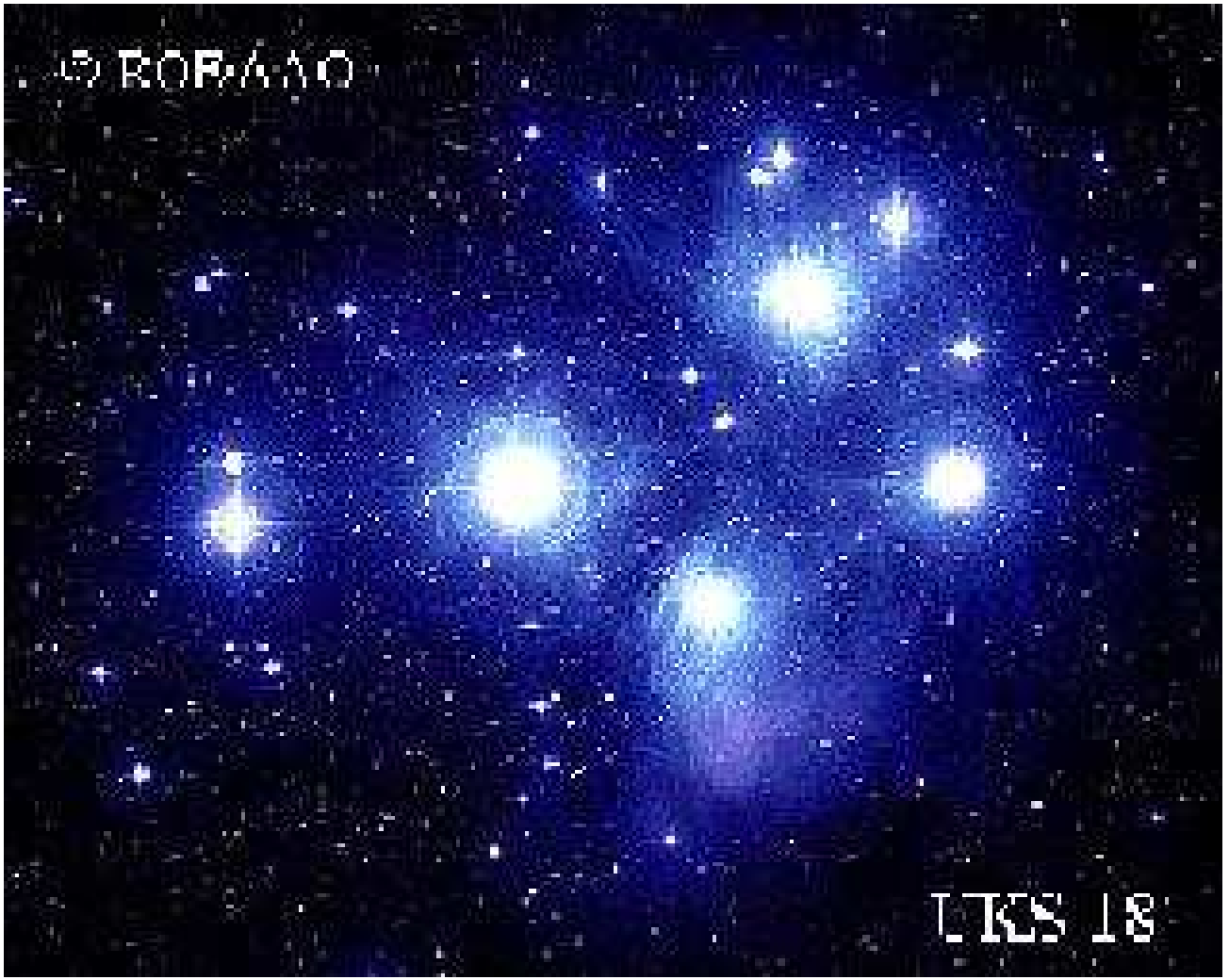
Himmelsscheibe von Nebra

weltweit älteste konkrete Himmelsdarstellung, $\approx$ 2000 Jahre v. Chr.

Himmelsscheibe von Nebra

- Durchmesser $\approx$ 32 Zentimeter
- Dicke 4,5 mm in der Mitte bzw. 1,7 mm am Rand
- Gewicht $\approx$ 2 kg (Bronze)
- Ortsbestimmung durch radioaktive Blei-Isotope
- ursprüngliche Farbe: tiefbraun bis schwarz
- Korrosionsschicht aus Malachit $\Rightarrow$ Grünfärbung
- dargestellt sind Sonne(?), zunehmender Mond, Plejaden(?)

Plejaden



Plejaden

Hilli Mann, 7 Schwestern 7 Stelen, 180 - 240cm, Papiermaché,2003

Höhle von Blaubeuren

Höhle von Blaubeuren

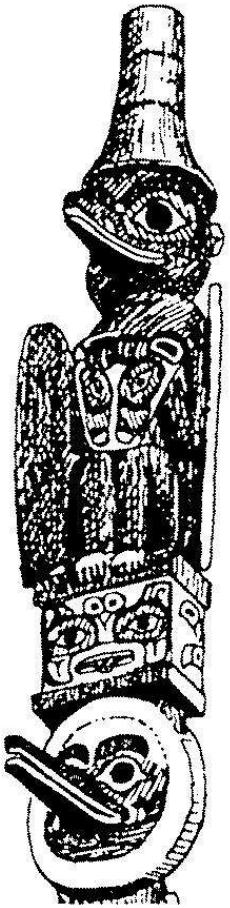
Die älteste bekannte Menschendarstellung ist ein kleines Elfenbeinplättchen mit einer menschlichen Schnitzerei auf einer Seite. Sie wurde 1979 im Geißenklösterle bei Blaubeuren gefunden. Es handelt sich dabei um eine Schnitzerei in Mammutelfenbein, die auf ein Alter von 35.000 Jahren datiert wurde. Auf der Rückseite findet man Reihen eingeritzter Punkte, die an ein Sternenfeld erinnern und bei denen es sich um Zeugnisse von Himmelsbeobachtungen handeln könnte.

frühe Malereien

Tlingit-Indianer

Der schlaue Rabe stiehlt die Sonne, sperrt sie in eine Kiste und bringt der Welt das Licht nach seinem Belieben.

Tlingit-Indianer



Der schlaue Rabe stiehlt die Sonne, sperrt sie in eine Kiste und bringt der Welt das Licht nach seinem Belieben.

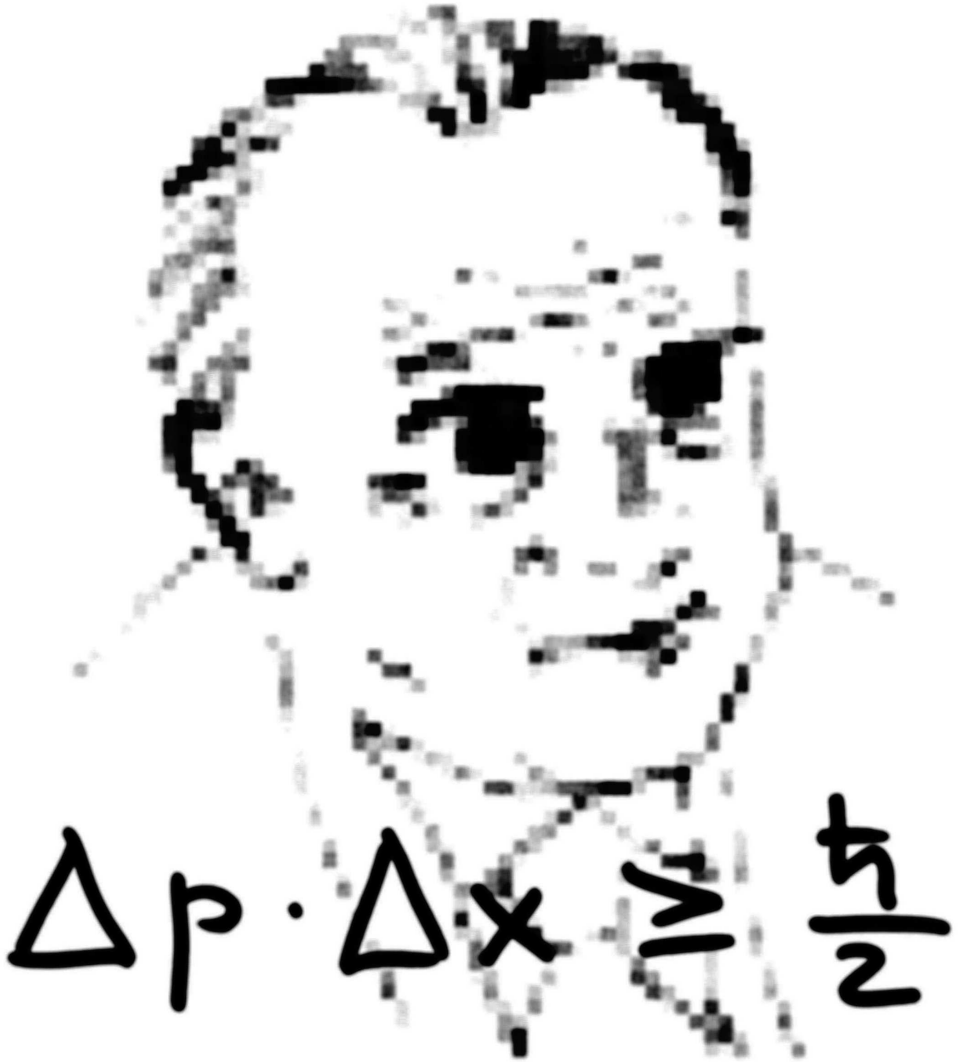
Die Fragen des Lebens

Ursprung des Lebens: Woher kommen wir? Was sind wir? Wohin gehen wir?. 1897; Boston Museum of Fine Arts. Gauguin betrachtete dieses Bild als sein Meisterwerk, und erwog, Selbstmord zu begehen, als es fertig war, denn bessere Bilder würde er nicht mehr schaffen können.

Prinzipielle Schwierigkeiten

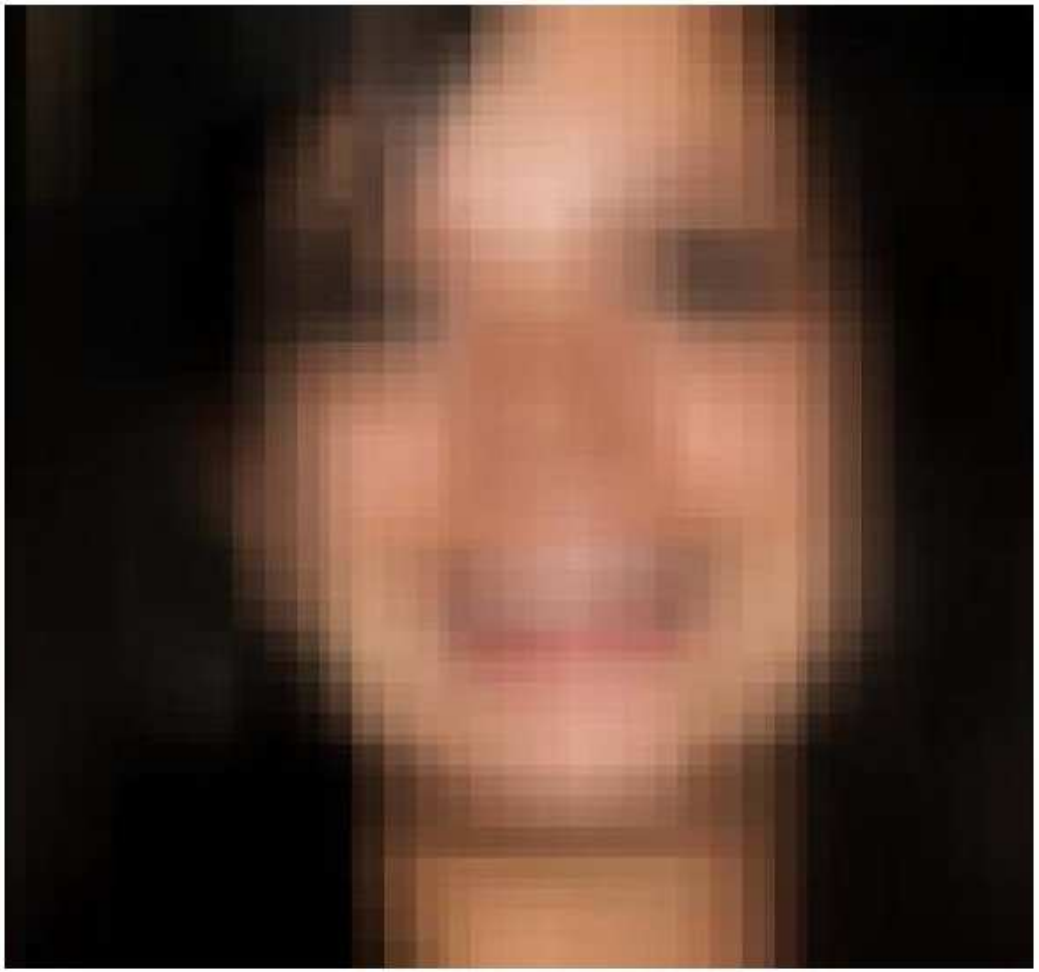
Der Mensch ist Teil der Welt und Teil des Messprozesses

Heisenberg



Die ultimative Wirklichkeit kann nicht bildlich dargestellt werden.

Die Natur ist unscharf



Sonne und Mond

Wie sieht der Mensch unsere Energiequelle, die Sonne, und unseren Mond als Begleiter der Erde?

Robert Delaunay

Simultane Kontraste: Sonne und Mond; 1912; Museum of Modern Art, NY

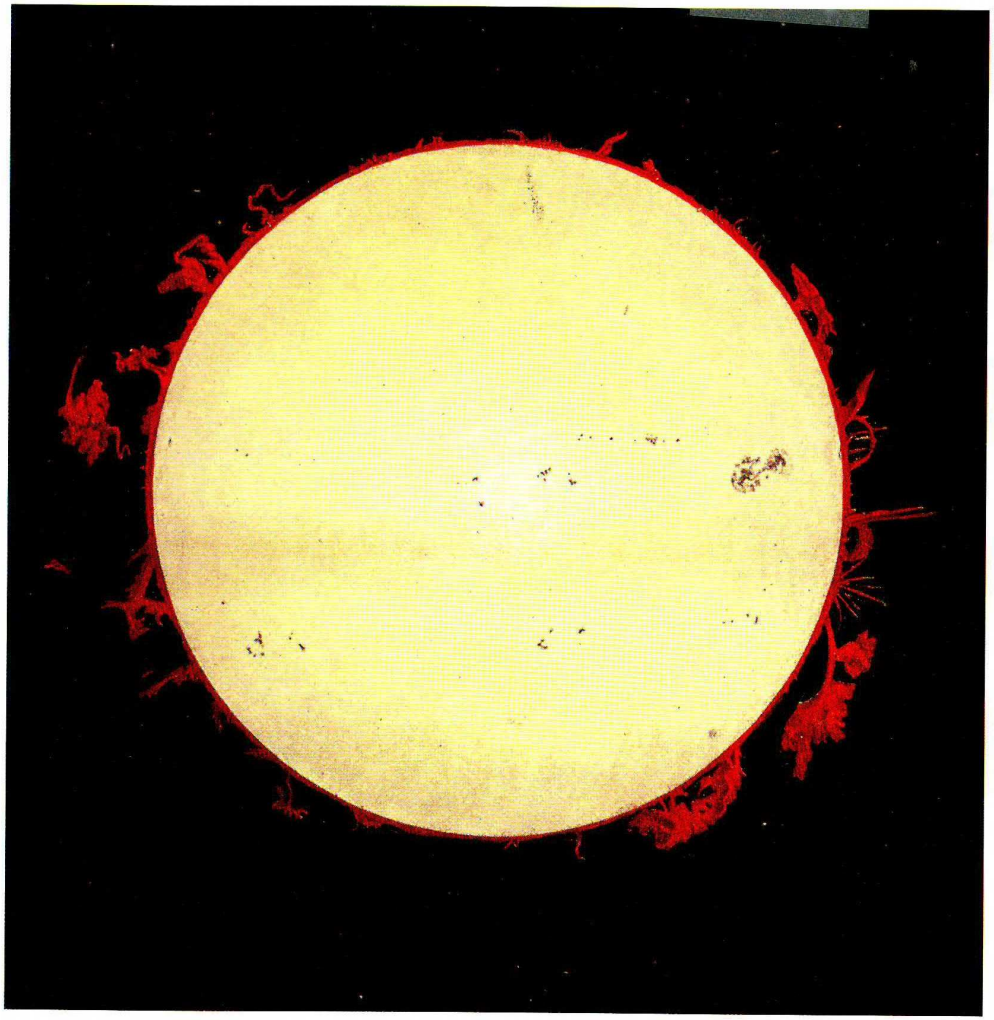
Max Ernst

Die ganze Stadt, 1936-1937, Kunsthaus Zürich; Mond

Max Ernst

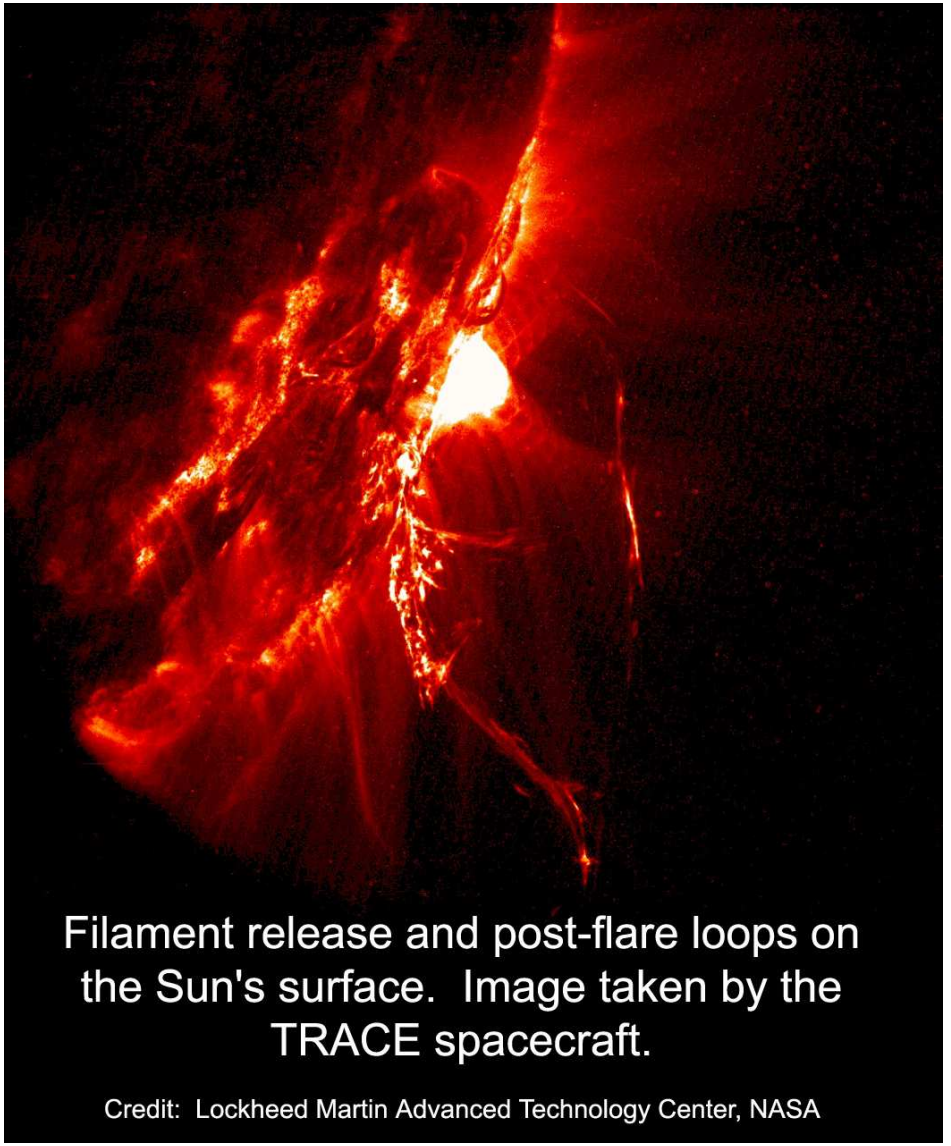
Dieses Bild entsteht durch die Technik der 'Frottage', einer graphischen Technik, bei der die Oberflächenstruktur von Objekten mit Hilfe eines weichen Bleistifts auf den Zeichenträger durchgerieben wird. 1925 entdeckt Max Ernst diese Technik als Mittel der Bildfindung und der Intensivierung seiner visuellen Fähigkeiten und wendet es bei den 34 Blättern seiner 'Naturgeschichte' erstmals an. Auf diese Weise entstehen gewaltige Traumstädte, in denen sich Elemente des Vegetativen und Zivilisatorischen überlappen. Frottage ist ein technisches Mittel, um die halluzinatorischen Fähigkeiten des Geistes zu steigern, damit Visionen sich automatisch einstellen, ein Mittel, sich seiner Blindheit zu entledigen.

Hans Kraemer



Hans Kraemer; 1902; Sonnen mit Sonnenflecken und Korona; aus Weltall und Menschheit; Deutsches Verlagshaus, Berlin

Sonneneruptionen



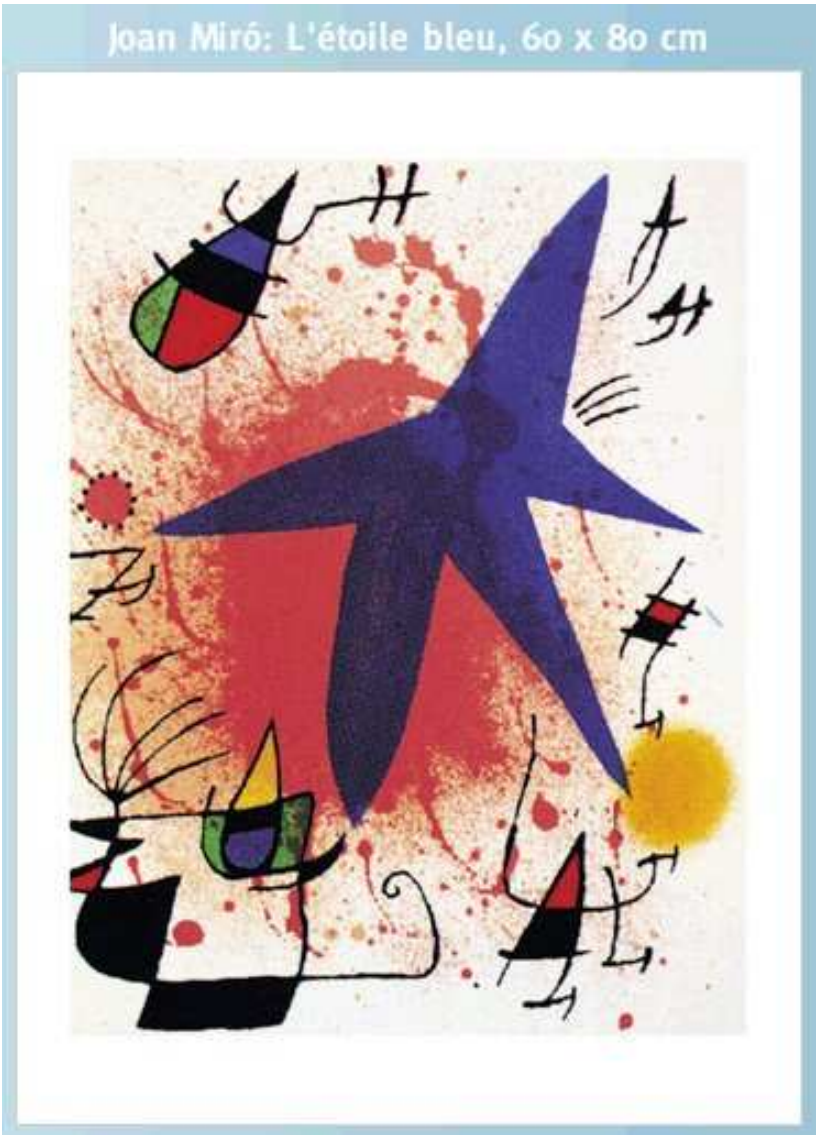
Filament release and post-flare loops on the Sun's surface. Image taken by the TRACE spacecraft.

Credit: Lockheed Martin Advanced Technology Center, NASA

Joan Miró

Joan Miró, Die rote Sonne, 1967

Joan Miró



Joan Miró, Der blaue Stern, 1972

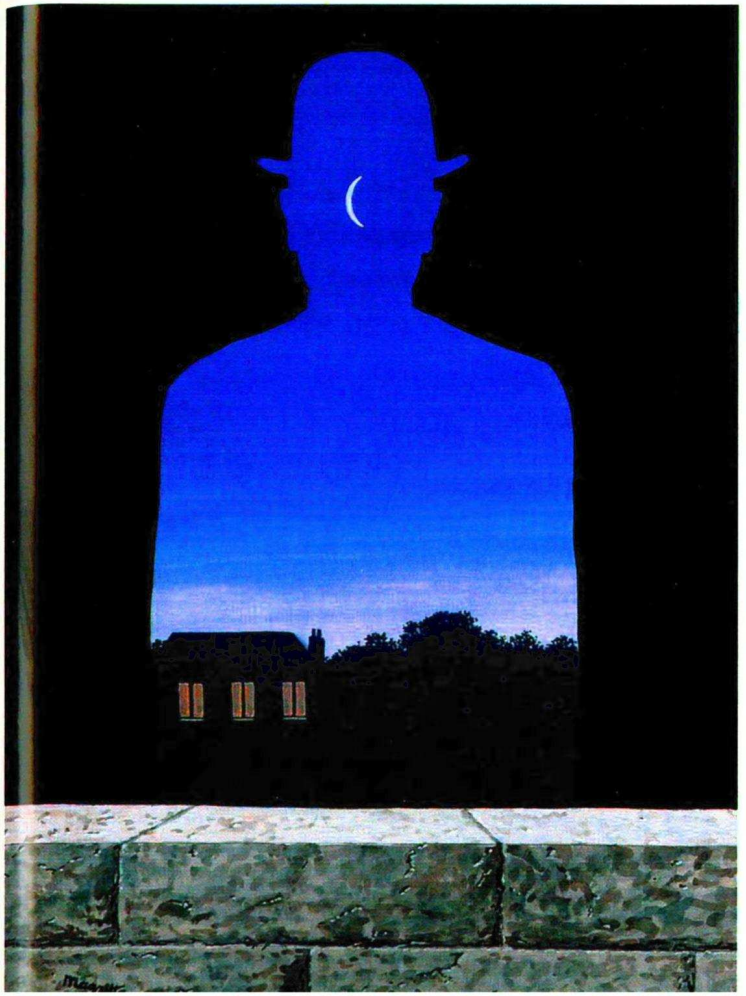
Marc Chagall

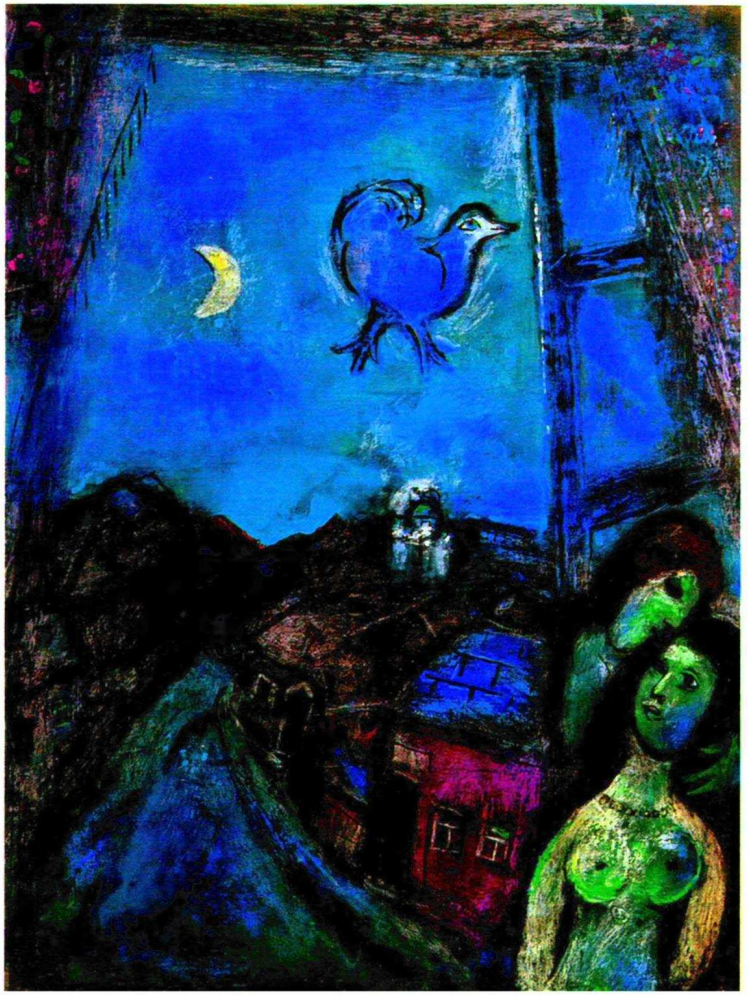
Marc Chagall, Die rote Sonne, 1949, Privatsammlung

Sonnenfinsternis

Der Mond verdunkelt die untergehende Sonne

Magritte und Chagall

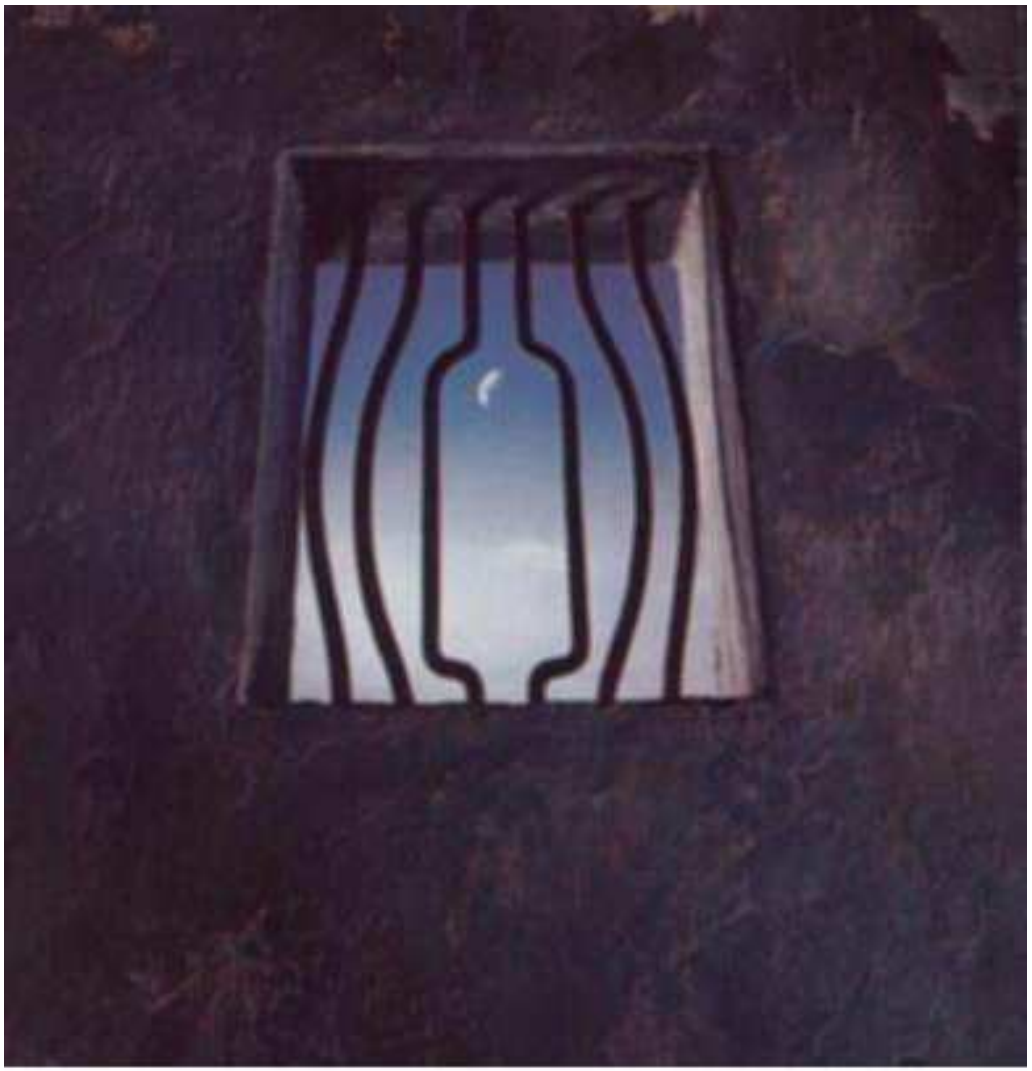




René Magritte “Der Mann und die Nacht”, 1964;

Marc Chagall, Abend am Fenster, 1950

Wodka und Mond



Reklame für eine 124 Jahre alte schwedische Wodka-Marke

Paul Klee

Paul Klee, Burg und Sonne, 1928

Wedded Rocks

Im Shinto Glauben stellen die beiden Felsen die Weltschöpfergötter Izanagi und Izanami dar. Die beiden Felsen feiern die Vereinigung von Mann und Frau in einer Hochzeit. Meoto Iwa, Japan

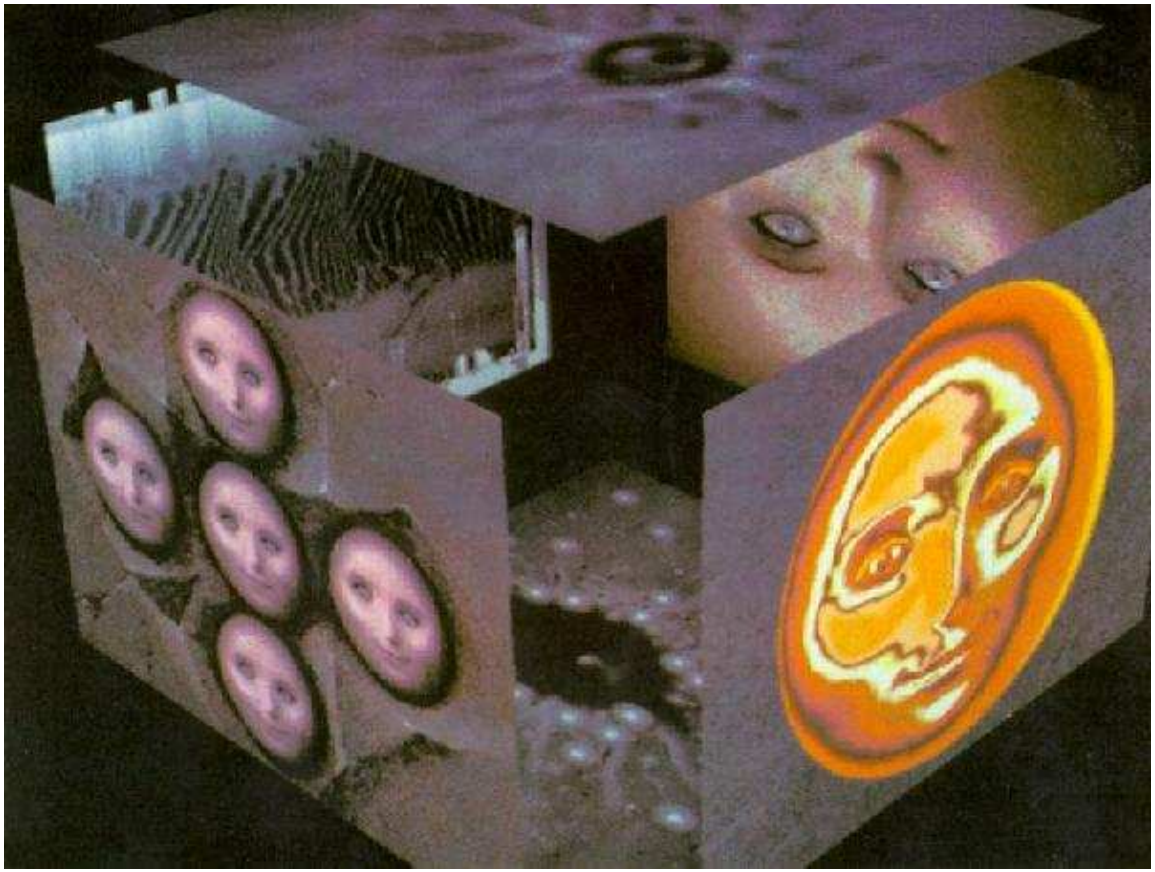
Paul Klee

Mondaufgang und Sonnenuntergang, 1919

Galileo Galilei

Handzeichnung des Mondes von Galilei

Ed Emshwiller

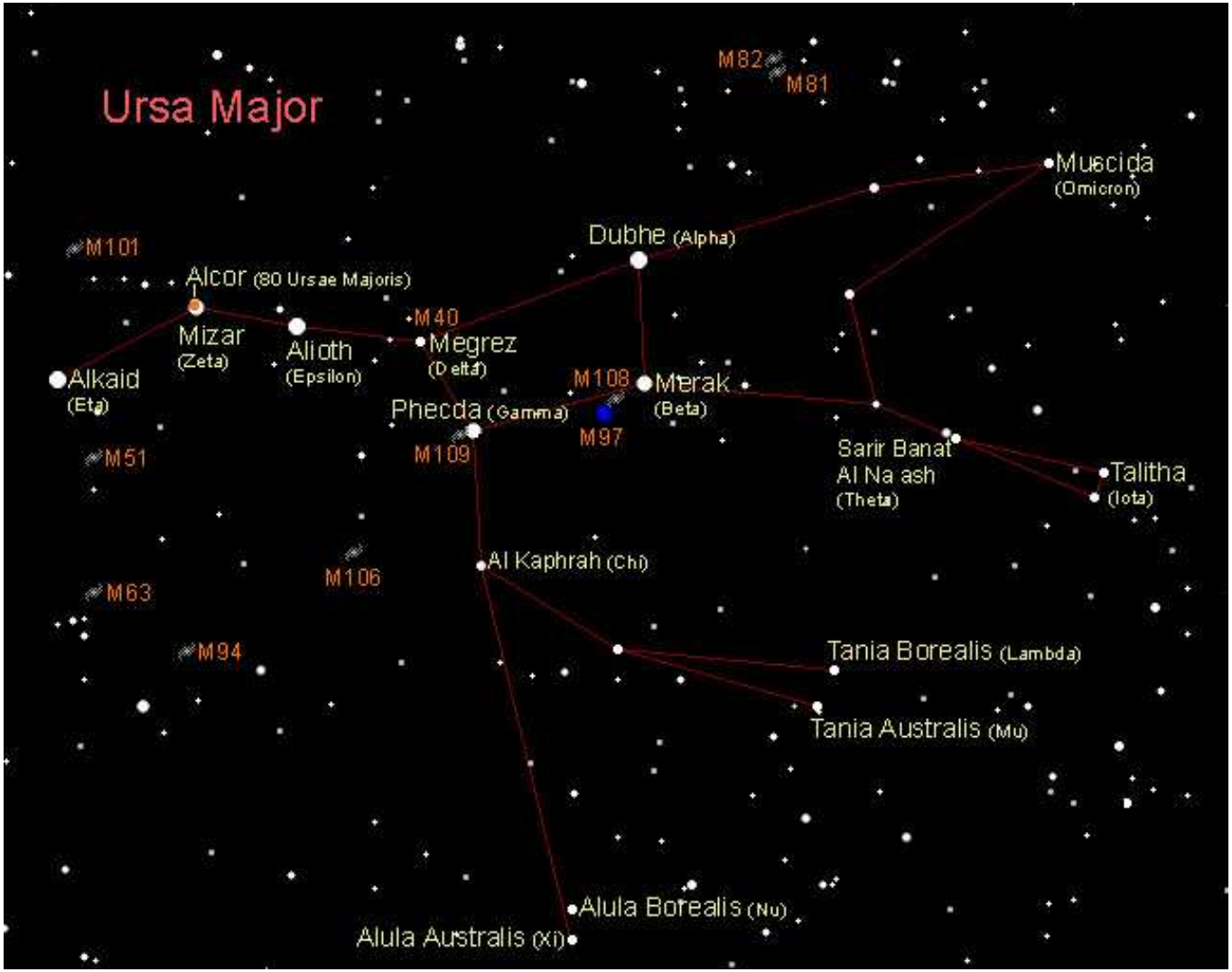


Ed Emshwiller, Sunstone,
innovatives Drei-Minuten Video, 3-D Computer Graphik,
1979, geschaffen am New York Institute of Technology
von Alvy Ray Smith

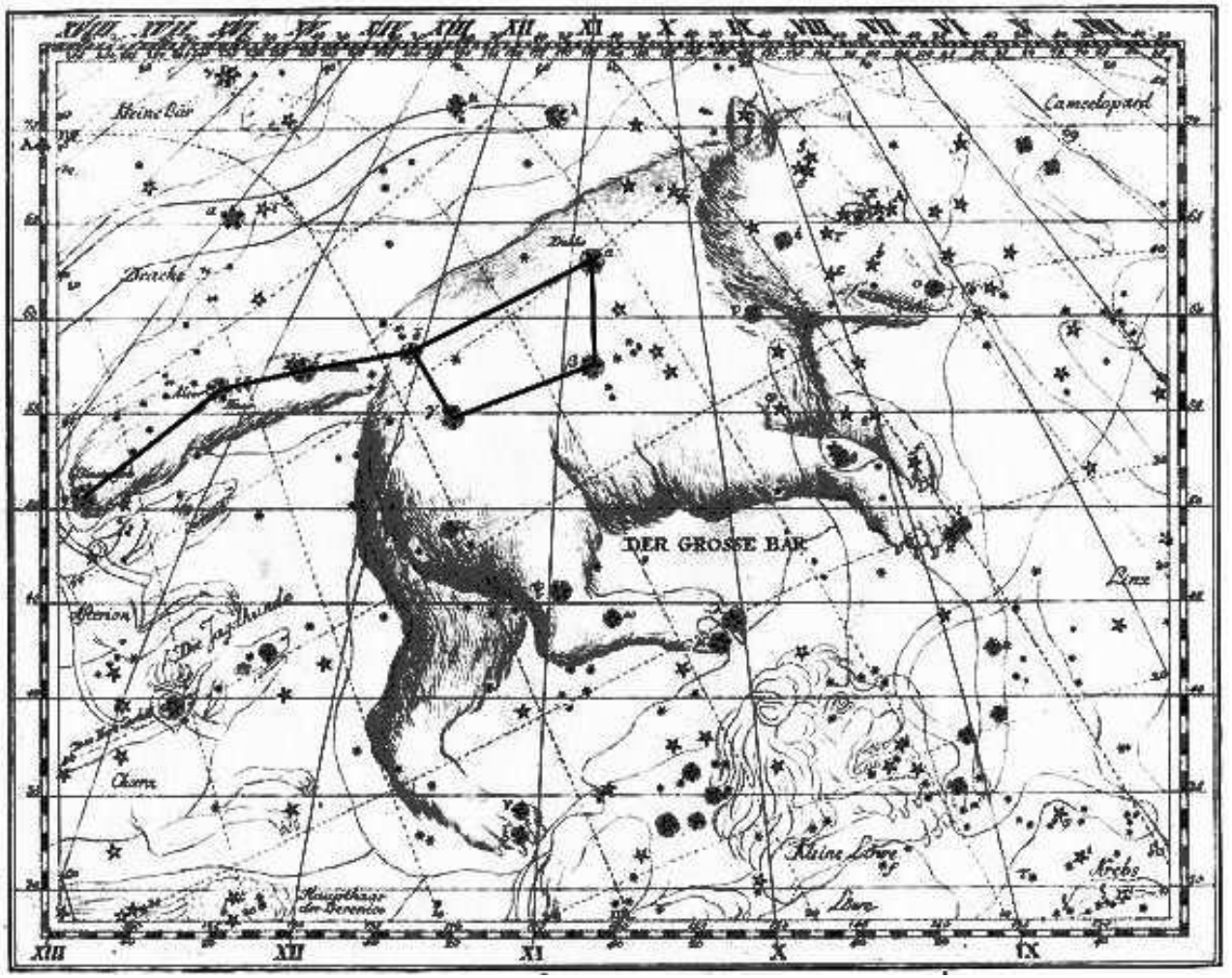
Vincent van Gogh

Vincent van Gogh, Sternennacht über der Rhone; Musée d'Orsay, 1888

Ursa Major


Ursa Major
M82
M81
Muscida
(Omicron)
Dubhe (Alpha)
M101
Alcor (80 Ursae Majoris)
Mizar
(Zeta)
Alioth
(Epsilon)
M40
Megrez
(Delta)
Alkaid
(Eta)
M108
Merak
(Beta)
Phecda (Gamma)
M97
M109
M51
Sarir Banat
Al Na ash
(Theta)
Talitha
(Iota)
Al Kaphrah (Chi)
M106
M63
M94
Tania Borealis (Lambda)
Tania Australis (Mu)
Alula Borealis (Nu)
Alula Australis (Xi)

Ursa Major

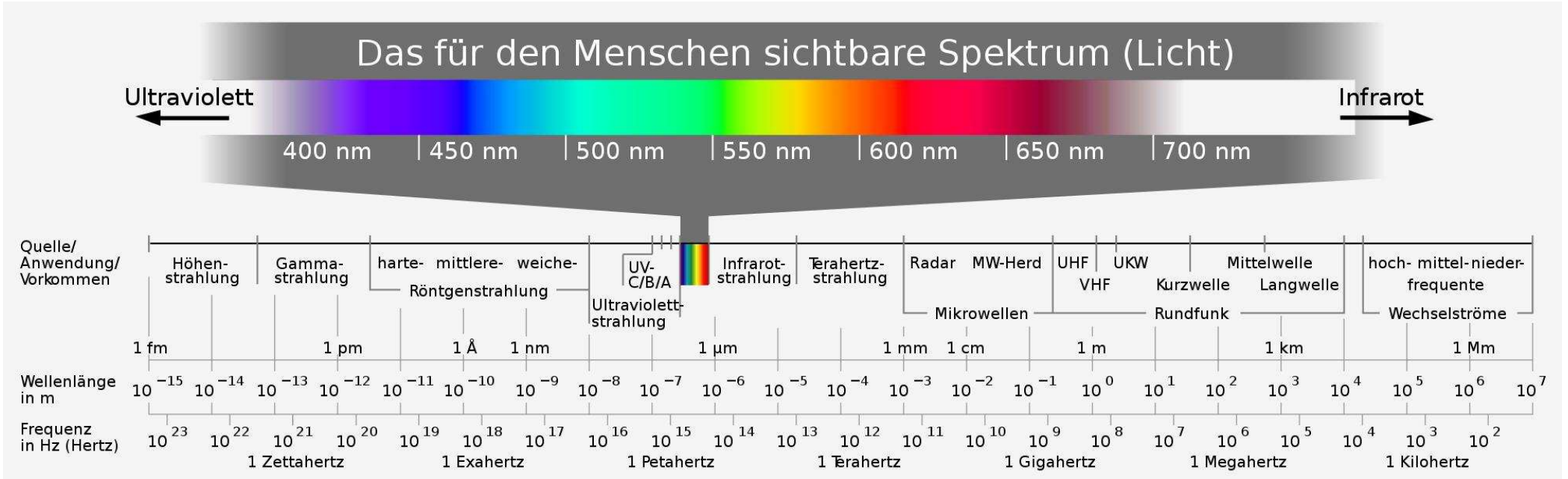


J.E. Bode; Sternenatlas; 18. Jhdt

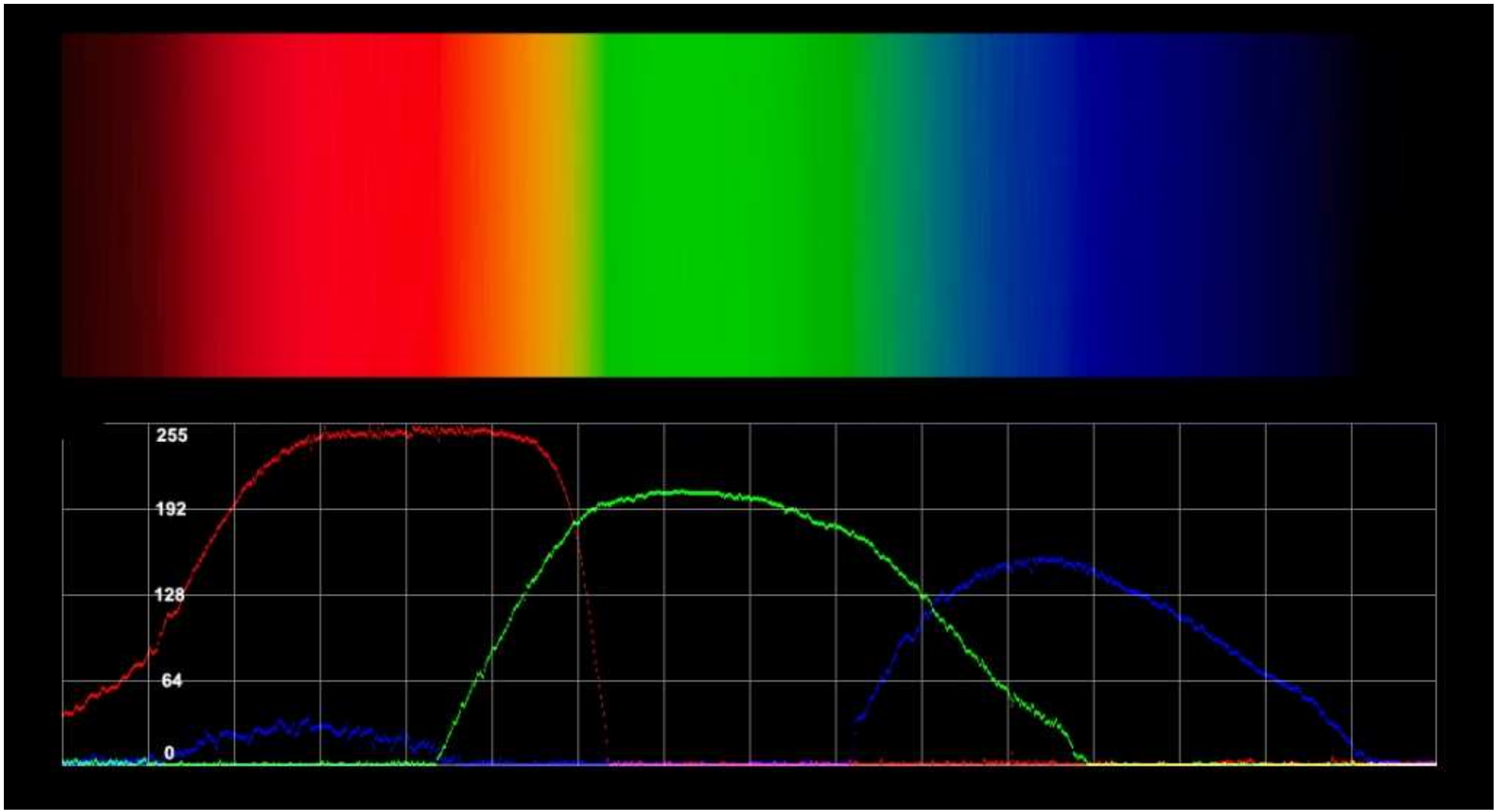
Sternbilder

Sidney Harris: “Nun finde mal ein paar, die so aussehen wir ein Bär, ein Hund oder irgendetwas.”

Farbspektrum

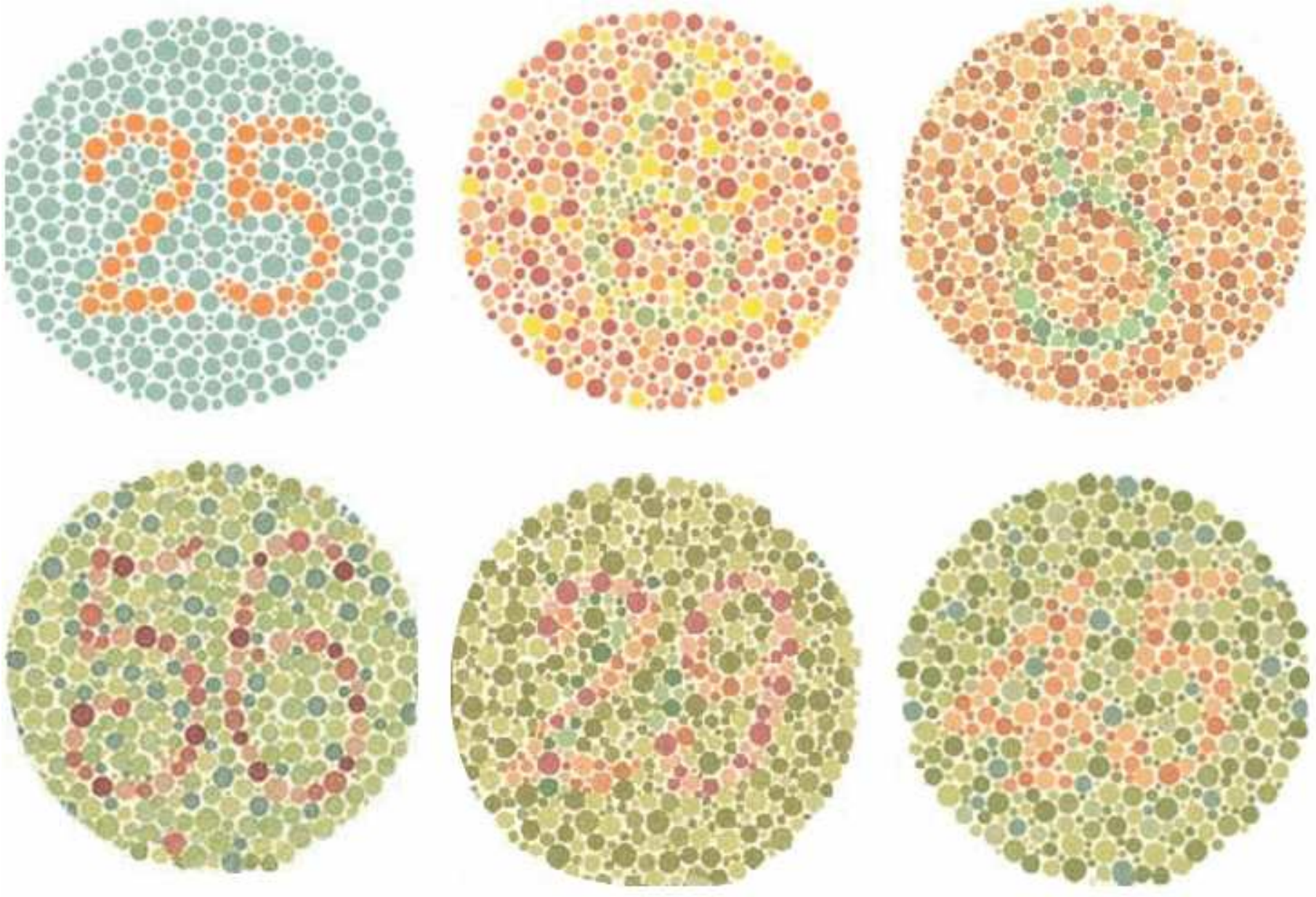


Farbspektrum



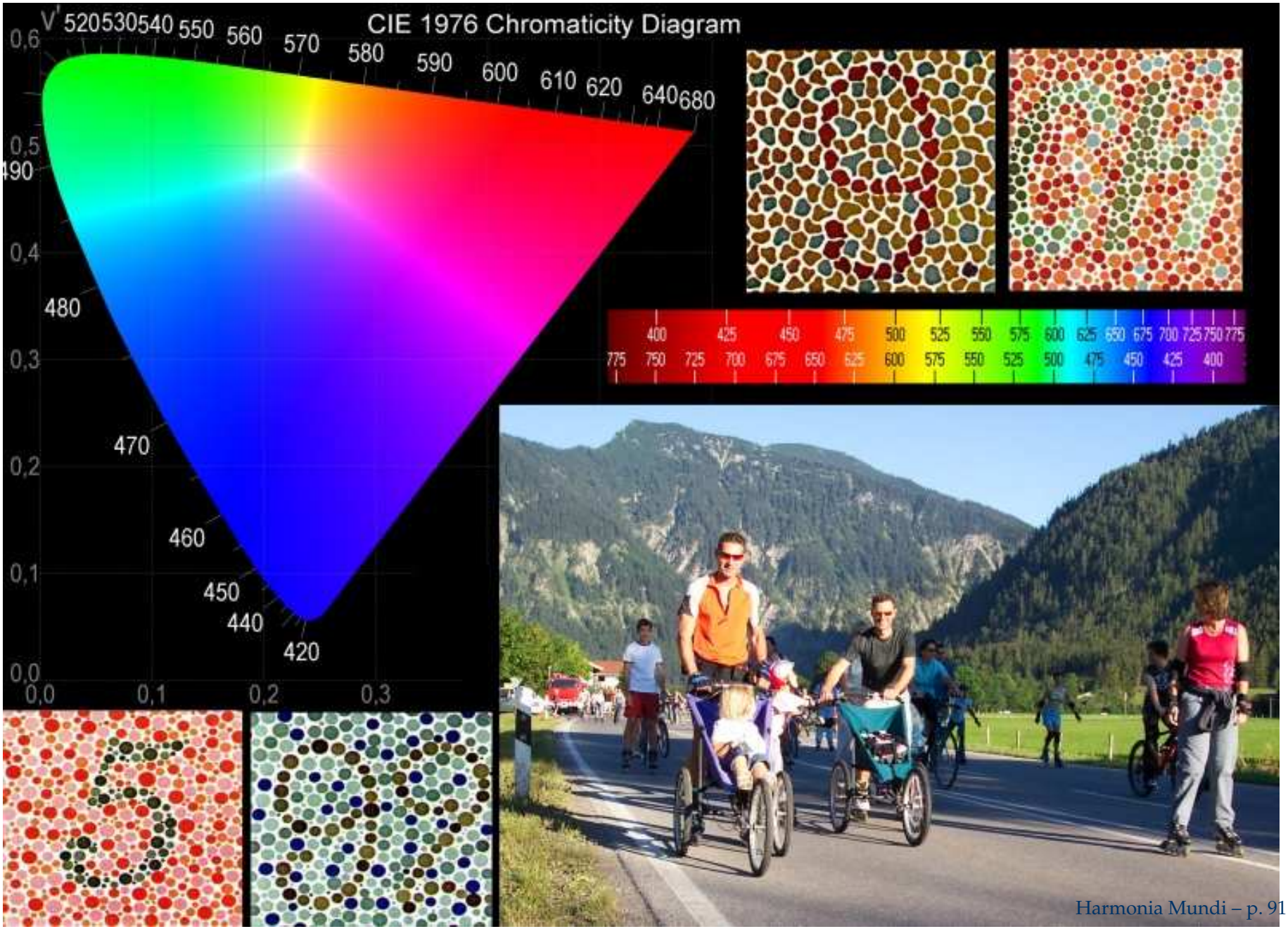
Farbtest: Farbspektrum; Kodakfilm DX7630

Pointillismus



Farbtest: Rot-Grün-Blindheit

Normalsichtigkeit



Das Auge

Der Mensch besitzt zwei unterschiedliche Systeme von visuellen Rezeptoren. Stäbchen sind wesentlich empfindlicher, aber es gibt davon nur einen Typ. Stäbchen können keine Farben unterscheiden. Das zweite System sind die Farbrezeptoren, die Zapfen. Davon gibt es beim Menschen drei mit unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit. Sie sind für das Tagessehen verantwortlich. Für ihre Reizantwort ist eine Leuchtdichte von mindestens 0,1 Candela pro cm^2 nötig. Unter dieser Schwelle sind nur Hell-Dunkel-Unterschiede durch die Stäbchen-Rezeptoren wahrnehmbar.
Um Farben zu unterscheiden, muss das Gehirn die Antworten von mindestens zwei verschiedenen Zapfentypen vergleichen.

Definitionen

Candela (cd)
Eine Lichtquelle hat in einer gegebenen Raumrichtung 1 cd Lichtstärke, wenn sie auf einem Sensor mit der genormten spektralen Empfindlichkeitsverteilung des menschlichen Auges dasselbe Signal erzeugt wie monochromatisches Licht der Frequenz $540 \cdot 10^{12}$ Hz und der Strahlungsstärke von $1/683$ W/sr. Die Frequenz 540 THz entspricht 555 nm.

Lumen (lm)
Lichtstrom: $1\,lm = 1\,sr \cdot cd$

Lux
Beleuchtungsstärke
$1\,\mathrm{lx} = 1\,\frac{\mathrm{lm}}{\mathrm{m}^2} = 1\,\frac{\mathrm{sr\,cd}}{\mathrm{m}^2}$

Stilb
1 Stilb (sb) $= 1\,cd/cm^2$

Beispiel

Eine Haushaltskerze sendet einen Lichtstrom von etwa 12 Lumen aus. Dieser verteilt sich isotrop in alle Raumrichtungen, also auf die Einheitskugeloberfläche $S = 4\,\pi$. Somit hat eine Kerze eine Lichtstärke von

$$I = \frac{12{,}566\ \mathrm{lm}}{4 \cdot \pi\ \mathrm{sr}} \approx 1\,\frac{\mathrm{lm}}{\mathrm{sr}} = 1\,\mathrm{cd}$$

Die Stäbchenempfindlichkeit beträgt $0,1\,cd\,/\,cm^2$. Wenn man einen vom Auge akzeptierten Raumwinkel von 1 sr annimmt, entspricht das einer Leistungsdichte von $146\,\frac{\mu W}{cm^2}$.

Theorie der Farben I

Starker Hell-Dunkelkontrast erzeugt plastischen Eindruck; Schwarz geht in den Hintergrund und das Helle kommt nach vorne (Francesco de Goya). Eingesetzt von Rembrandt, Velazquez, Goya und Georges de la Tour.

Theorie der Farben II

Die “warmen” Häuser wirken im Kontrast zum “kühlen” Meer und Himmel besonders einladend (Kalt-Warm-Kontrast; Paul Cézanne). eingesetzt von Innenausstattern.

Theorie der Farben III

Reinbunte Farben prägen im Kontrast den Eindruck des Bildes (Franz Marc: Farbe-an-sich-Kontrast). Eingesetzt von Matisse, Miró, Picasso, Mondrian und Kandinsky.

Theorie der Farben IV

Durch starke Sättigungsunterschiede werden die düstere Nebelwirkung sowie der räumliche Eindruck gefördert (Caspar David Friedrich: Qualitätskontrast).

Theorie der Farben V

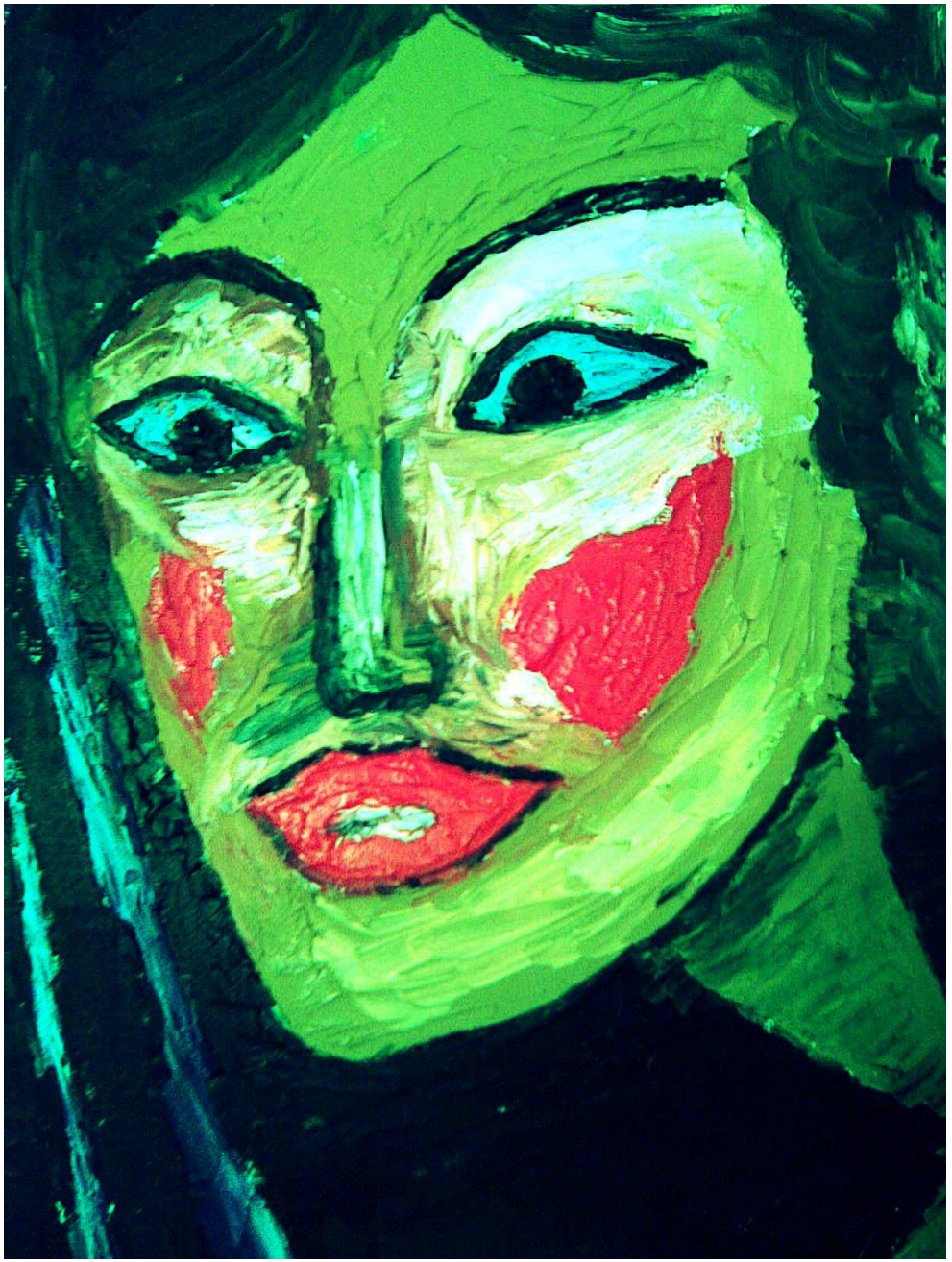
Das kühle Nachtblau dominiert flächenmäßig, dennoch bildet das wenige Lichtgelb einen “gleichwertigen” Gegenpol, so dass das Bild nicht düster wirkt (Vincent van Gogh: Quantitätskontrast).

Theorie der Farben VI

Starke Kontrastwirkung durch Einschränkung auf wenige und komplementäre Farben (Paul Gauguin: Komplementärkontrast). Eingesetzt von den Impressionisten und Expressionisten; z.B. Emil Nolde.

Theorie der Farben VIIa

Theorie der Farben VIIb

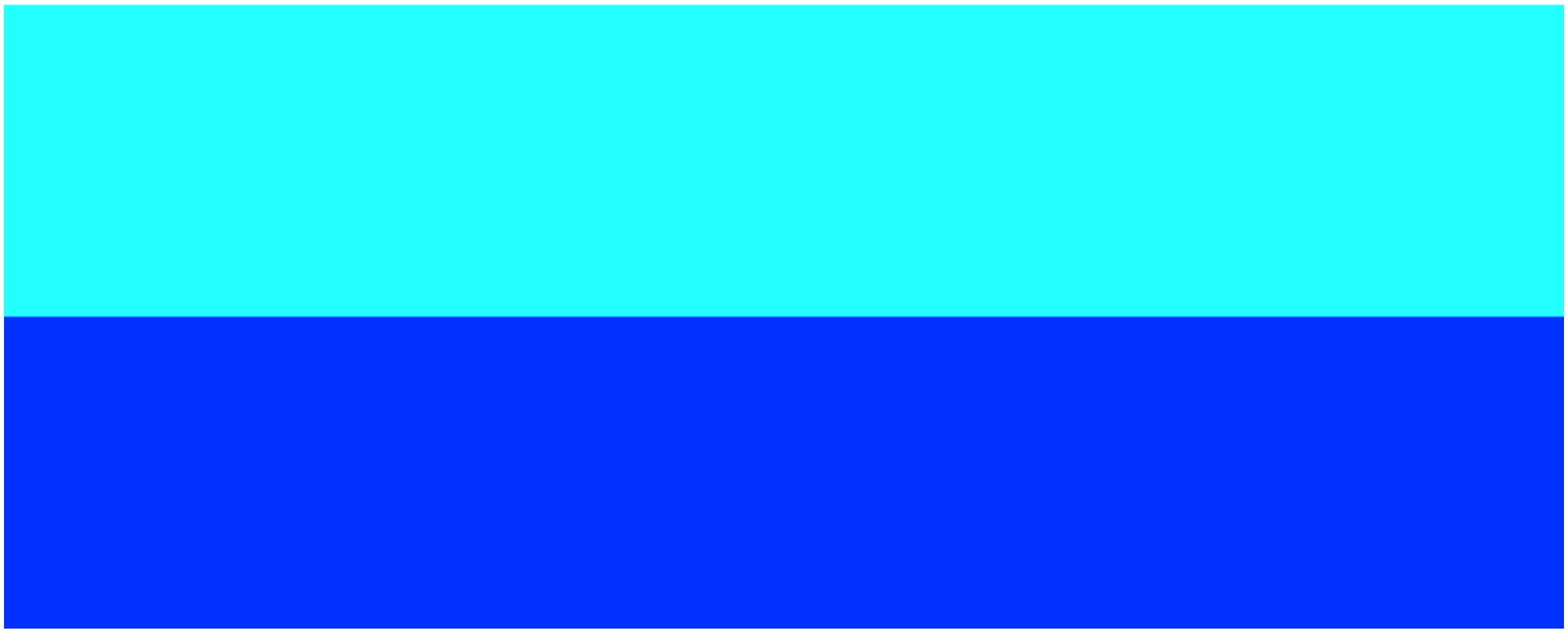


Theorie der Farben VIII

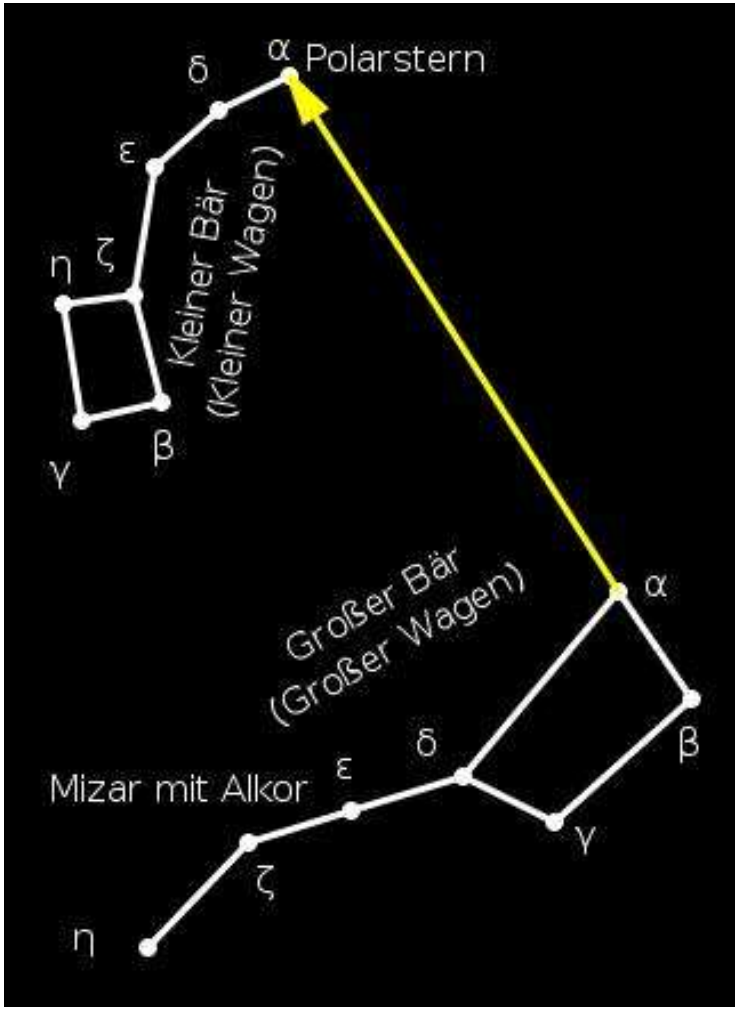
Weitere Effekte:
Simultankontrast: Kontrasteindruck durch induzierte Farben (z.B. farbige Schatten)
Sukzessivkontraste: durch Nachbilder und Nacheffekte
Einsatz aller Kontrastideen in der Werbung!

Nachbilder I

Nachbilder II



Der große Bär



Wie findet man den Polarstern?

Vincent van Gogh

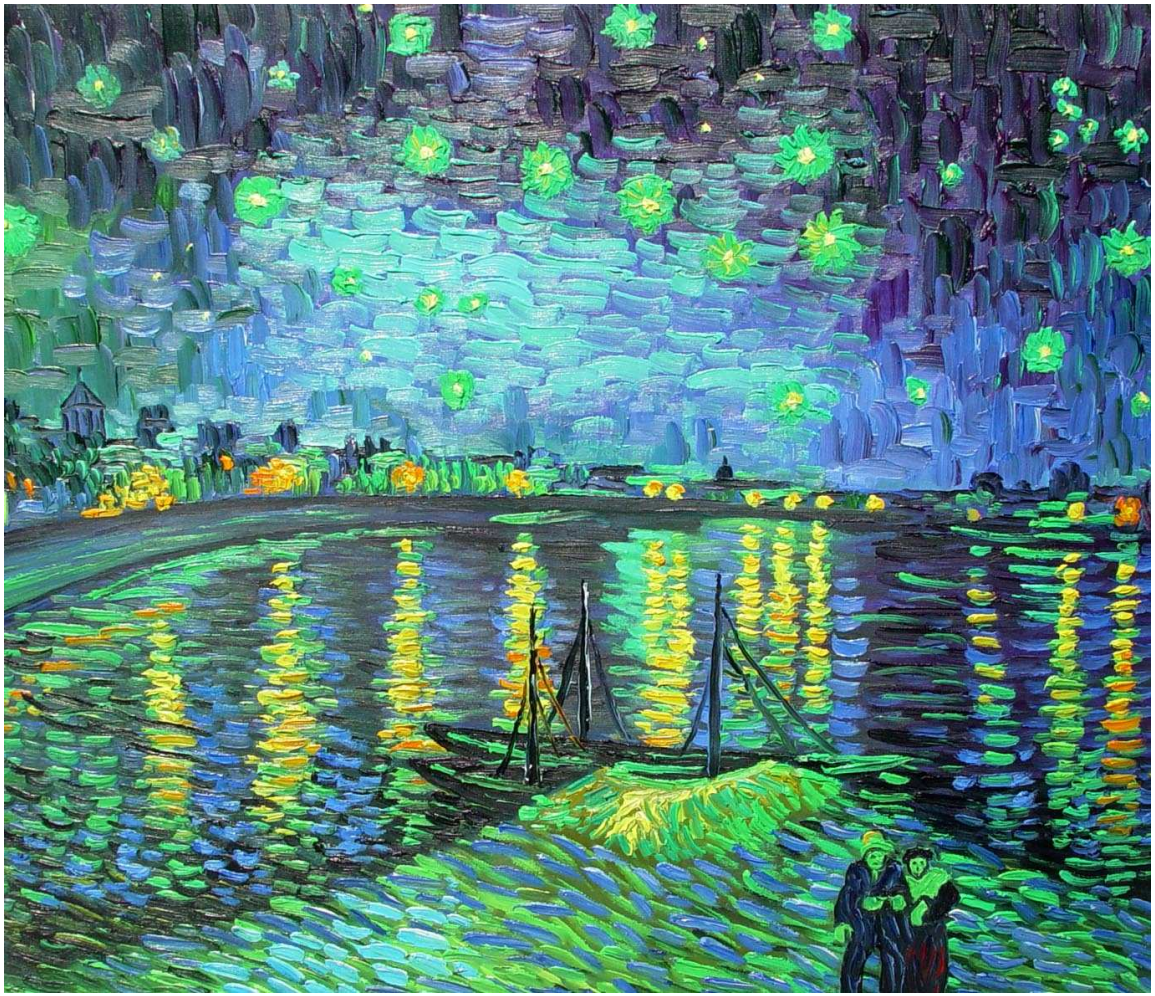
Ich denke oft, dass die Nacht lebendiger und farbenfroher ist als der Tag.

Was mich betrifft, so weiss ich nichts mit Gewissheit, aber der Anblick der Sterne läßt mich träumen.

Wenn ich ein großes Verlangen nach Gott habe, dann gehe ich nach draußen und male die Sterne.

... die mysteriöse Helligkeit des Polarsterns in seiner Unendlichkeit ...

Kopie nach Vincent van Gogh



Kery Dempsey

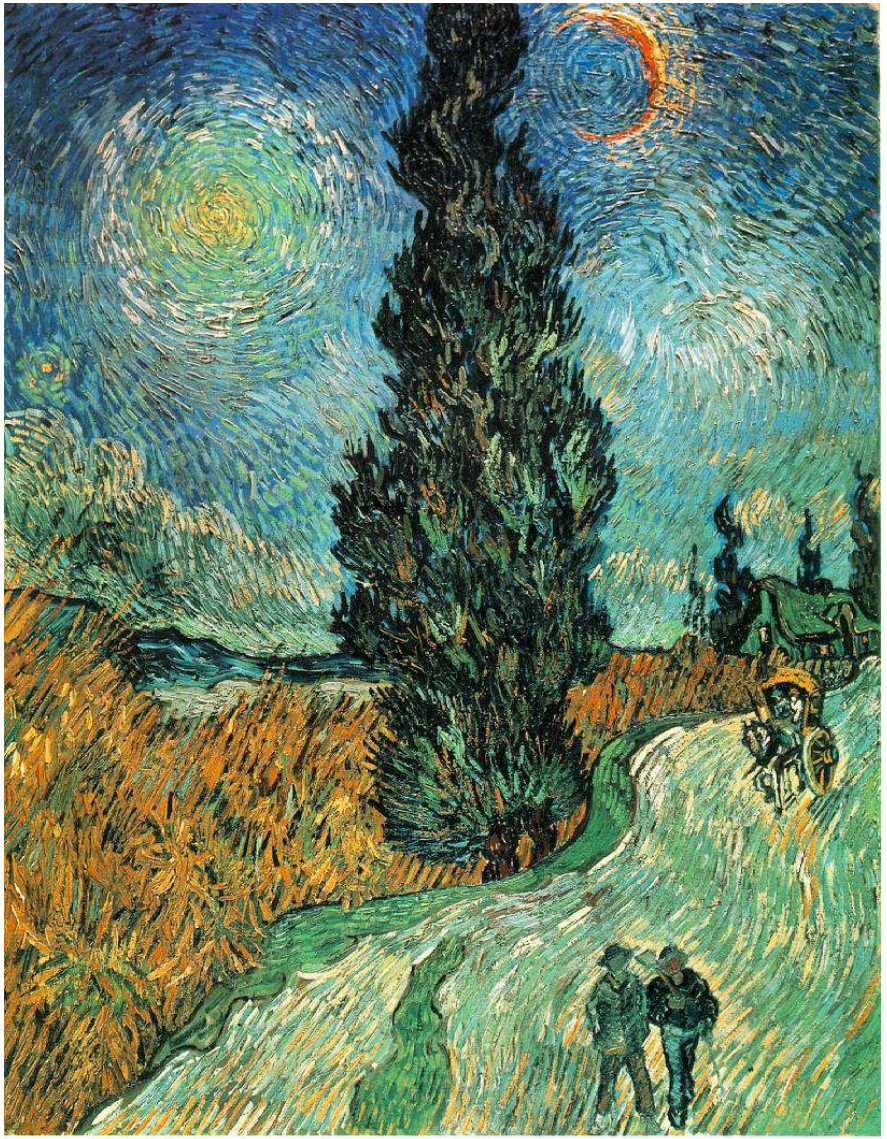
Vincent van Gogh

Nachtcafé; Rijksmuseum Kröller-Müller, Otterlo, 1888

Vincent van Gogh

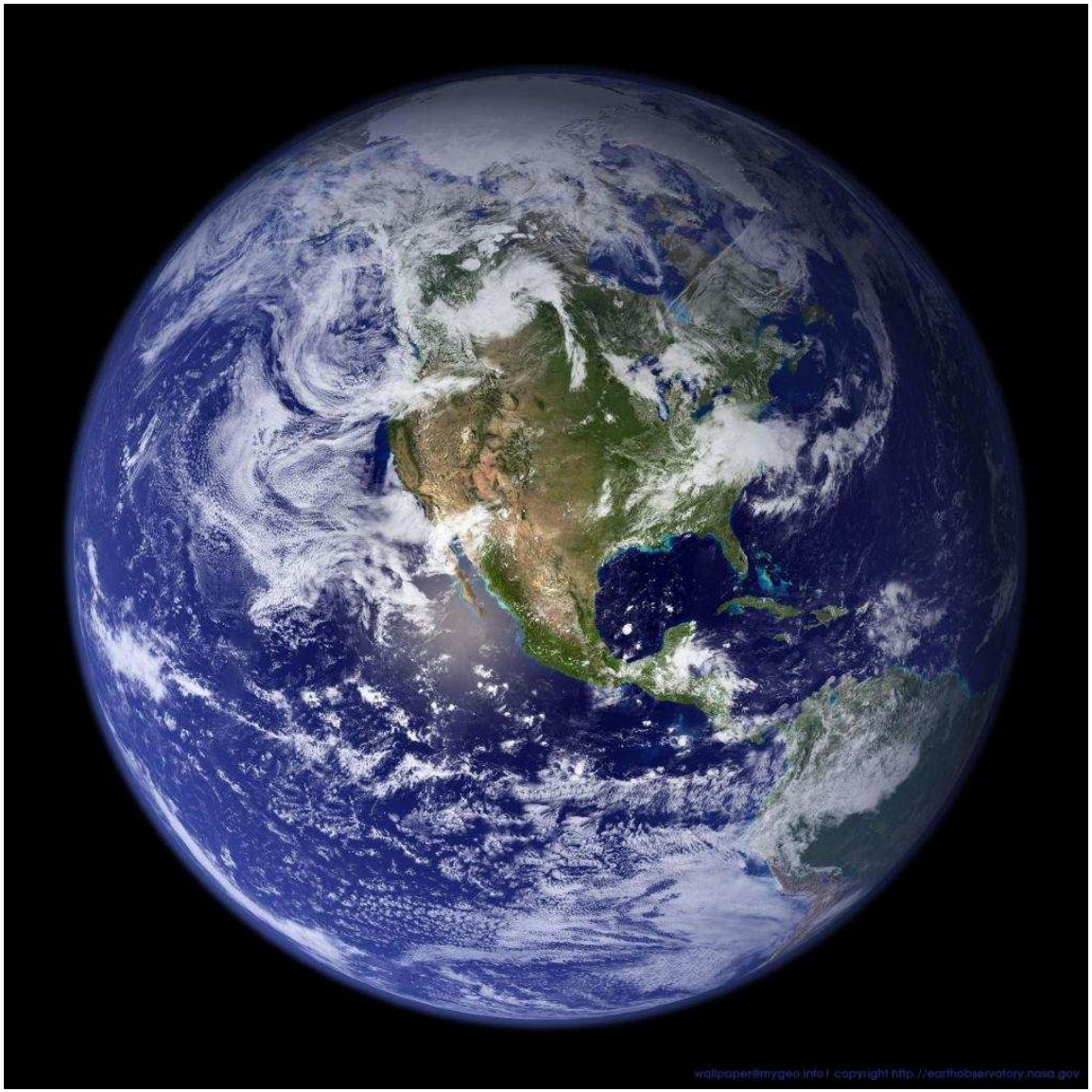
Nachtcafé; Rijksmuseum Kröller-Müller, Otterlo, 1888

Vincent van Gogh



Strasse mit Zypresse und Stern; Rijksmuseum Kröller-Müller, Otterlo, 1890

unsere Aussichtsplatform



NASA Photo

Bild der flachen Erde

Flat-Earth-Society; randazza.wordpress.com/.../

Bild der flachen Erde

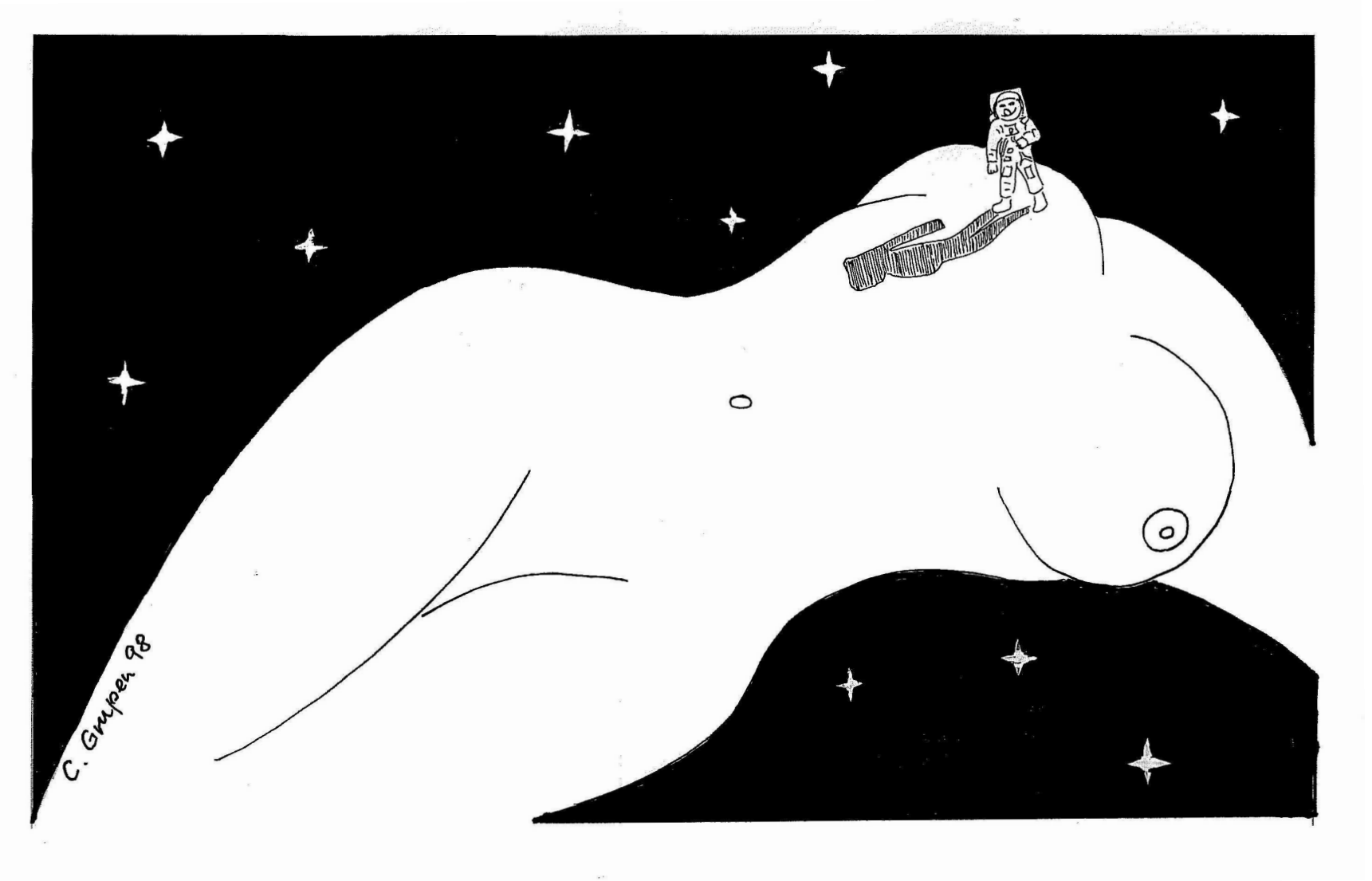
Flat-Earth-Society; www.icis.com/.../technology/

Tunguska-Einschlag

William Kaufmann, Ölgemälde; 2008

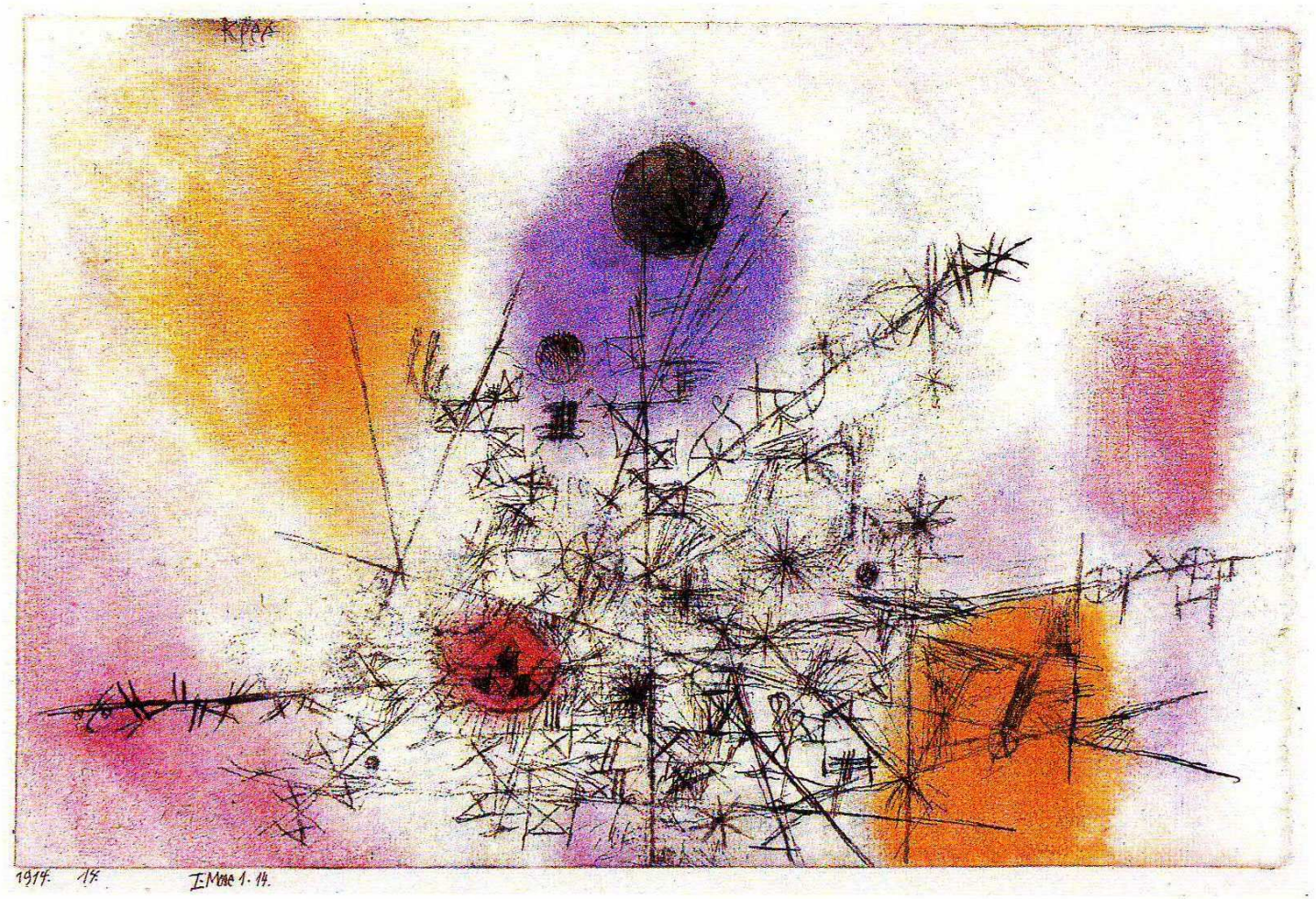
Der Planet Venus

Landung auf der Venus



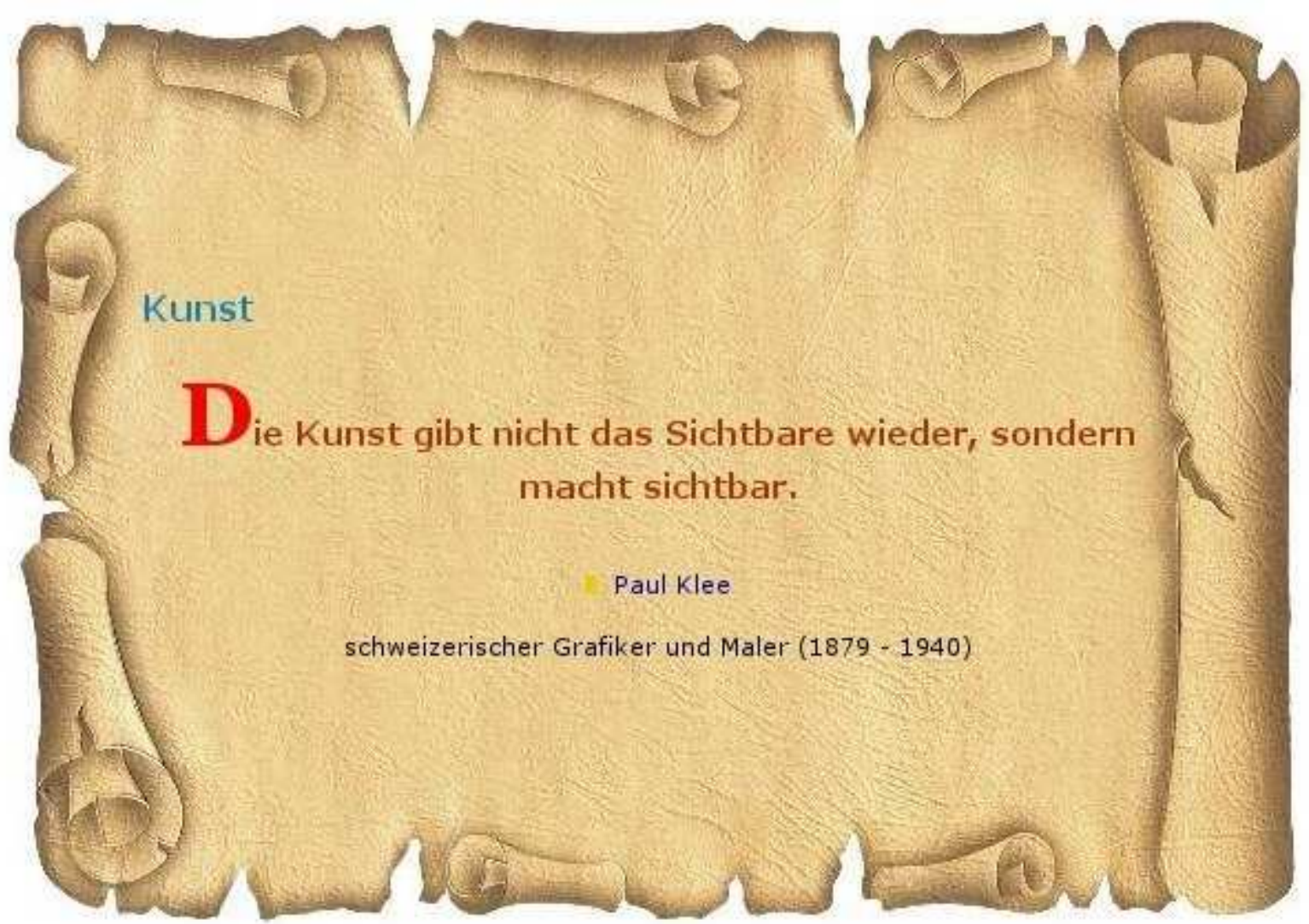
Cartoon, C.G. 1998 aus 'Mythos Aphrodite' Mario Leis, Reclam, 2000

Erschaffung der Sterne



Paul Klee, Erschaffung der Sterne; 1914; Privatsammlung München

Sinn der Kunst



Erschaffung der Sterne

Das Bild ist eine Metapher für die Erschaffung der Sterne: “Licht ist einfach entfaltete Energie.” Klee 1914. Erst in den 30ger Jahren wurde die Kernfusion als Energiequelle verstanden. Dabei wird Masse in Energie nach der berühmten Einsteinschen Beziehung $E = m \cdot c^2$ umgewandelt: Carl Friedrich von Weizsäcker und Hans Bethe. Die Einsteinsche Formel war seit 1905 bekannt. Ob Klee sie kannte, ist ungewiss.

Erschaffung der Sterne

Paul Klee notiert in seinem Bild links unten: Mose 1-14: "Am Himmel sollen Sterne sein. Die sind zum einen dafür da, dass man merkt, ob es Tag oder Nacht ist und zum anderen soll man durch sie überprüfen können, ob wir gerade Winter oder Sommer haben. Und das Datum soll man an ihnen auch ablesen können."

Pferdekopfnebel

www.myspace.com/levelpi

400 Jahre Astronomie

Adam Elsheimer ’Flucht nach Ägypten’; 1609

Entdeckung des Fernrohrs

Adam Elsheimer war der erste Maler, der das Firmament mit seinen funkelnden Sternen naturgetreu dargestellt hat. Mit hoher Wahrscheinlichkeit hat er bereits im Sommer 1609 den Himmel über Rom mit einem Fernrohr betrachten können (bevor Galilei seine Beobachtungen mit einem Fernrohr anstellte!). Zwar sind die Sternbilder keineswegs mit der Genauigkeit eines Himmelsatlas wiedergegeben, auch entspricht die Oberfläche des Mondes nicht genau der Wirklichkeit. Doch stellte Elsheimer als erster Künstler die Milchstraße als eine Ansammlung unzähliger einzelner Sterne dar und vermittelte eine Vorstellung von der unendlichen Tiefe des Weltraums.

Elsheimer

Adam Elsheimer ’Flucht nach Ägypten’; 1609; Detail

Milchstraße

www.rpi.edu/dept/phys/Astro/astrophotos.htm

Milchstraße

http://artsnova.com/blog/category/astronomy/

Geburt der Milchstraße

Geburt der Milchstraße von Peter Paul Rubens, Prado Museum, Madrid, Spanien, 1668. Gezeigt ist Herkules, der von Hera gestillt wird. Herkules ist so stark (und gierig), dass er der Göttin Hera in die Brustwarze beißt, die ihn daraufhin von der Brust nimmt, wobei die Milch ins Leere spritzt, wodurch die Milchstraße entsteht.

Elsheimer

Adam Elsheimer 'Flucht nach Ägypten'; 1609; Detail

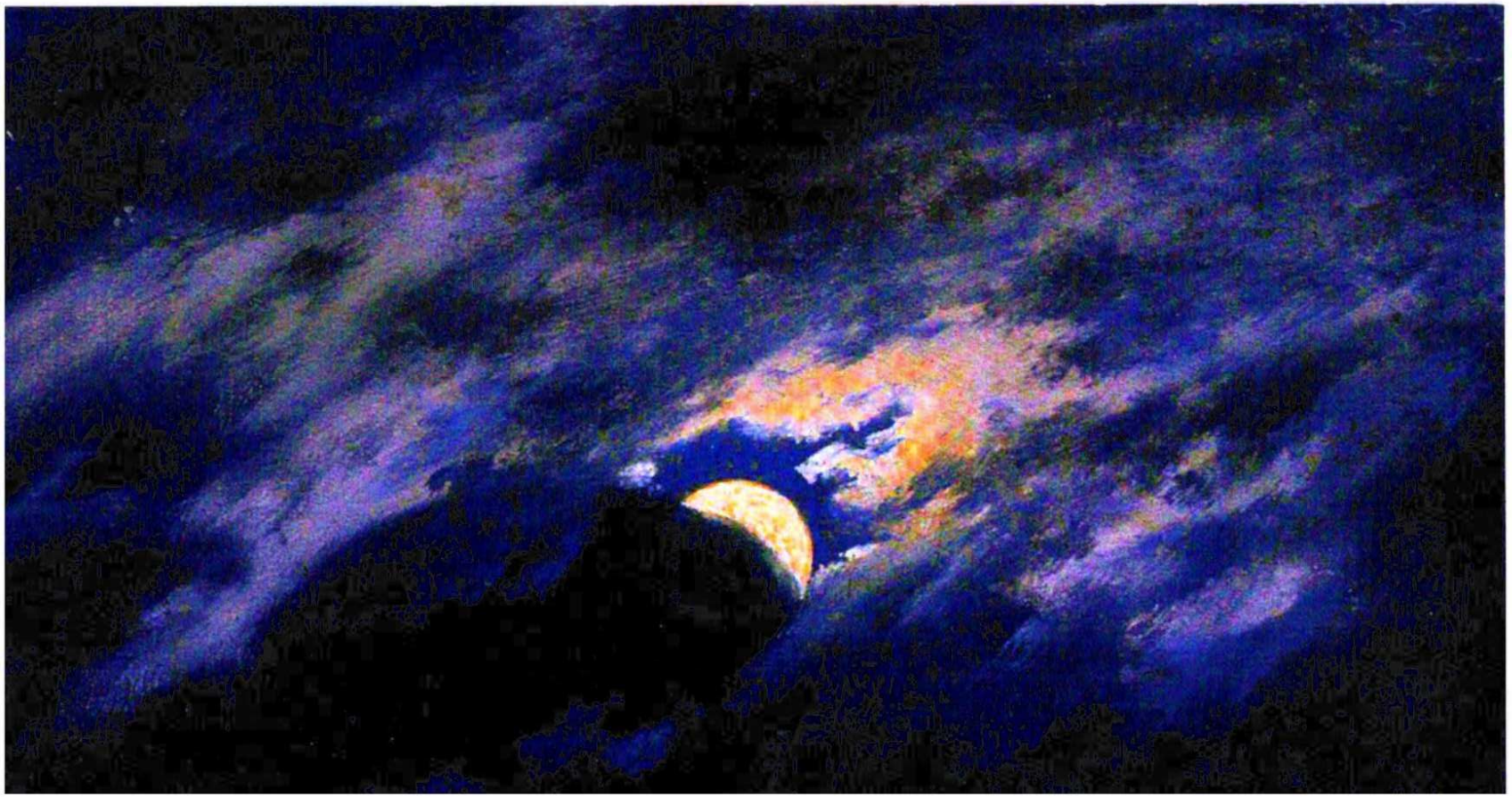
Galilei vs. Elsheimer

Die Krater auf dem Mond hätte man mit dem bloßen Augen nicht sehen können. Ebenso kann das menschliche Auge das Band der Milchstraße nicht in einzelne Sterne auflösen. Elsheimer muss also die Möglichkeit gehabt haben, mit dem in Holland gebauten "Galileischen" Fernrohr den Himmel zu beobachten, **bevor** Galilei seine bahnbrechenden Beobachtungen anstellte.
Erst viel später (Mitte des 18. Jahrhunderts), vermutete Immanuel Kant, dass die am Himmel sichtbaren "Nebel" in Wirklichkeit Galaxien aus vielen Sternen wie unsere Milchstraße seien.

Caspar David Friedrich

Caspar David Friedrich: Meeresküste mit Mondschein; um 1830; Nationalgallerie Berlin

Caspar David Friedrich



Caspar David Friedrich: Meeresküste mit Mondschein (stark vergrößert); um 1830; Nationalgallerie Berlin

Mondaufgang

Aufgehender Mond über dem St. Lorenz Strom nach Sonnenuntergang (photo Jay Ouellet). Links oben sieht man die Venus und Jupiter rechts oben. Spica findet man direkt unter Venus im 'Twilight'. Spica ist tatsächlich ein Paar heißer blauer Sterne im Sternbild Virgo (260 Lichtjahre entfernt).

Miro und Mond

Joan Miro, Hund, den Mond anbellend, 1926; Philadelphia Museum of Art

Hunde blaffen mit Vorliebe schlecht gekleidete Menschen an, ... Nachts, wenn kein Fremder da ist, machen sie eine alte Familienfehde mit dem Mond aus. Der Mond, den das nächtliche Gebell auf der Erde stört, kehrt ihr darum seit Jahr und Tag sein blankes Hinterteil zu (Tucholsky 1927).

Munch und Mond

Edvard Munch, Vier Mädchen auf der Brücke, 1905; Wallraf-Richartz Museum, Köln

Ist es der Mond oder die Sonne? Aus der Blickrichtung, der Stellung des Himmelskörpers bezüglich der Landschaft, der Jahreszeit (grüne Bäume), kann man das genaue Datum der Ansicht erschließen: 2. Juli, 1901 um 2:20. Die Sonne in Asgardstrand ist zu diesem Zeitpunkt noch 4 Grad unter dem Horizont und erzeugt nur eine diffuse Beleuchtung.

Dürer und Mond

Albrecht Dürer, Die Jungfrau auf der Mondsichel, 1511; Wallraf-Richartz Museum, Köln
Der Mond ist hier (vor der Erfindung des Fernrohrs) noch ebenmäßig glatt dargestellt, ein Symbol für die Makellosigkeit Marias.

Fernrohr und Mond

Vor 400 Jahren richtete Galilei ein Teleskop auf dem Mond. Der Mond galt bis dahin als Symbol für die unbefleckte Empfängnis der Gottesmutter Maria. Die Erkenntnis, dass der Mond ähnlich zerklüftet ist wie die Erde kam als Schock. Zwar hatte man auch vorher schon mit bloßem Auge die sichtbaren Schattierungen bemerkt, erklärte diese aber als Spiegelungen der Kontinente.

Kopernikus 1543: De revolutionibus orbium coelestium
Kepler 1609: Astronomia Nova

Mond mit Struktur

Abraham Janssens van Nuyssen; 'Incostanza; Allegorie für die Unbeständigkeit'; 1617; Statens Museum for Kunst, Kopenhabgen

O, swear not by the moon, th' inconstant moon. That monthly changes in her circle orb,
Lest that thy love prove likewise variable. (Shakespeare, Romeo und Julia)

Astrologie und Astronomie

Fortuna mit Glücksrad und die Mondsichel mit verschattetem Gesicht; 1465/70; Herzog-August Bibliothek, Wolfenbüttel

Der Esel treibt das Glücksrad, der schlaue Fuchs sitzt oben; der Affe ist im Aufschwung, ...; eben Astrologie.

Sturmnacht

Anton Melbye; 'Sturmnacht'; 1846; Letter Stiftung Köln

Lunovis

Hans Reyersbach, 'Das Mondschaf'; 1923; Letter Stiftung, Köln

Das Mondschaf steht auf weiter Flur, es harrt und harrt der großen Schur. Das Mondschaf. Das Mondschaf rupft sich einen Halm und geht dann heim auf seine Alm, ...(Christian Morgenstern, 1905)

Das Mondschaf

Das Mondschaf

Das Mondschaf steht auf weiter Flur,
es harrt und harrt der großen Schur.
Das Mondschaf.

Das Mondschaf rupft sich einen Halm
und geht dann heim auf seine Alm,
Das Mondschaf.

Das Mondschaf spricht zu sich im Traum:
Ich bin des Weltalls dunkler Raum.
Das Mondschaf.

Das Mondschaf liegt am Morgen tot.
Sein Leib ist weiß, die Sonn' ist rot.
Das Mondschaf.

Lunovis

Lunovis

Lunovis in planitie stat
Cultrumque magn’ expectitat.
Lunovis.

Lunovis herba rapta it
In montes, unde cucurrit.
Lunovis.

Lunovis habet somnium:
Se culmen rer’ ess’ omnium.
Lunovis.

Lunovis mane mortuumst.
Sol ruber atque ips’ albumst.
Lunovis.

Fahler Mond

Edouard Manet, Mondschein über dem Hafen von Boulogne, 1869; Ausschnitt; Musée d'Orsay, Paris

Fahler Mond

Warum ist der Mond in der Malerei so blass und fahl? Der Mond reflektiert doch nur das Sonnenlicht, also müsste sein Spektrum gleich dem des Sonnenspektrums sein?

Rayleigh-Streuung an Atomen und Molekülen?

Nein, denn die Streuintensität ist $\sim \omega^4$, also wird das Blaue weggestreut (s. Himmelsblau) und der Mond würde roter erscheinen (wie die Sonne beim Sonnenuntergang).

Also: Mie-Streuung an nächtlichen kleinen Partikeln (e.g. Nebeltröpfchen, Durchmesser einige Mikrometer, wellenlängenunabhängig). Dadurch wird der Mond etwas weißlicher (deshalb sehen auch die Schönwetterwolken weißlich aus. In trockenen, klaren Nächten sieht der Mond aber farblich genauso aus wie die Sonne.

Mond zur Dekoration I

Luftballons als Himmelkörper

Mond zur Dekoration II

Luftballons als Himmelkörper

Mond zur Dekoration III

Luftballons als Himmelkörper

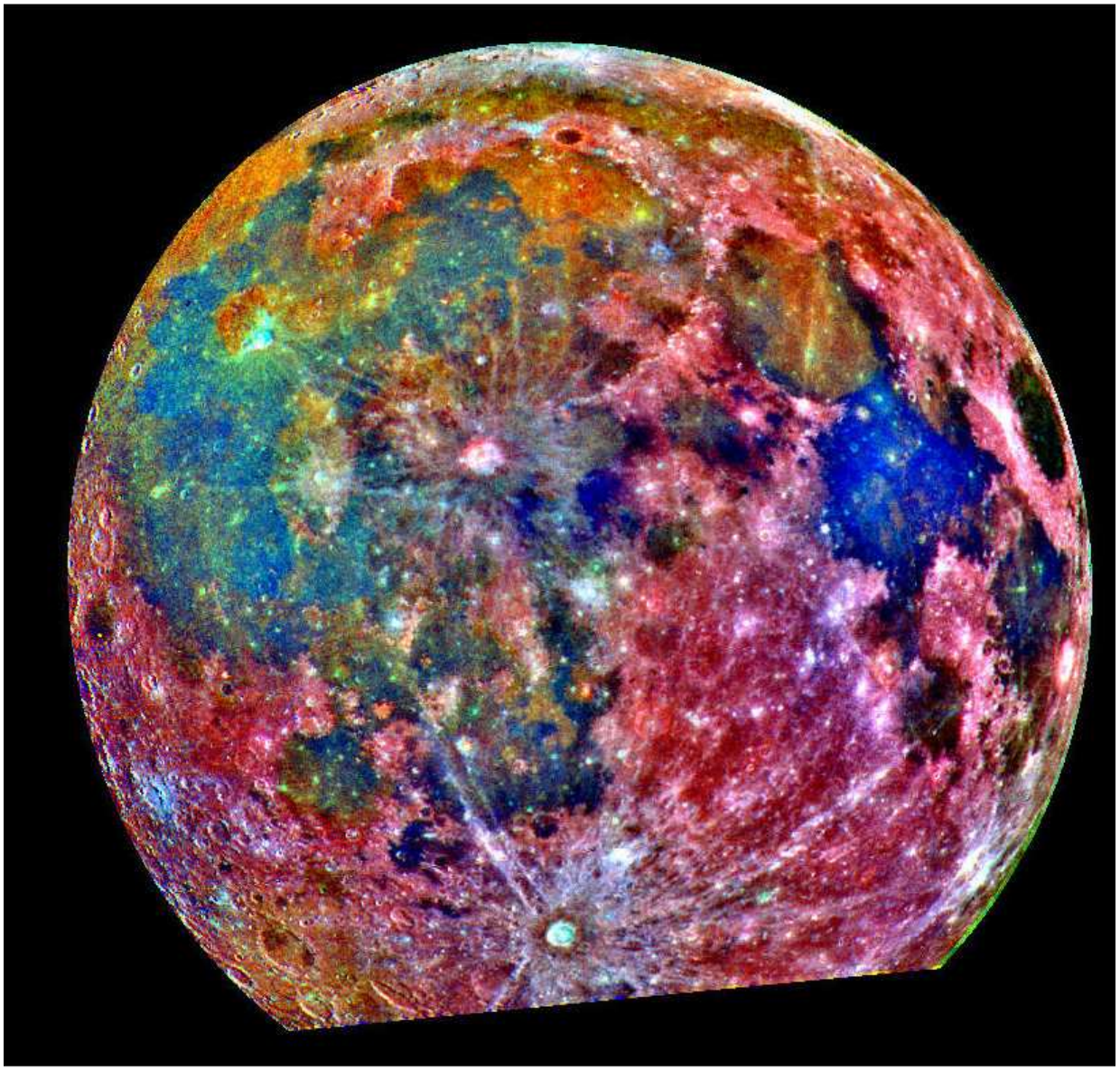
Mond zur Dekoration IV

Vor der imposanten Kulisse des Frankfurter Bankenviertels schwebt eine Luftakrobatin während der Eröffnungsfeier des Deutschen Turnfestes (Foto: Frank Rumpenhorst, dpa)

Schmidt-Rotluff und der Mond

Aufgehender Mond; 1920; Georg Kolbe Museum, Berlin

NASA und der Mond

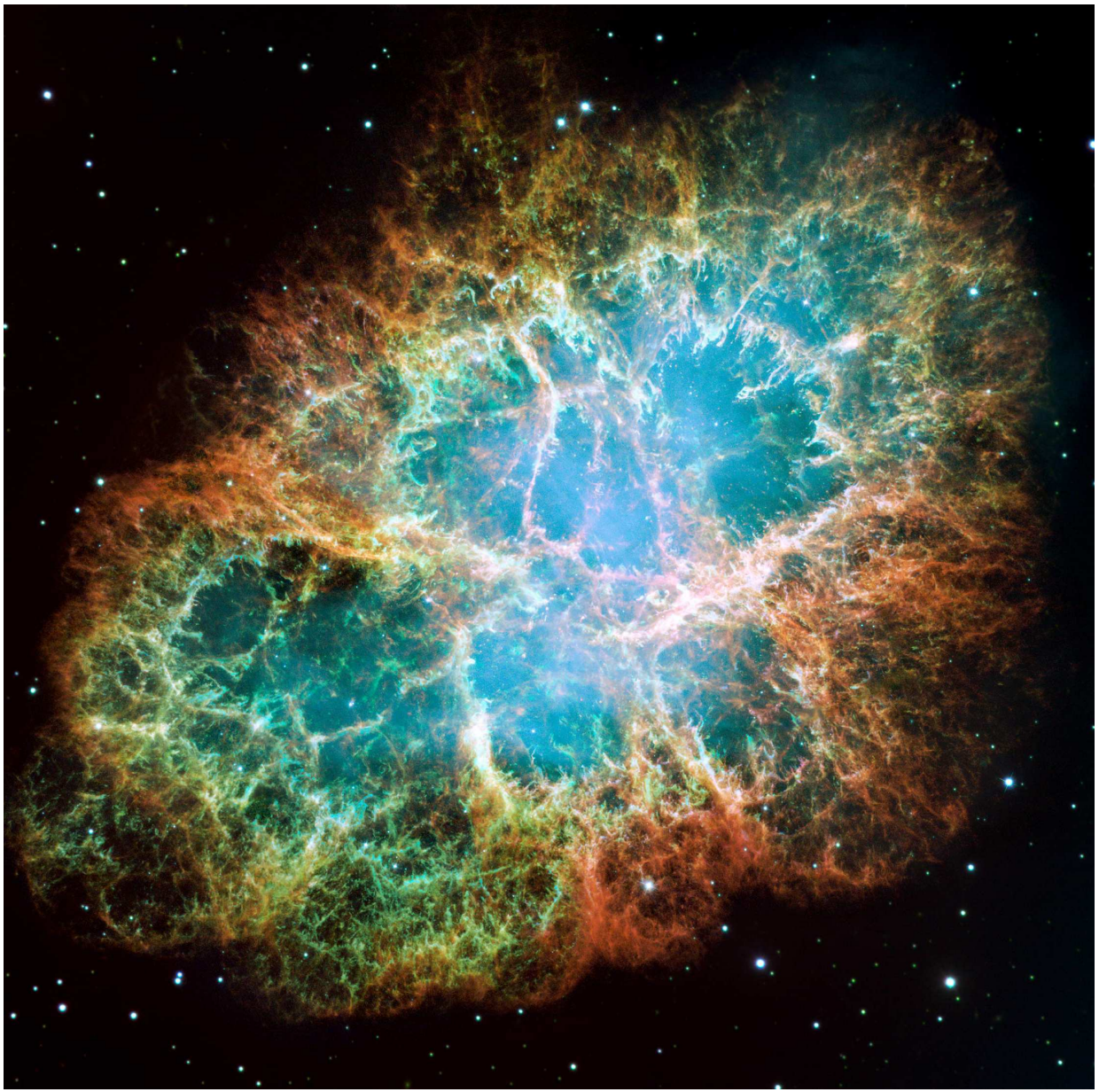


NASA: Falschfarbenaufnahme des Mondes; 1992

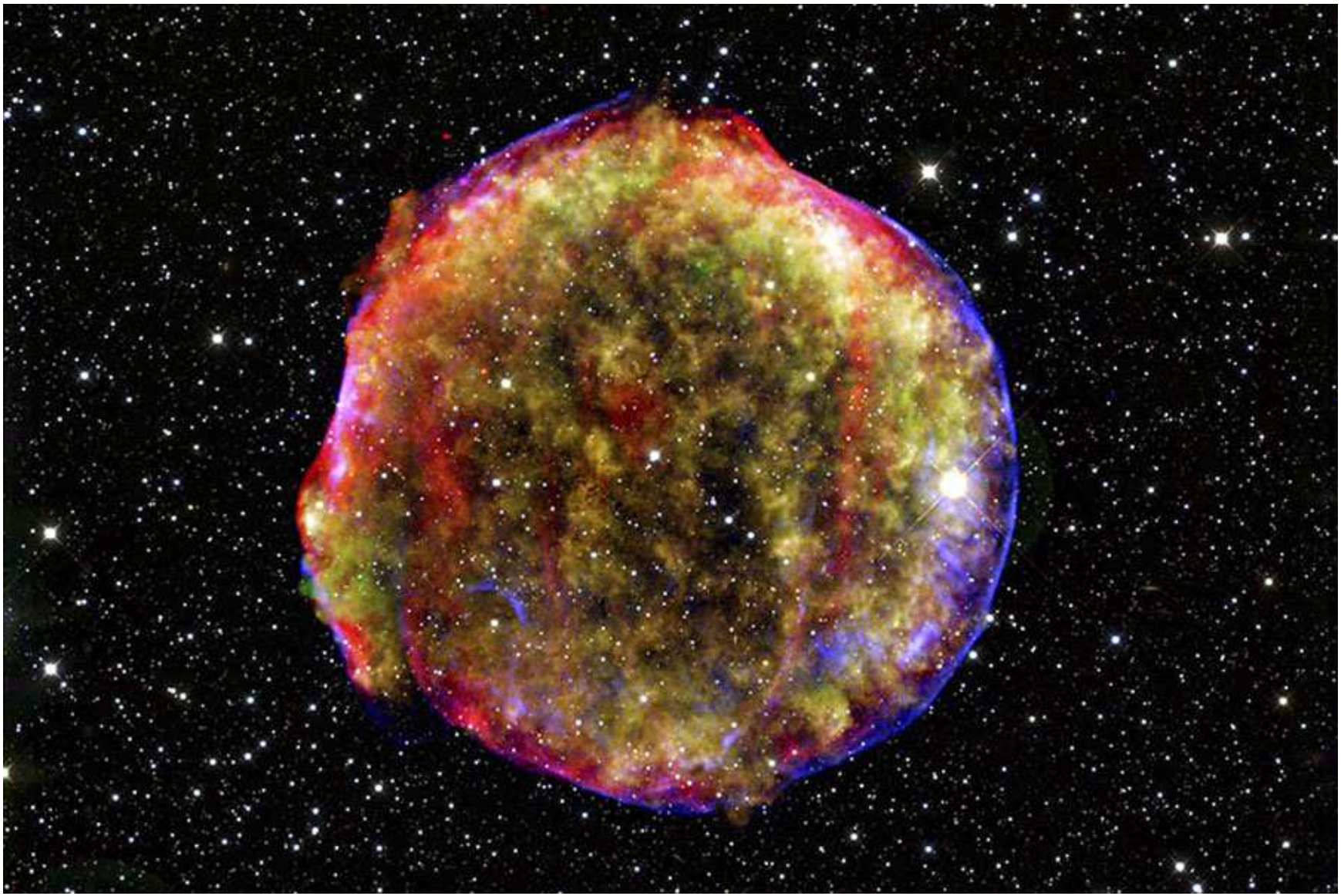
Mond und Supernova

Die von den Chinesen am 5. Juli 1054 beobachtete Supernova, der jetzige Krebsnebel, wurde vermutlich auch von den Anasazi Indianern in Arizona/Neu Mexiko gesehen. Eine Felszeichnung könnte diese Supernova darstellen. Einen Hinweis darauf liefert der dargestellte Mond, der an diesem Tag - von Arizona aus - der Supernova sehr nahe kam. Die Supernova war 23 Tage lang am Taghimmel zu sehen.

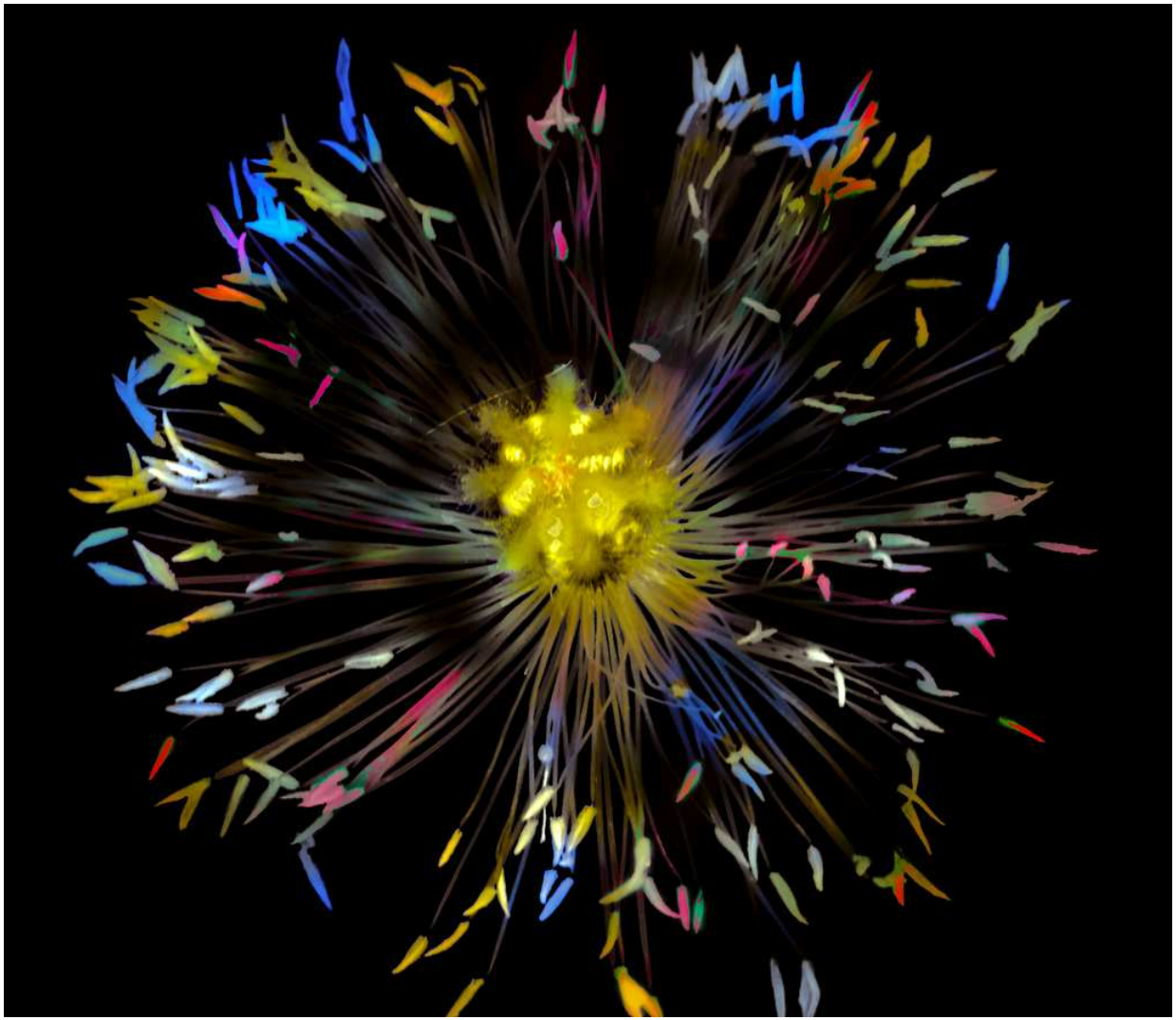
Krebsnebel



Tycho Supernova

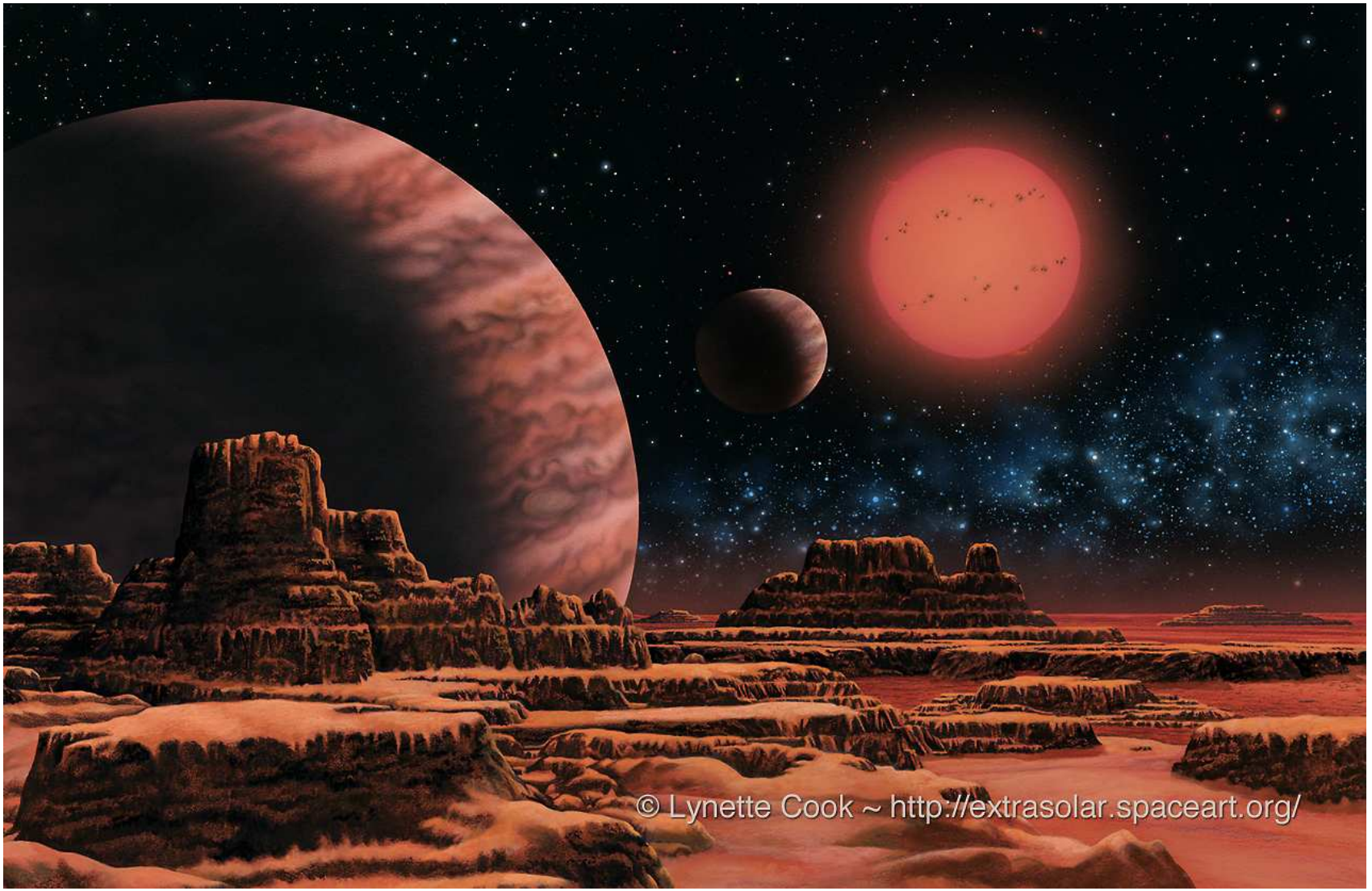


Blumenbild



Papaver; bearbeitetes Photo von Harold Davis. (papaver nudicaule; Islandmohn)

NASA-Malerin Lynette Cook

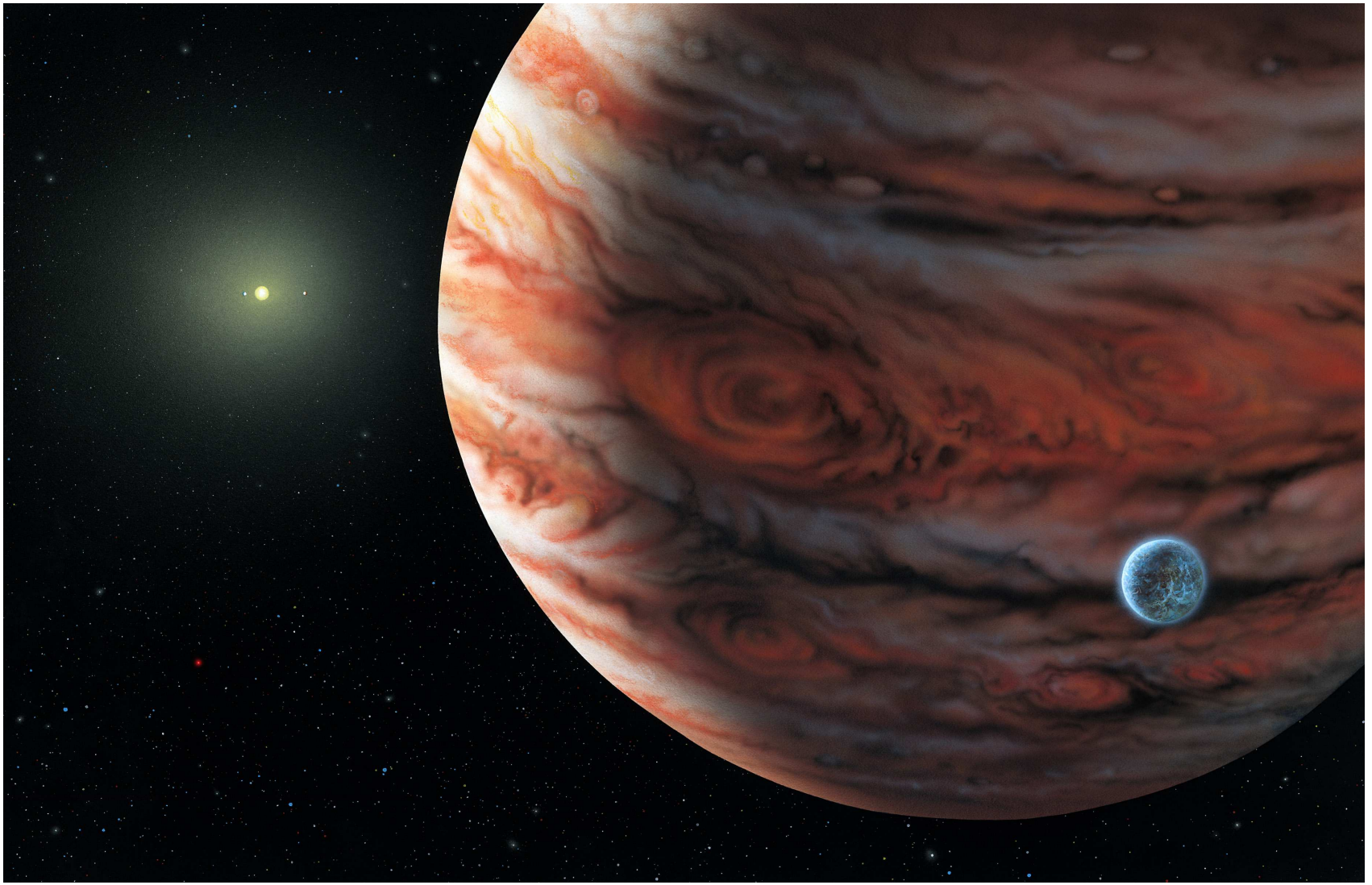


http://extrasolar.spaceart.org/

NASA-Malerin Lynette Cook

http://extrasolar.spaceart.org/

NASA-Malerin Lynette Cook



http://extrasolar.spaceart.org/

Gefangener Mond

Remedios Varo; Spanisch/Mexikanischer Surrealist

Gefangener Mond

Remedios Varo; Spanisch/Mexikanischer Surrealist

Entstehung des Mondes

William Hartmann; Entstehung des Mondes durch einen Asteroideneinschlag auf der Erde

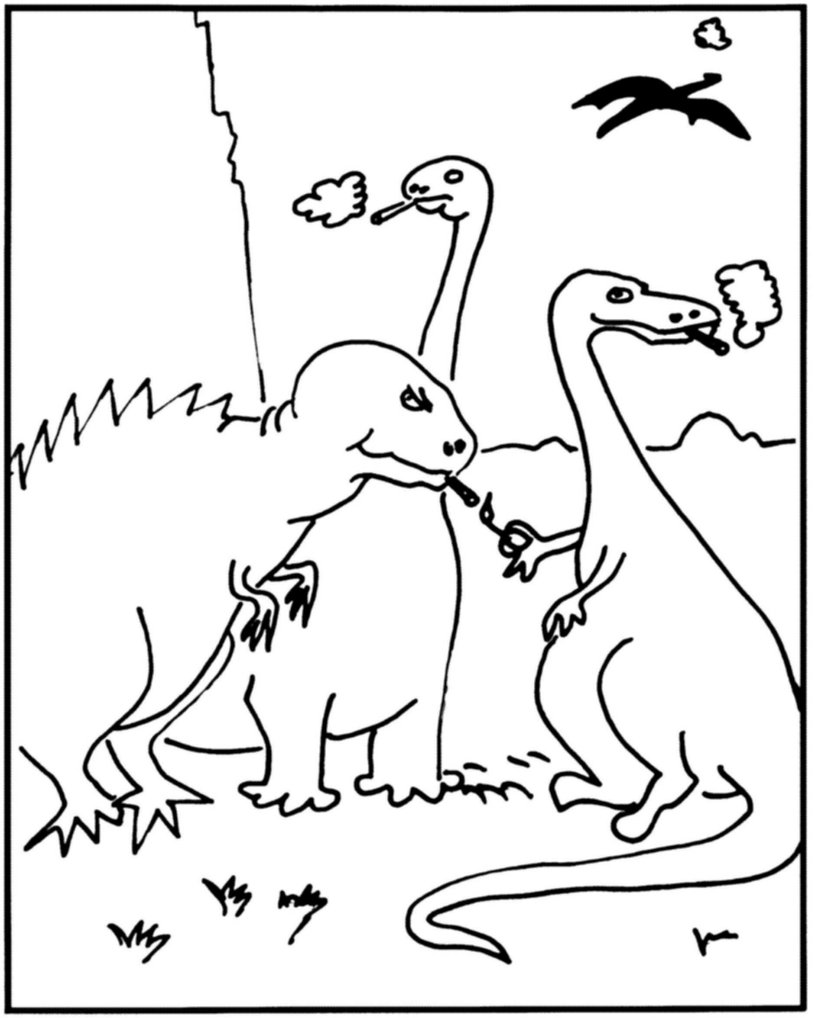
Entstehung des Mondes

Die meisten Astronomen glauben, dass der Mond durch die Kollision eines Mars-großen Planeten mit der sich gerade formenden Erde entstand. Sowohl die Erde als auch das Projektil hatten zu diesem Zeitpunkt nach Computersimulationen schon einen Eisenkern gebildet. Ein großer Teil des Erdmantels und des Projektils schmolzen oder wurden sogar verdampft. Das ejizierte Material sammelte sich in einer Erdumlaufbahn und kondensierte zum Mond.

Dinosauriersterben

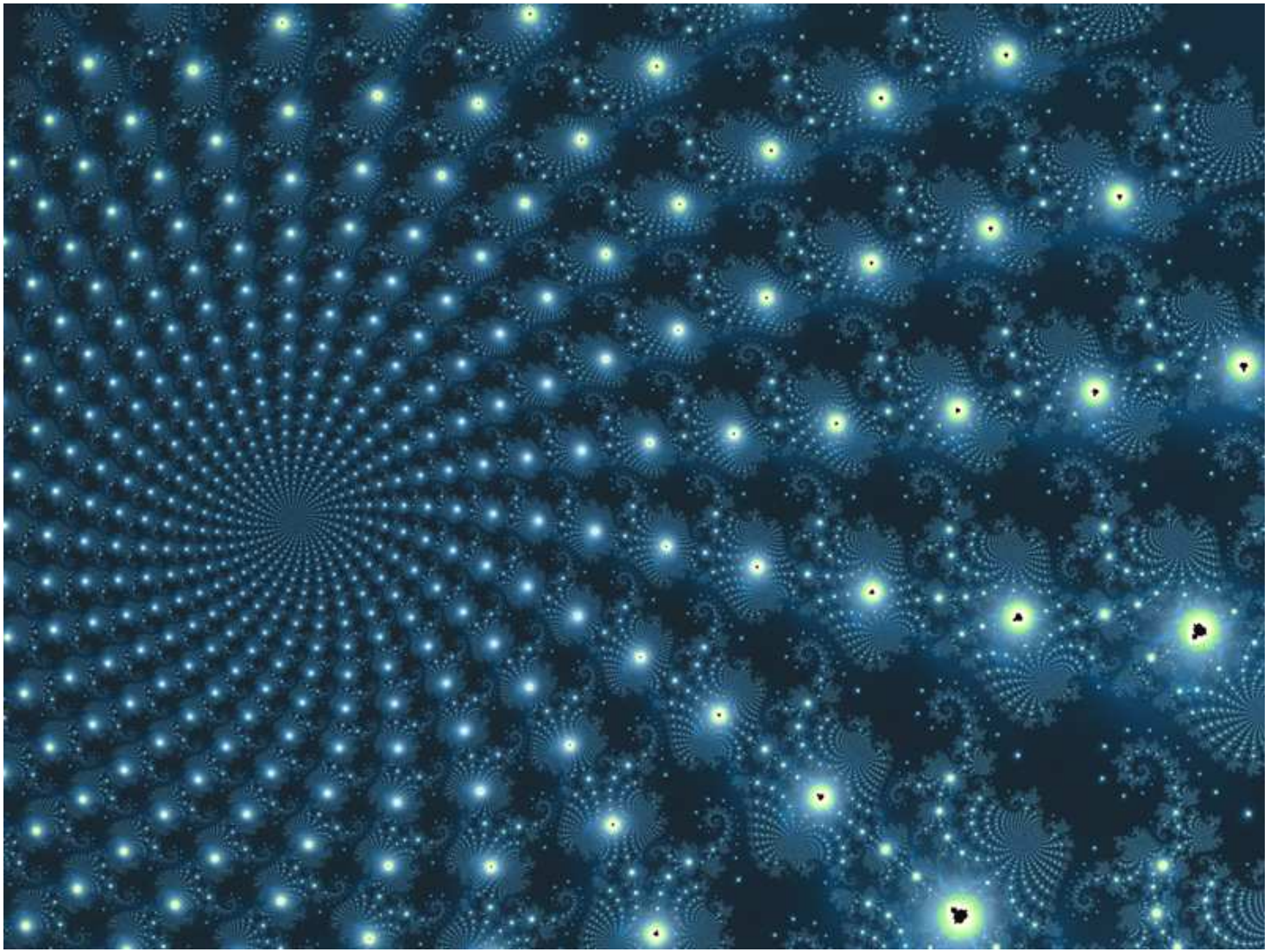
Don Davis: Einschlag eines Asteroiden vor Yukatan;
www.skyandtelescope.com/news/9588922.html

Dinosauriersterben



Der wahre Grund, warum die Dinosaurier ausgestorben sind!

Mandelbrod-Galaxie



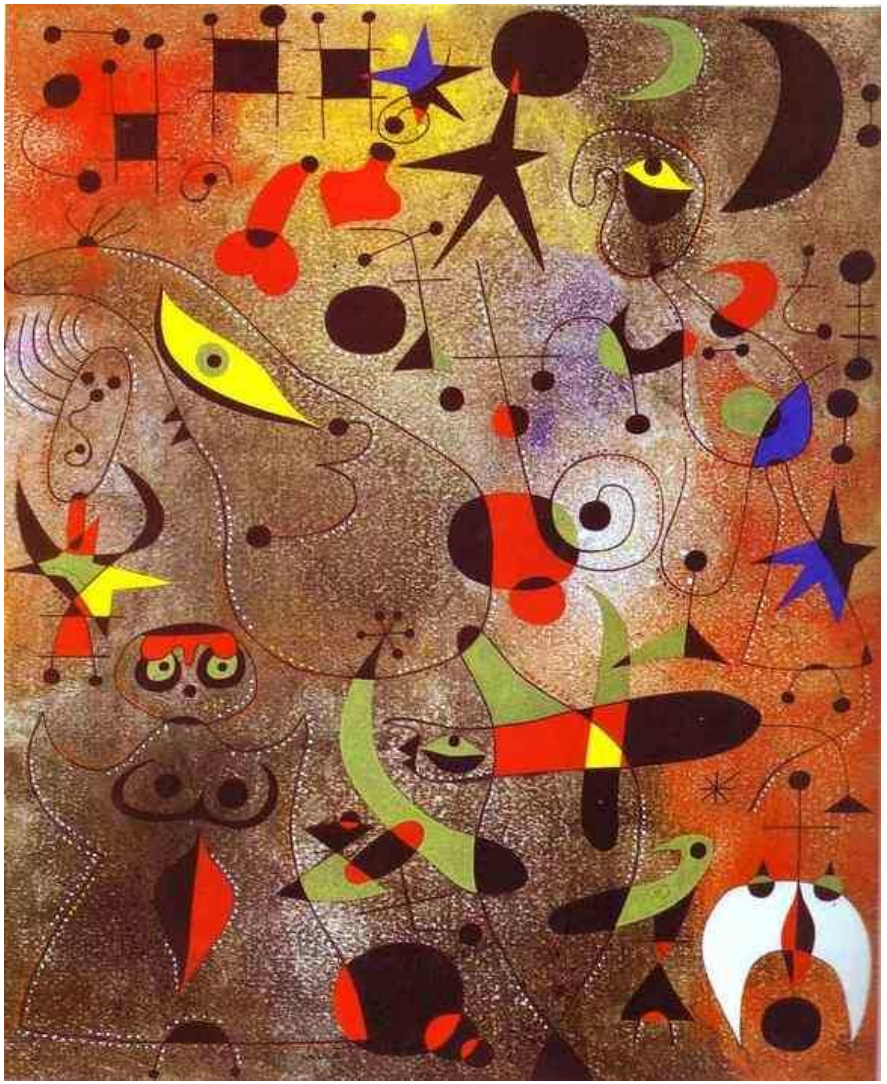
Joan Miró

Constellations, Erwachen am frühen Morgen, 1940

Sternbilder

http://abyss.uoregon.edu/~js/ast222/lectures/lec01.html

Joan Miró



Constellations, 1940

Joan Miró

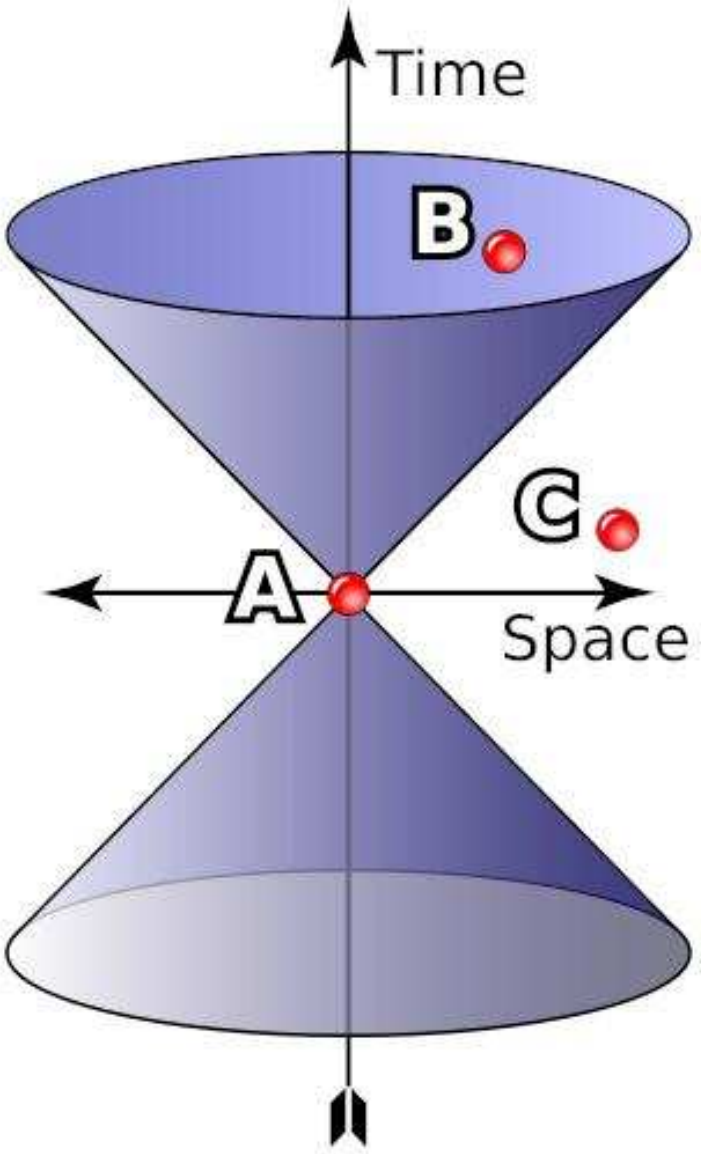
Constellations, 1940

Man sieht die Sonne, den Mond, die Sterne und Galaxien; schwerelos und ohne Gewicht in der Leere schwebend. Linien, die sie verbinden, erzeugen Konstellationen, “Sternbilder”. Sieht man auch Lichtkegel?

Ein paar Abschweifungen

Hat Miro wirklich Lichtkegel malen wollen? Kannte er die Einsteinschen Theorien?

Minkowski-Welt



Minkowski-Welt

Das Ereignis A ist mit dem Ereignis B im Zukunftskegel korreliert; das Ereignis C dagegen nicht.
Der Lichtkegel wird duch die Gerade $s = c \cdot t$ beschrieben, wobei c die Vakuumlichtgeschwindigkeit ist. Anders geschrieben:

$$t = \frac{s}{c}$$

Wenn die Bewegungsgeschwindigkeit klein ist, bewegt man sich nur entlang der Zeitachse.

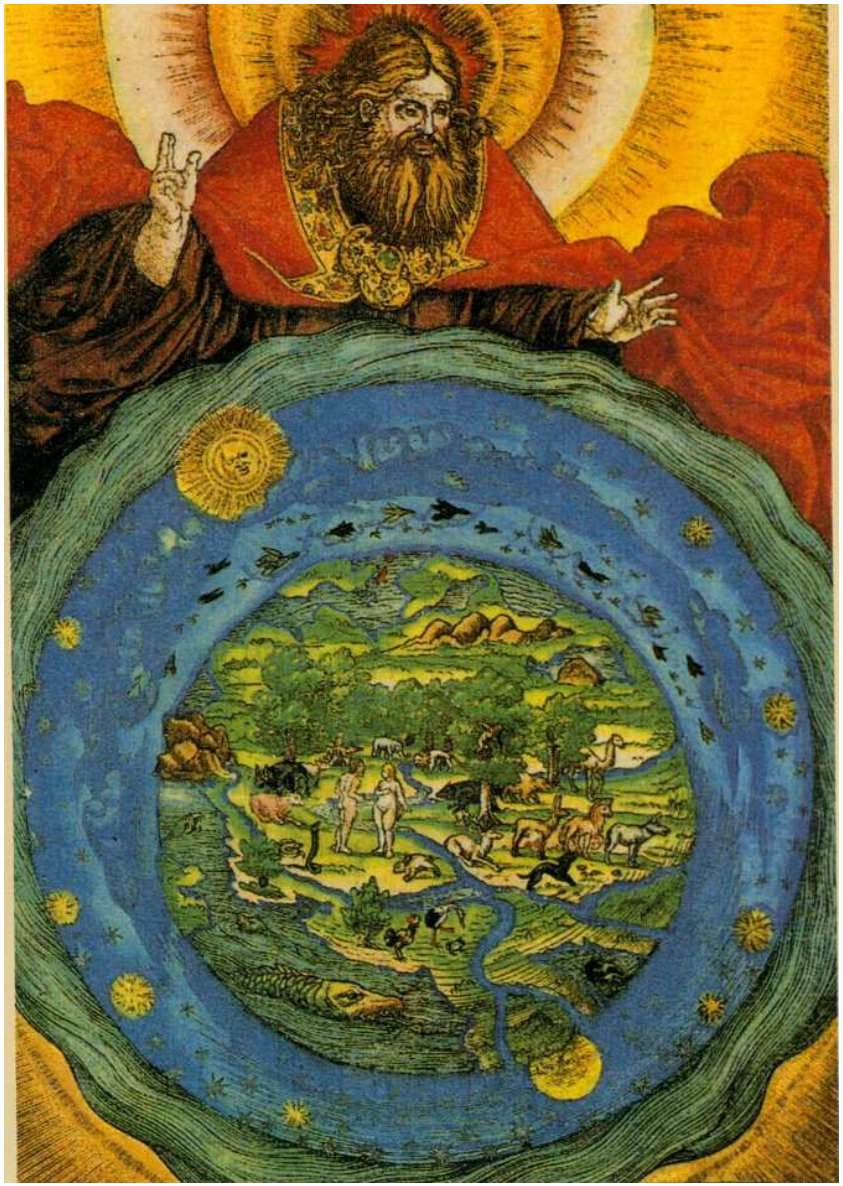
Mond über China

Tuschemalerei von Meng Qing Xiu; Geschenk von Isolde und Michael Gomberg 2009

Orion-Kunst aus Siegen

‘Flammennebel, eine Sternenfabrik in der Konstellation Orion’ von Judith Ullmann-Büschges; 2009; Ausschnitt

Lutherbibel



Lucas Cranach: Illustrationen zur Lutherbibel 1534

Die Schöpfung

Heinrich Campendonk

Die Schöpfung

Heinrich Campendonk

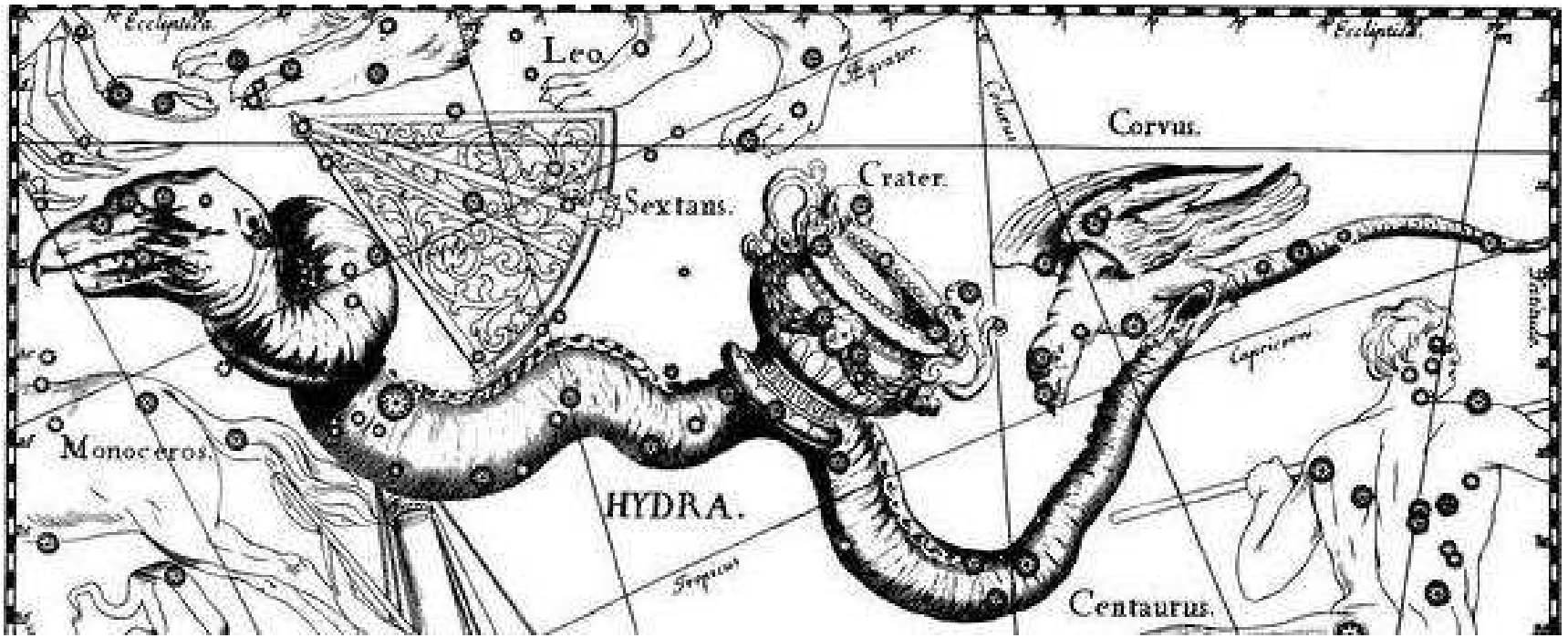
Sind wir wirklich in Ruhe?

- Erddrehung um sich selbst: am Äquator $v_1 = 460$ m/s; in Köln $v_1 \cdot cos\alpha = 300$ m/s
- Bewegung der Erde um die Sonne: $v_2 = 30$ km/s
- Bewegung der Erde (als Teil des Sonnensystems) um das galaktische Zentrum (eine Umrundung in ≈ 250 Millionen Jahren); $v_3 = 220$ km/s
- die Sonne als Teil der "Lokalen Gruppe" bewegt sich in Richtung des Sternbildes Hydra mit einer Geschwindigkeit von $v_4 = 600$ km/s
- **also von Ruhe keine Spur!**

Die mobile Welt

Stellen Mobiles den Kosmos dar?

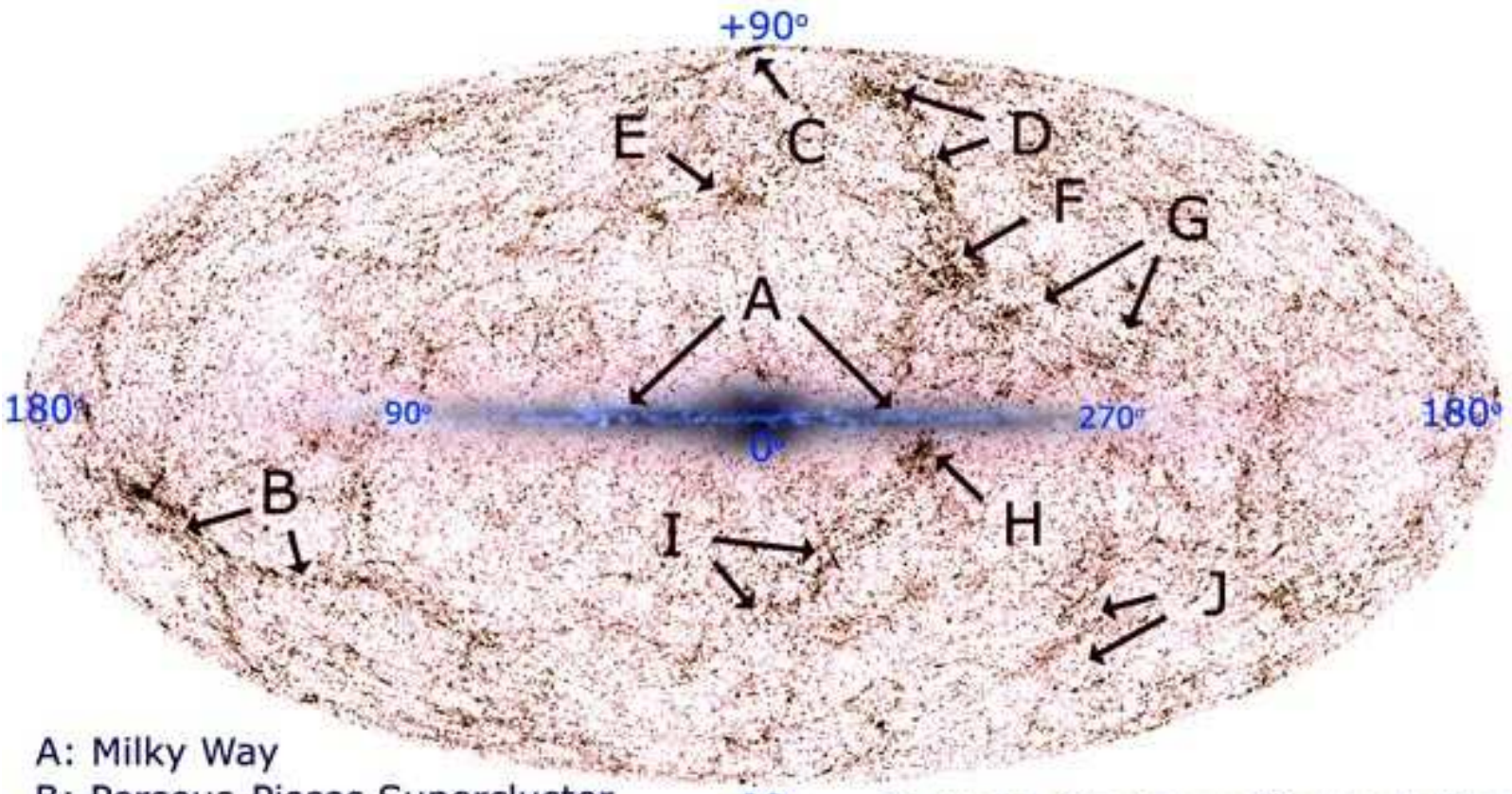
Johanes Hevelius Celestial Atlas



Johanes Hevelius' Himmelsatlas; 1690

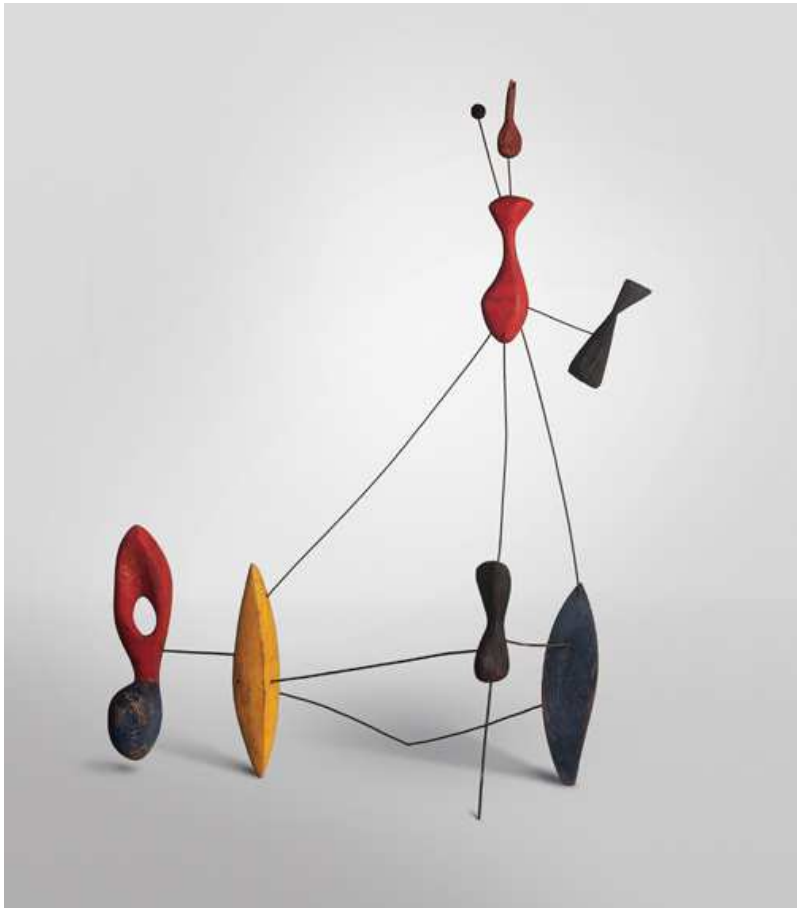
Entfernung: 200 Millionen Lichtjahre

Galaxiencluster



A: Milky Way
B: Perseus-Pisces Supercluster
C: Coma Cluster
D: Virgo Cluster/Local Supercluster
E: Hercules Supercluster
F: Shapley Concentration/Abell 3558
G: Hydra-Centaurus Supercluster
H: "Great Attractor"/Abell 3627
I: Pavo-Indus Supercluster
J: Horologium-Reticulum Supercluster

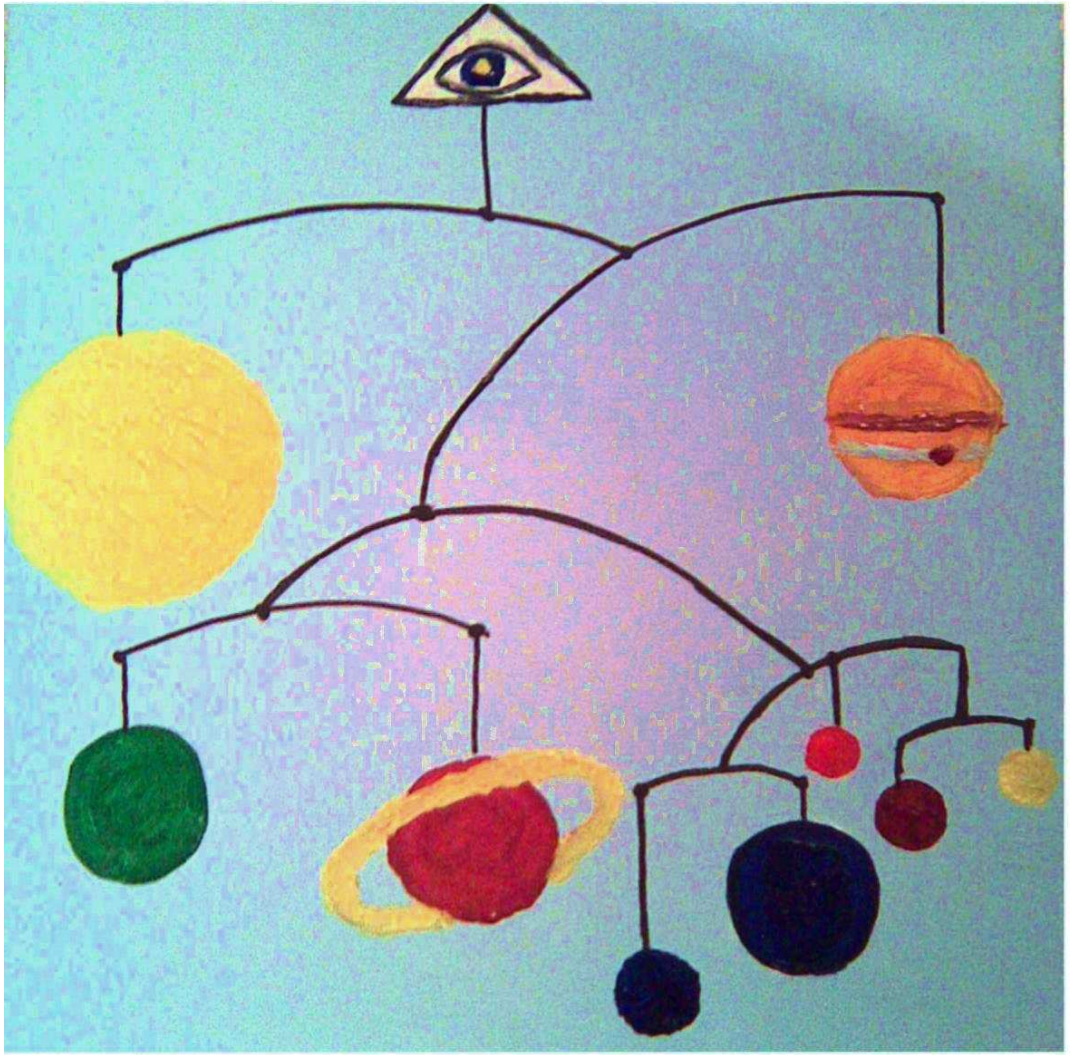
Alexander Calder



“Constellation with Two Pins” 1943, Holz und Draht, bemalt, Calder Foundation, New York;

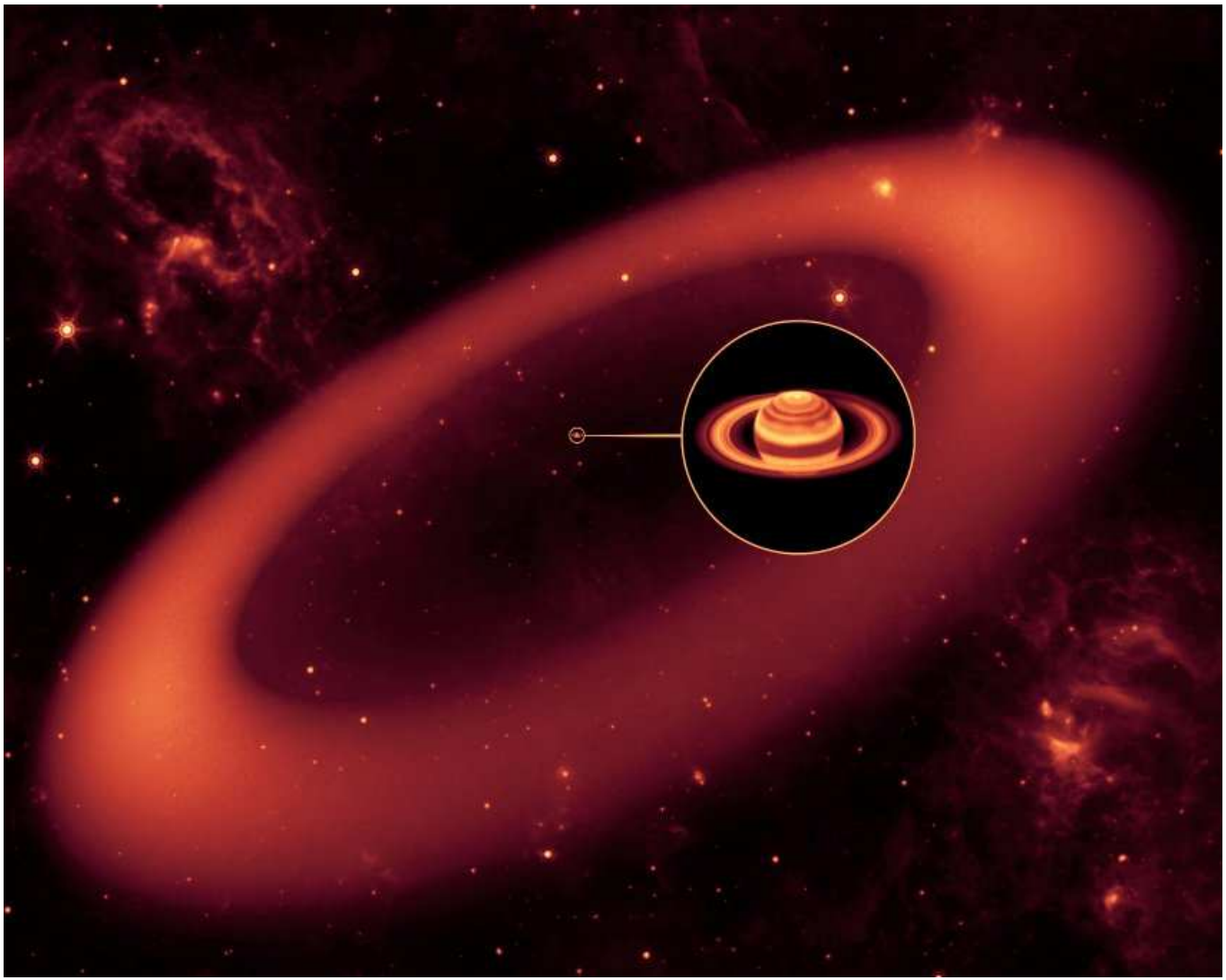
“Das Universum ist real, aber man kann es nicht sehen. Man muss es sich vorstellen.”

Mobiles



Gravitation im Sonnensystem, C.G.; 2009

Ringe

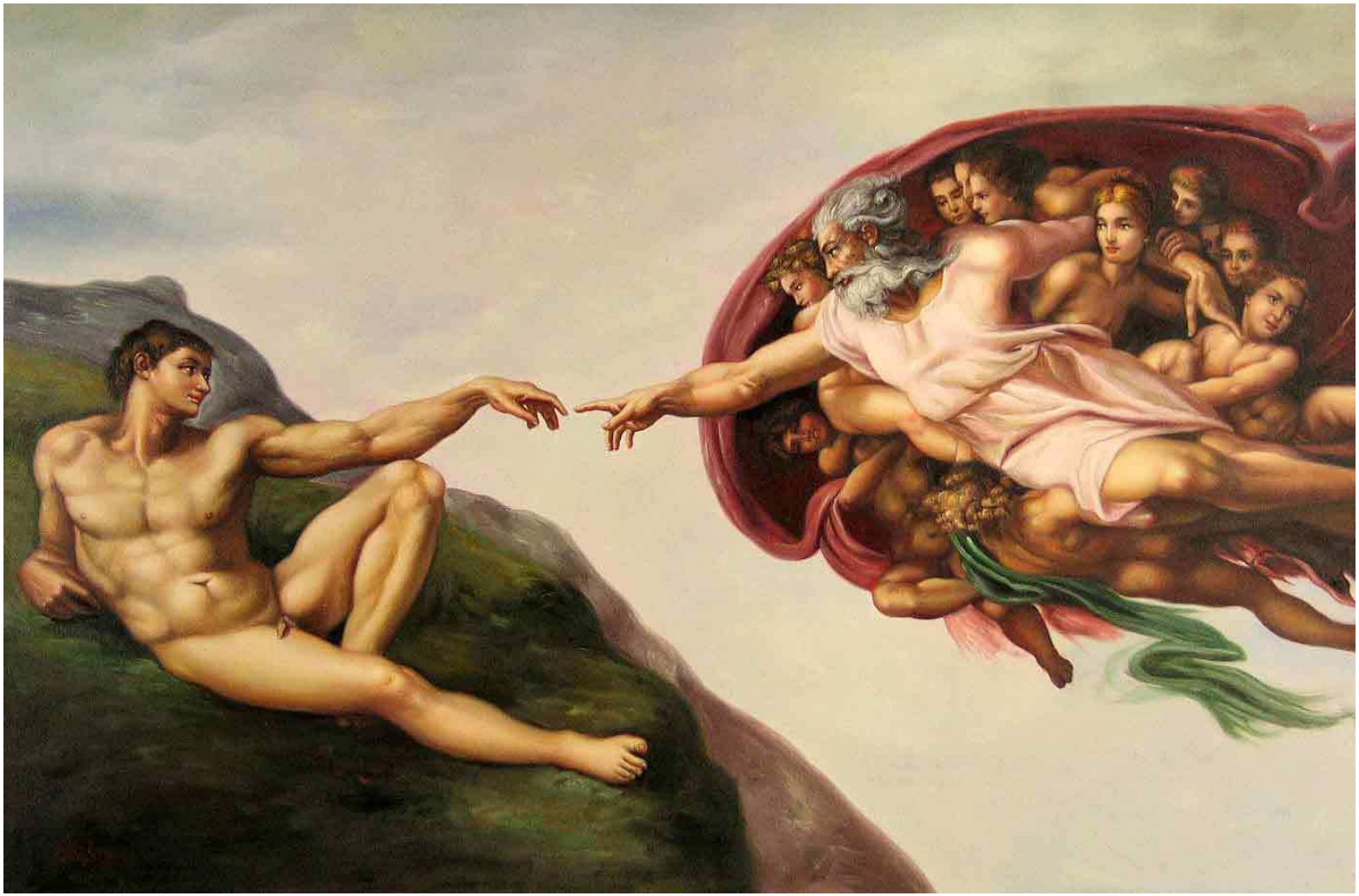


Vom Spitzer-Teleskop 2009 im Infraroten entdeckter riesiger Saturnring

Erschaffung des Sonnensystems

Karin Vieth-Haase; 2009; “Am Anfang schuf Gott Himmel und Erde. Und die Erde war wüst und leer.”

Erschaffung Adams

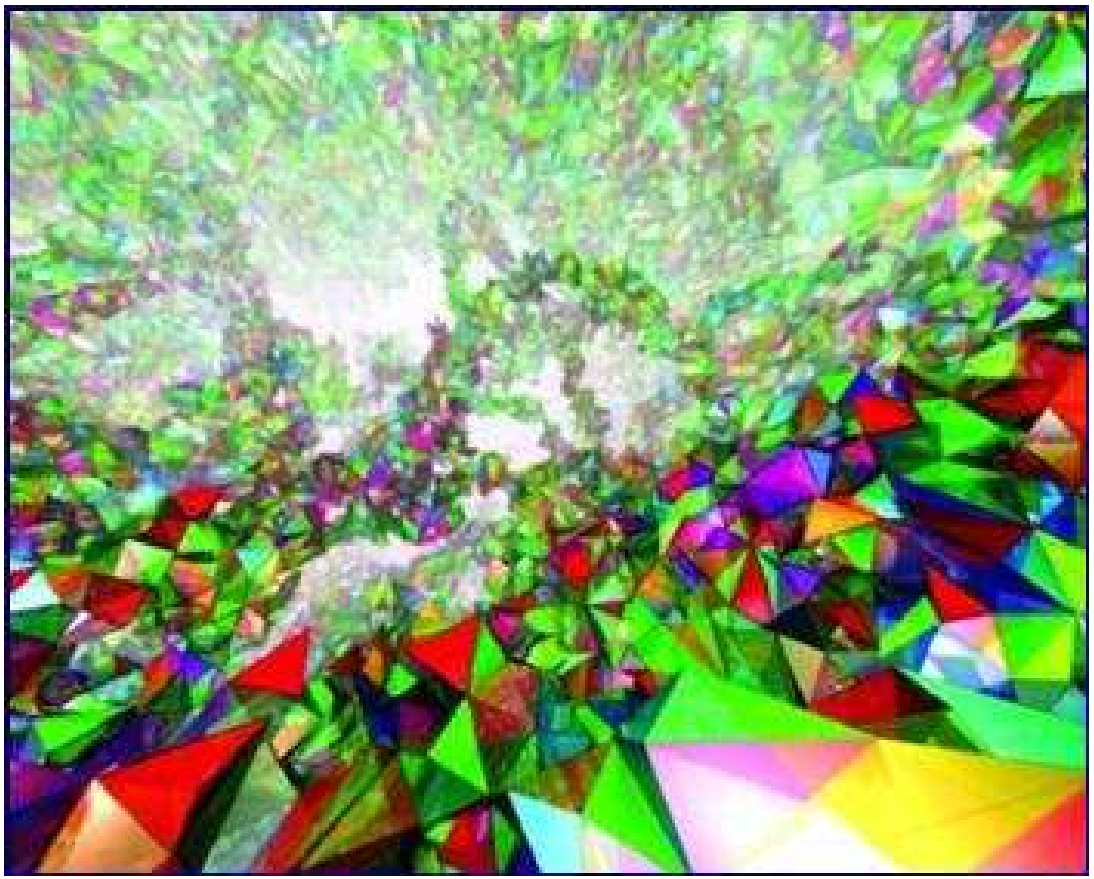


Michelangelo ca. 1511; Fresko an der Decke der Sixtinischen Kapelle

Sixtinischen Kapelle

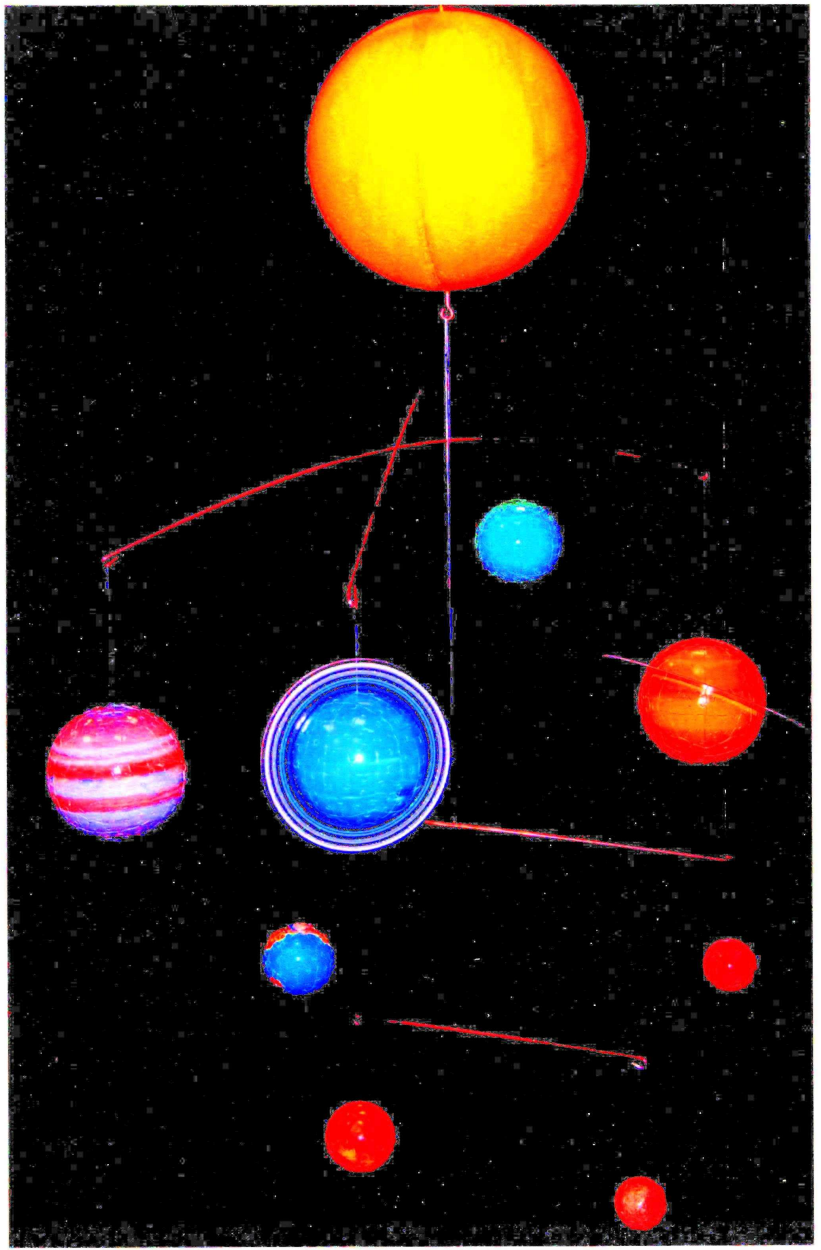
Michelangelo ca. 1511; Deckenfresko der Sixtinischen Kapelle

Quantengravitation

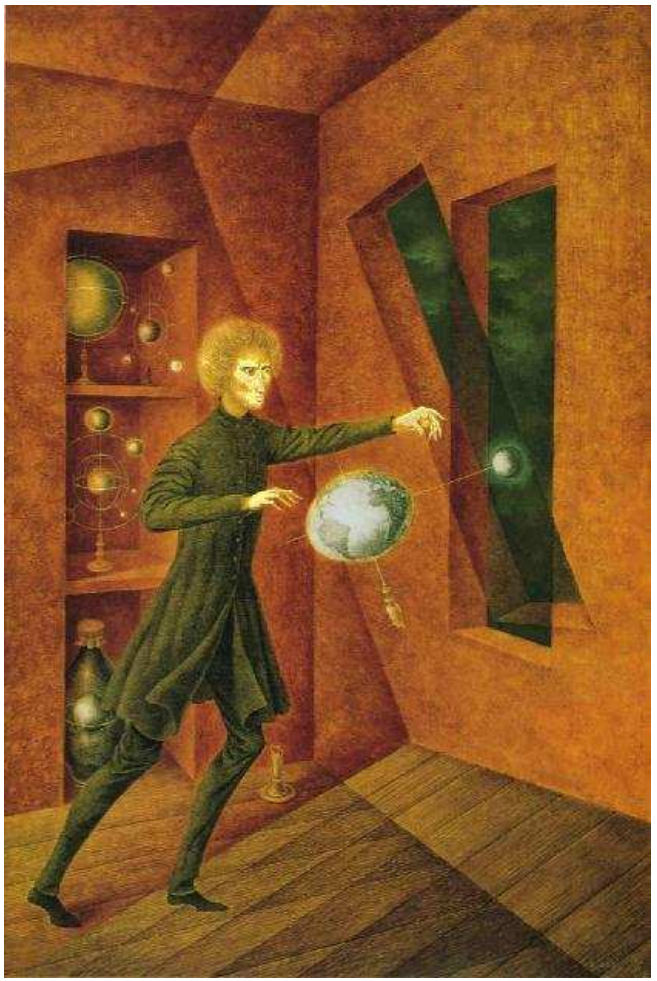


Simulation der Quantengeometrie: Thomas Thiemann; Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik, Albert-Einstein-Institut, Potsdam

Mobiles



Schwerelosigkeit

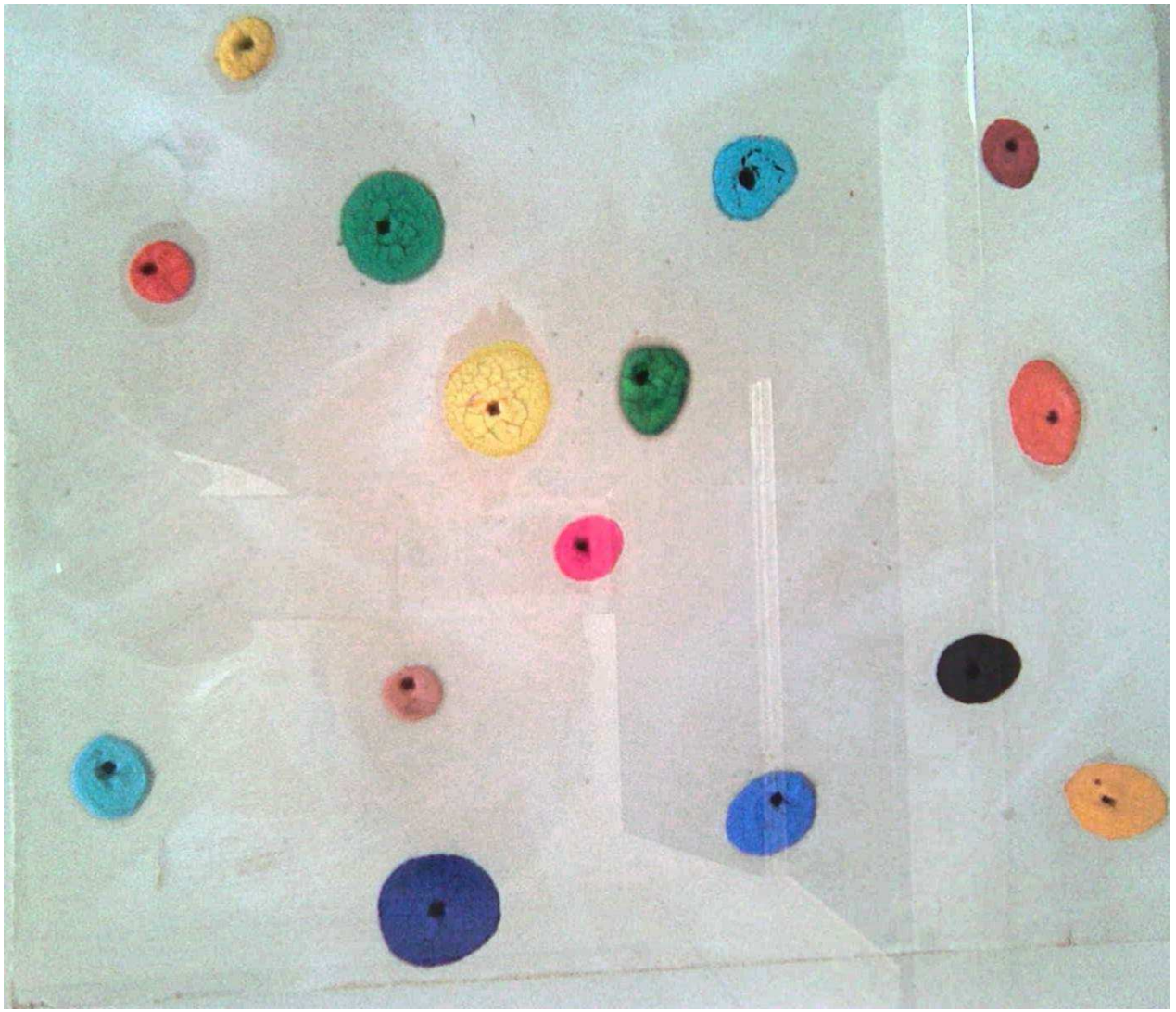


Remedios Varo, Phänomen der Schwerelosigkeit, 1963; Privatsammlung Mexiko: eine Metapher für Einstein's Raum-Zeit

Sonnensystem

Dave Archer, “Robot’s Dream: The Beginning”; 1987;
www.sff.net/.../ForSale/DaveArcherPainting.htm

Mobiles



Planeten, Heinz Jahn; 2009

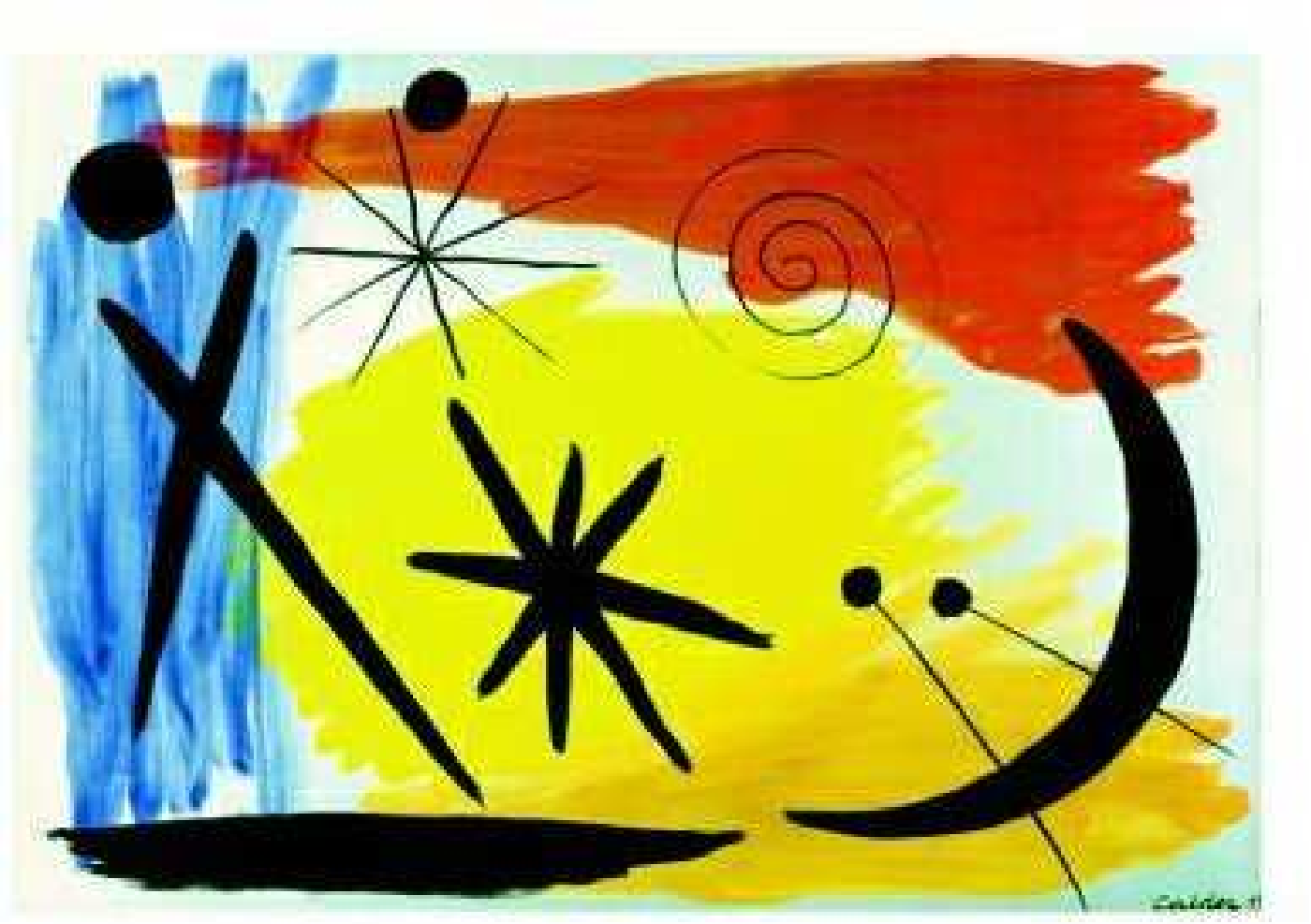
Miró und Calder

Joan Miró und Alexander Calder lernten sich 1928 im Paris der Avantgarde kennen. Anhand ausgesuchter Werkgruppen kommen verbindende Themenkreise zur Darstellung, wie das Verwenden zufallsbestimmter organischer Formen oder räumlicher Konstellationen. Die Arbeiten umfassen etwa 60 Gemälde Mirós und 70 Mobiles und Stabiles von Calder. Calders Verständnis einer Skulptur, die in jedem Massstab Monumentalität erzielt, wird weg-weisend für seine Interventionen im öffentlichen Raum, die mit frühen Stabiles und grossen Mobiles reich vertreten sind. (Ausstellung Fondation Maeght in St.Paul-de Vence bei Nizza: Braque, Chagall, Miró, Kandinsky, Giacometti)

Alexander Calder

“Vertical Constellation with Bomb”, 1943, bemalter Stahldraht, bemaltes Holz und rohes Holz, National Gallery of Art, Washington, Leihgabe von Mr. and Mrs. Klaus G. Perls

Alexander Calder



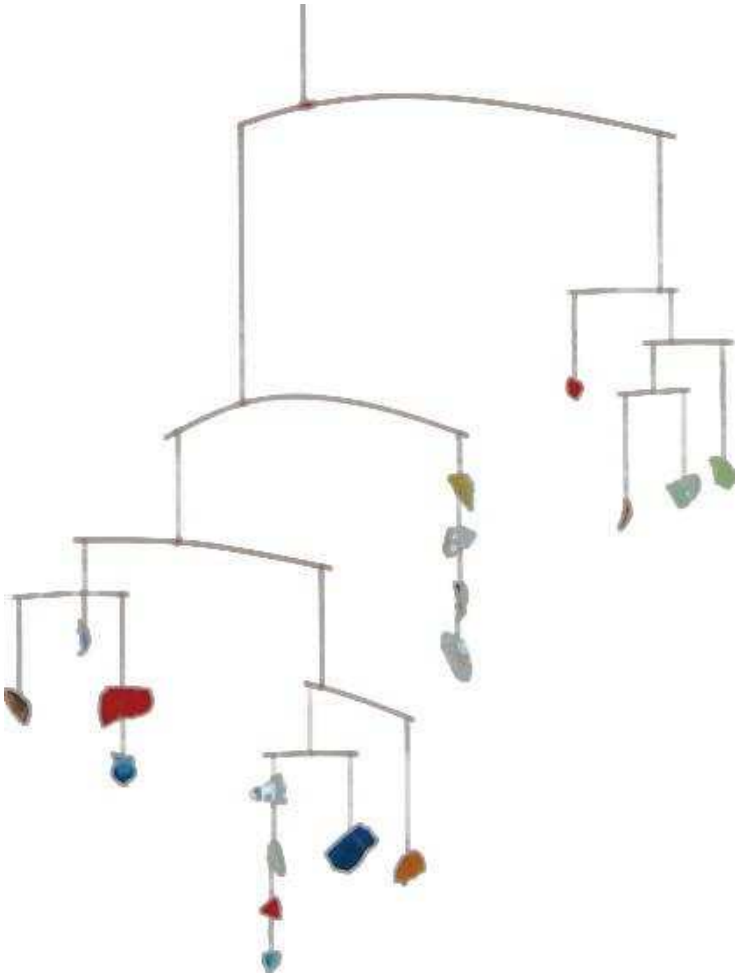
aus der Constellations Serie, $\approx$ 1940

große Ähnlichkeit mit Joan Mirós Bildern

Calder's Mobiles

Calder:"Ich denke, dass um 1930, und praktisch immer seitdem, die meinen Mobiles zugrundeliegende Form die Struktur des Universums ist. ... Was ich damit meine ist die Idee von losgelösten Körpern unterschiedlicher Größe und Dichte, und unterschiedlicher Farbe und Temperatur, Körper, die im Raum schweben, zum Teil umgeben von wabernden Gaswolken. Ich habe diese kosmischen Objekte in meinen Mobiles installiert (*deployed*), manche dichter beieinander, manche in gewaltigen Abständen, auch um die Ungleichheit der Eigenschaften dieser Himmelskörper und ihrer Bewegungen auszudrücken."

Alexander Calder



Mobile, ca. 1934; Peggy Guggenheim Collection

Interstellarer Austausch

Herbert Bayer “Interstellar Exchange” 1941-42; Denver Art Museum

Herbert Bayer

Was ist auf dem Gemälde alles zu erkennen?

- Pfeile, Wellenlinien verteilen Botschaften im Raum
- rote und graue “Nebel” (Galaxien)
- Big Brother is watching
- Feuer, Wasser, Erde und Luft
- Moleküle und Messinstrumente
- Planetengeschwindigkeiten
- der Mensch

Bahngeschwindigkeiten

Fliehkraft = Gravitationskraft

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = \gamma \frac{m \cdot M}{r^2}$$

wobei

m - Planetenmasse

M - Sonnenmasse

v - Bahngeschwindigkeit

r - Abstand Planet - Sonne

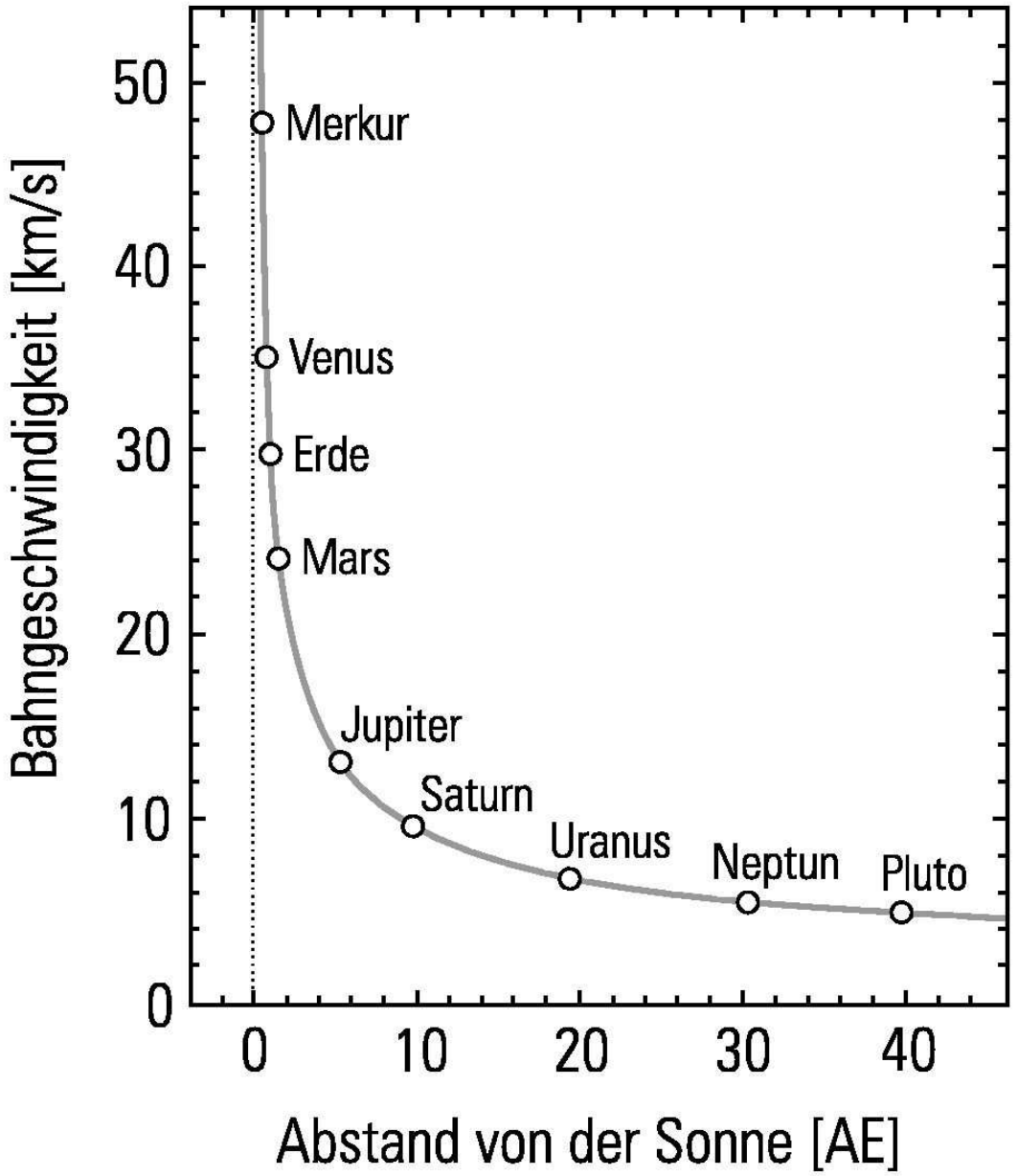
γ - Newtonsche Gravitationskonstante

Auflösen nach der Bahngeschwindigkeit

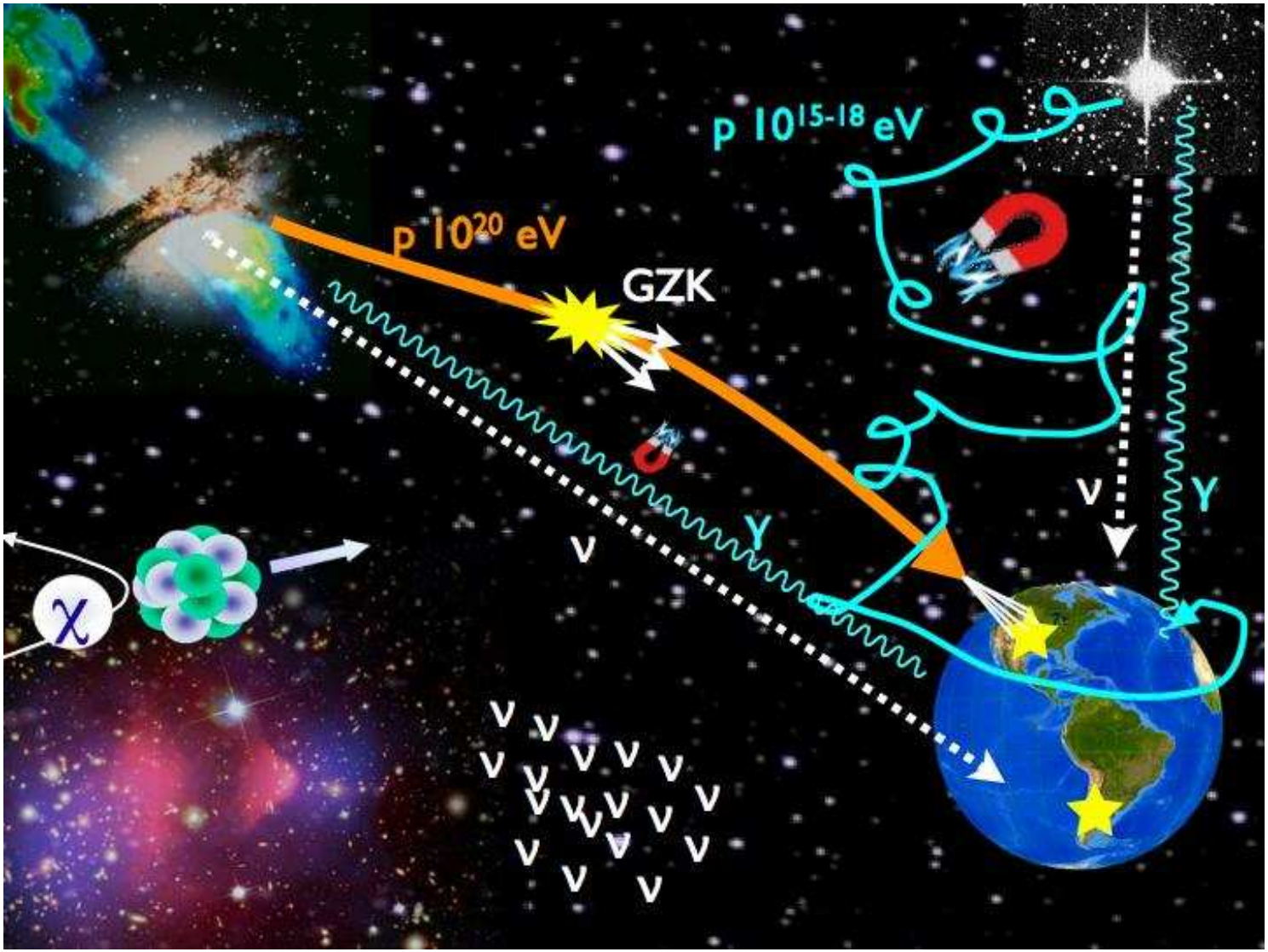
$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot M}{r}} \sim \frac{1}{\sqrt{r}}$$

$\Rightarrow$ Hyperbel

Sonnensystem

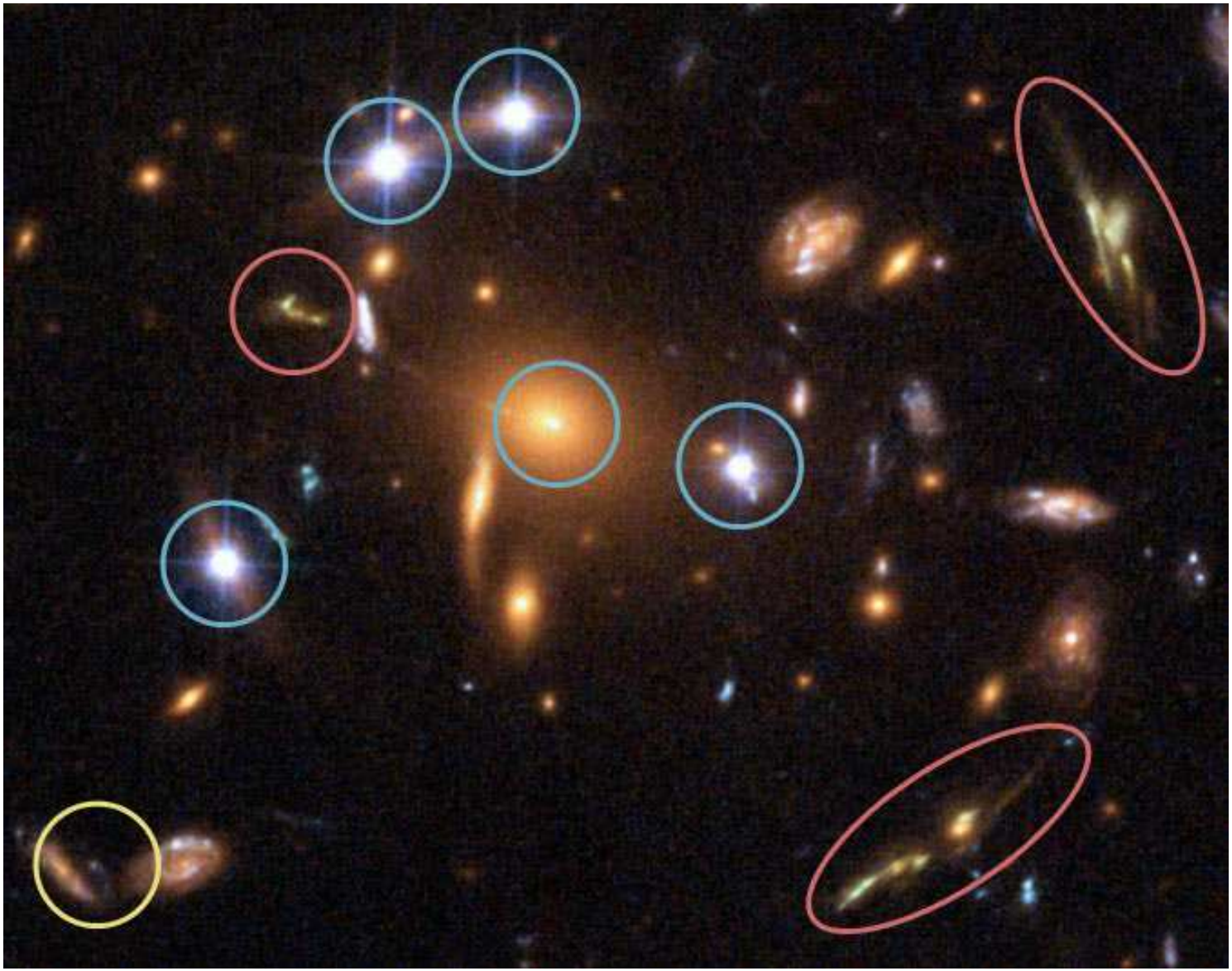


Der Hochenergiehimmel



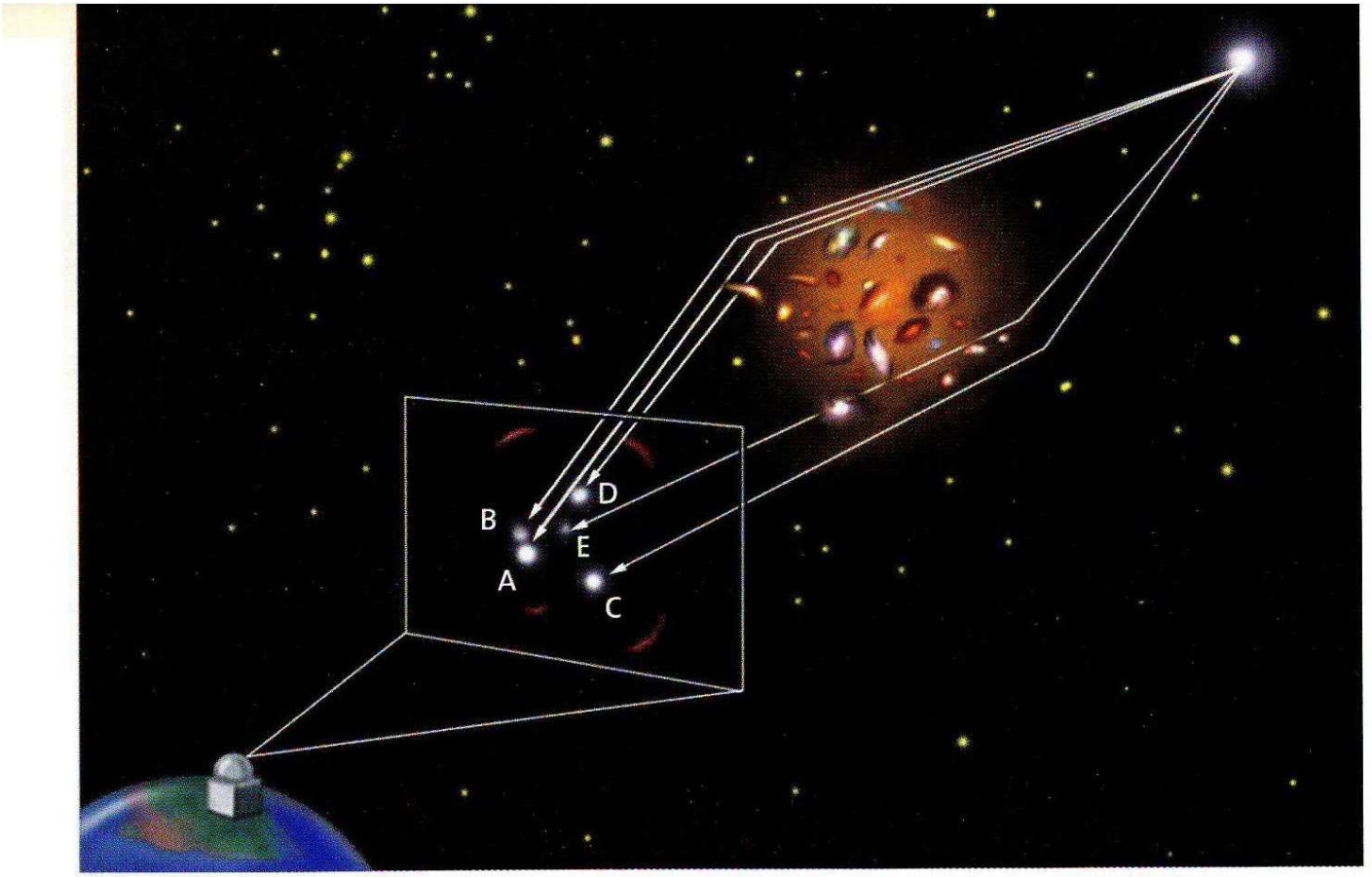
J. Blümer, Karlsruhe

Quasarbilder fünffach



Quasar SDSS J1004+4112, ESA, NASA

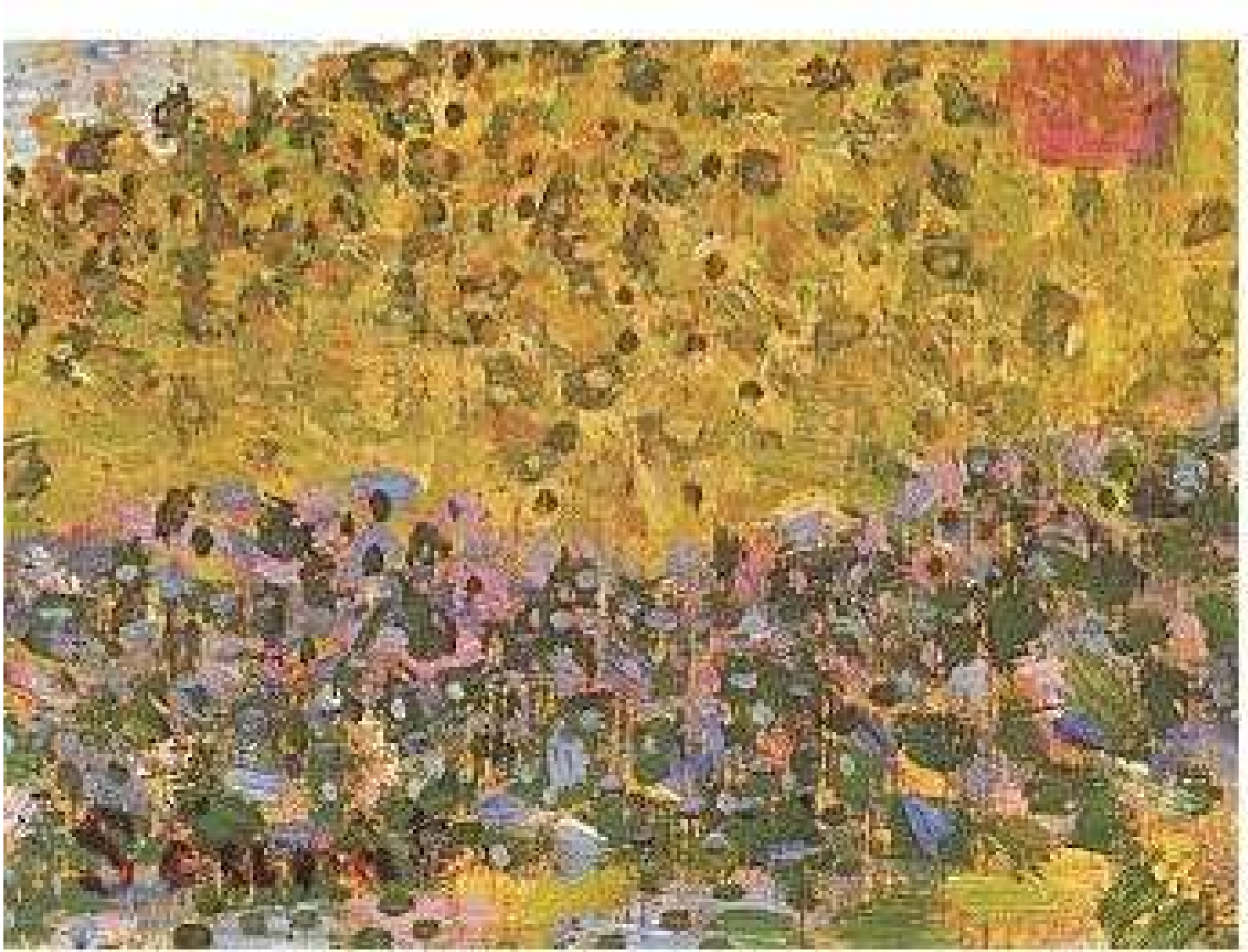
Quasarbilder fünffach



Die Masse des Galaxienhaufens, der auf der Sichtlinie zum fernen Quasar liegt, bewirkt die Aufspaltung des Lichts in fünf Einzelbilder. Helligkeitsänderungen im Quasar zeigen sich wegen der unterschiedlichen Laufzeiten in den Bildern zu verschiedenen Zeiten.

Quasar SDSS J1004+4112, ESA, NASA

Pointilismus



George Seurat, Femmes au bord de l'eau, 1885

Gedichte, Musik und Raum

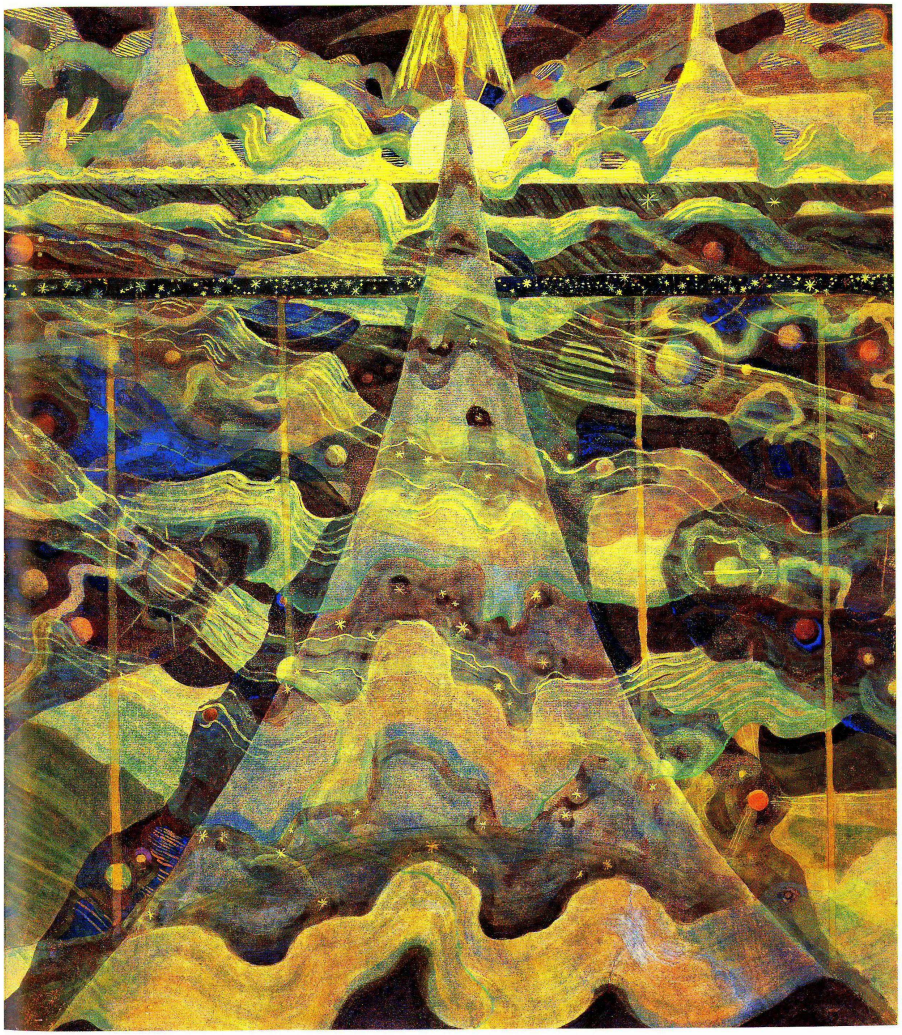
Beiträge anderer Künste

Robert Frost

Fire and Ice

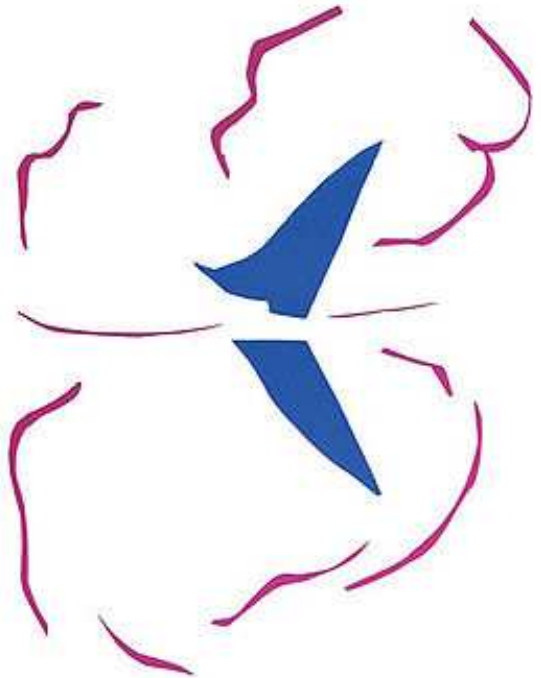
Some say the world will end in fire,
Some say in ice.
From what I've tasted of desire
I hold with those who favor fire.
But if it had to perish twice,
I think I know enough of hate
To say that for destruction ice
Is also great
And would suffice.

Astronomie und Musik



Mikalojus K. Ciurlionis; 1908; Sonate der Sterne; National Museum of Art, Kaunas, Lettland

Raum



Das Bild “Le Bateau” von Henri Matisse war Grund für eine gewisse Aufregung und ein Lächeln als es 1961 im Museum of Modern Art falsch herum aufgehängt wurde. Erst nach 47 Tagen hat ein Besucher diesen Fehler bemerkt und das Bild wurde entsprechend gedreht. Ein Beweis dafür, dass oben und unten im Universum nicht wohldefiniert sind??

Parität

René Magritte's Bild "La Reproduction Interdit", (1937), Museum Boymans-van Beuningen, Rotterdam

Parität

Paritätsverletzung, C.G.; 1996 "Parity Violation"

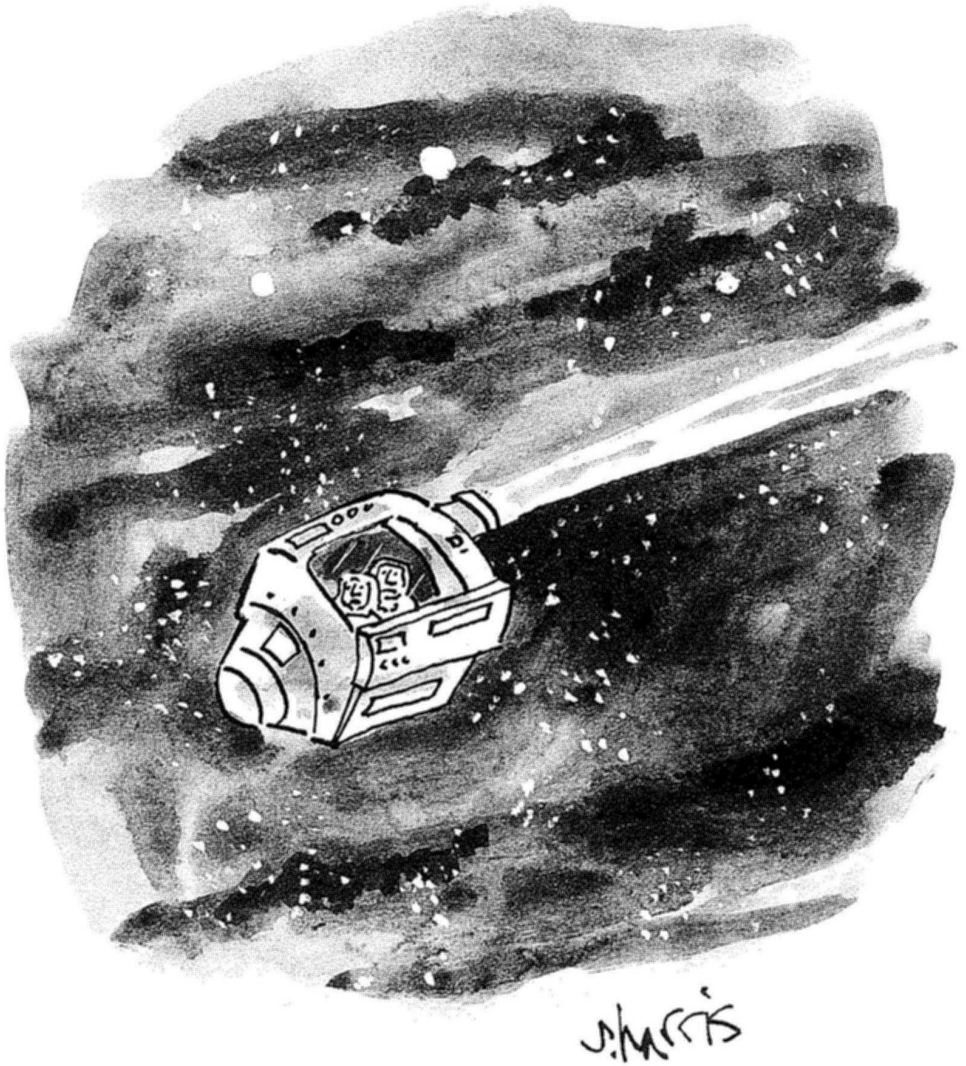
Relativitätstheorie und Symmetrieprinzipien

Zeit

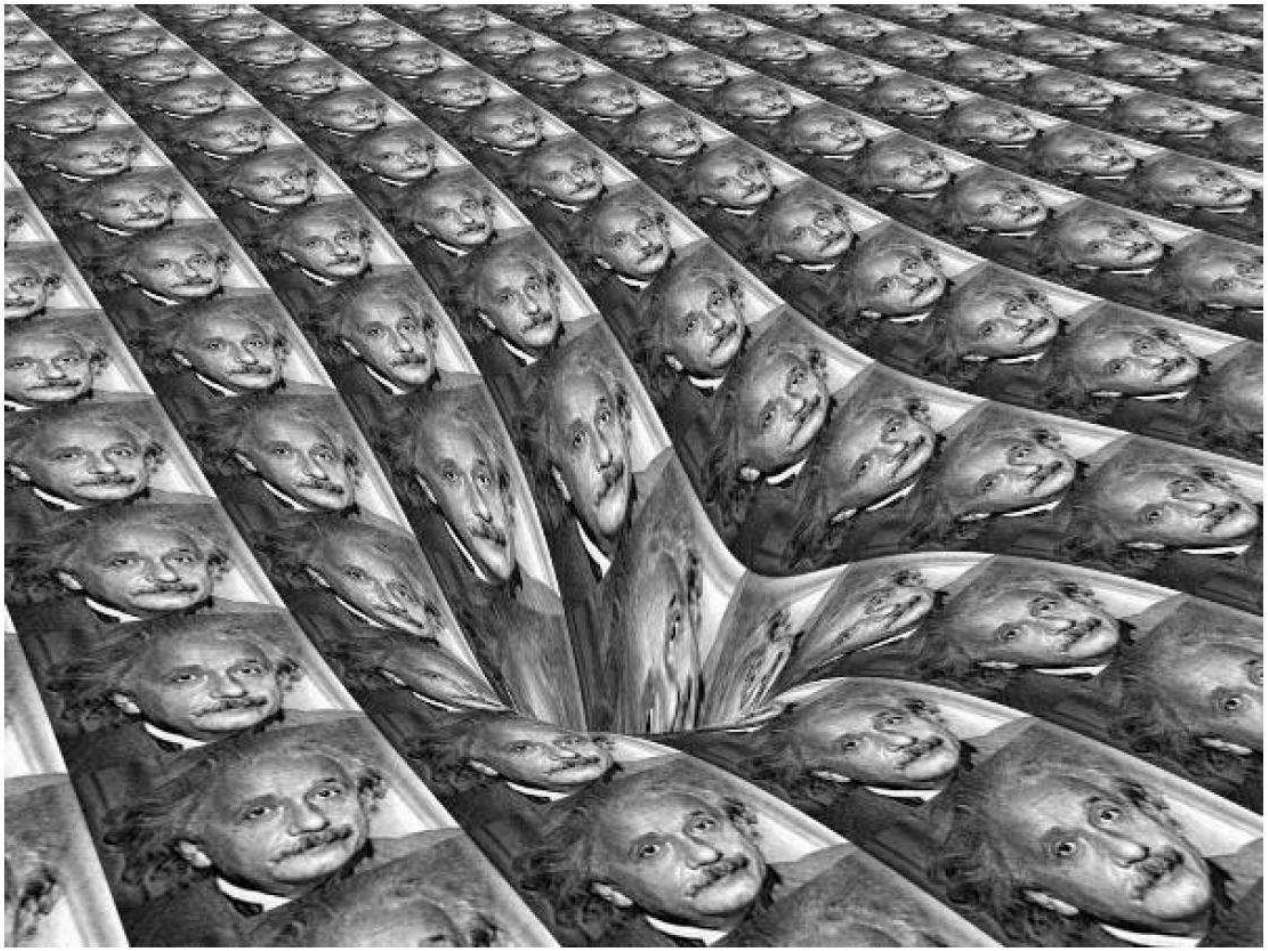
Die Zeit ist eine ganz wichtige Koordinate im Universum!
Die Zeit kommt aus der Zukunft, die nicht existiert, in die Gegenwart, die keine Dauer hat, und geht in die Vergangenheit, die aufgehört hat zu bestehen.
Aurelius Augustinus
Was ist also die Zeit? Wenn mich niemand darnach fragt, weiß ich es, wenn ich es aber einem, der mich fragt, erklären sollte, weiß ich es nicht. Aurelius Augustinus

Zeit ist das, was man an der Uhr abliest. Albert Einstein

Zeitdilatation

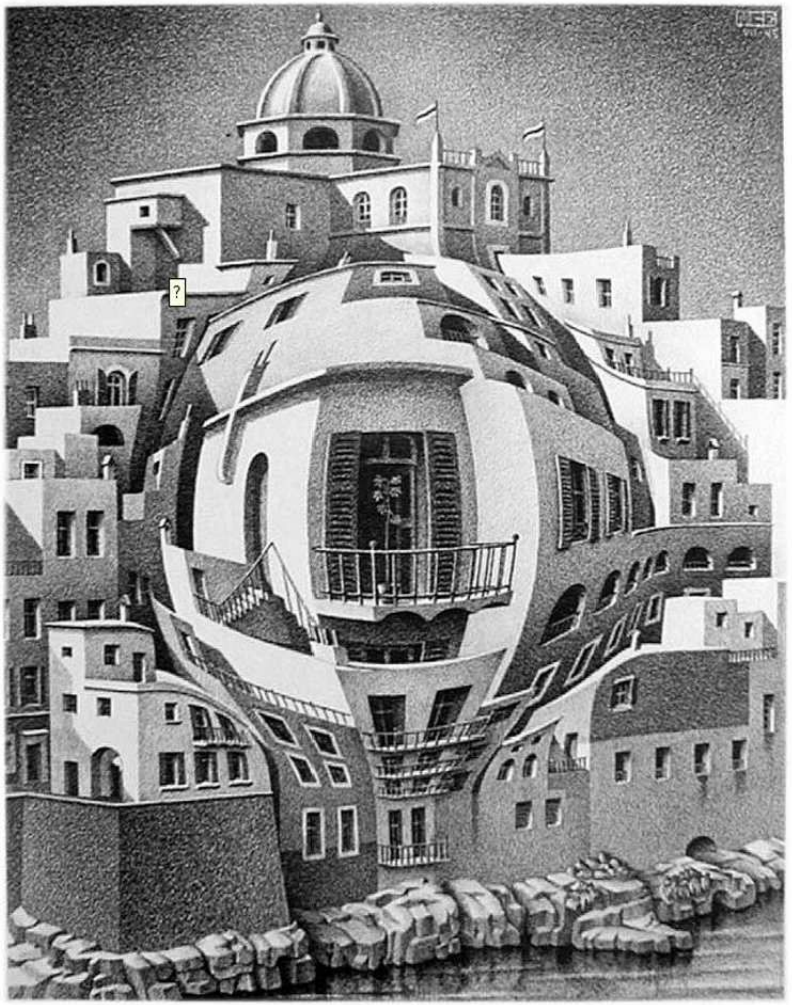


Relativitätstheorie



aus: Wing-Huen Ip; 'Art, Brain and Cosmos' 2005

Verbogene Raumzeit



Maurits Cornelis Escher; 'Balkon 11'

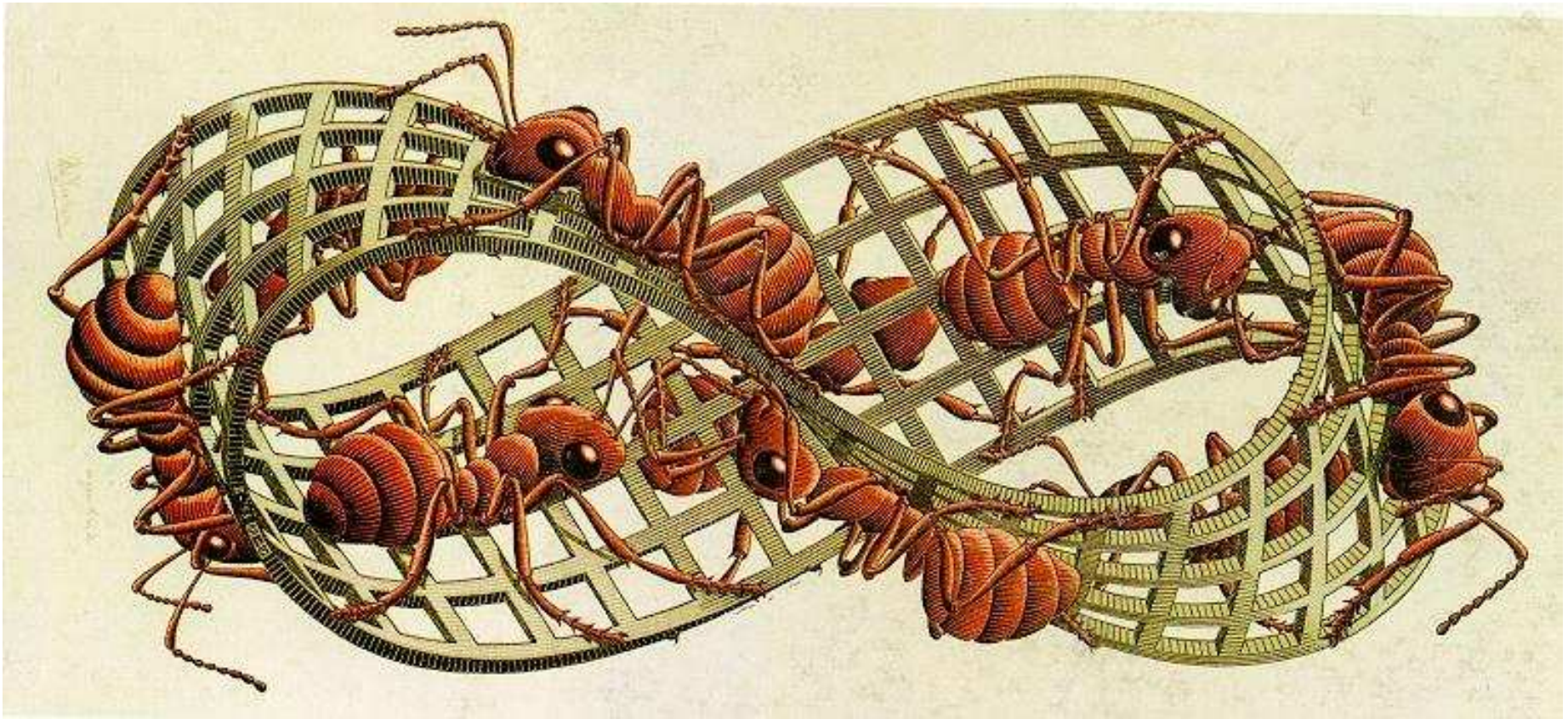
Möbius Band

Endless surface, 1953 bis 1956; Open air Sculpture Middlelheim Museum, Antverpen, Belgium.

Möbius Band

Kommerzielle, dekorative Möbius-Bänder

Möbius Band



Maurits Cornelis Escher, Möbius Strip II

Spaghettifikation

Drehsinn der Planeten

Rotieren alle Planeten im selben Drehsinn?

Eine Wolke aus Gas und Staub verdichtete sich vor 4,5 Milliarden Jahren. Wegen der Erhaltung des Drehimpulses drehte die Wolke umso schneller, je kleiner sie wurde. Im Zentrum bildete sich die Sonne, rundherum verdichteten sich die Planeten.

Einheitlicher Umlauf der Planeten

Dieses Entstehungsszenario unseres Sonnensystems erklärt den einheitlichen Umlauf der Planeten. Sie befinden sich auch alle ungefähr in einer Ebene. Die Drehachsen der Planeten sind meist senkrecht zur Ebene der Umlaufbahn.

Aber es gibt bemerkenswerte Ausnahmen:

Drehsinn der Planeten

Venus

Die Eigendrehung der Venus um ihre eigene Achse ist genau andersherum. Sie braucht für eine Umdrehung um die eigene Achse 244 Tage (= ein Venustag) und für einen Umlauf um die Sonne 225 Tage. Wegen der ungewöhnlichen Drehrichtung geht die Sonne im Westen auf. Die Ursache für dieses Verhalten ist unklar, vermutlich ist ein großer Asteroid mit der Venus kollidiert.

Uranus

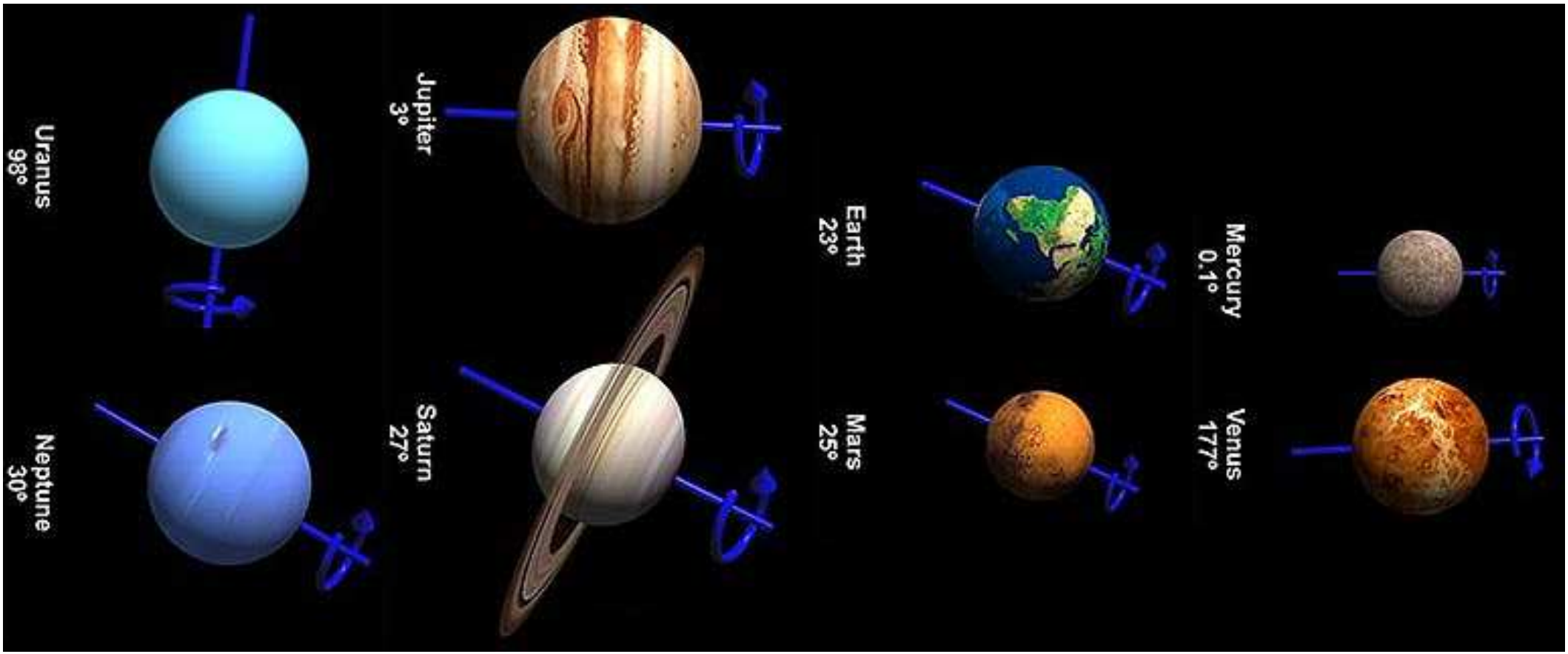
Auch Uranus, der drittgrößte Planet hat eine seltsame Umlaufbahn. Seine Rotationsachse liegt in der Ebene der Umlaufbahn. Die Ursache ist vermutlich ein Zusammenstoß mit einem Kleinplaneten.

Drehsinn der Planeten

Pluto

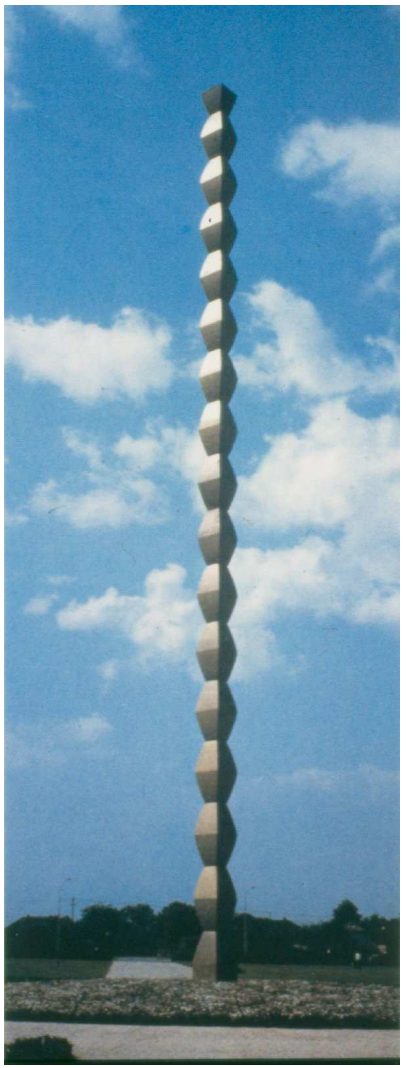
Pluto verhält sich als Planet in mehrerer Hinsicht ungewöhnlich. Auch sein Äquator ist um 90 Grad gekippt. Die Umlaufbahn des Pluto ist weist gegenüber jener der anderen Planeten eine Neigung von 17 Grad auf. Seit letztem Jahr wurde ihm der Status eines Planeten aberkannt. Er gilt seither als einer der größten Vertreter der so genannten Kuiper-Gürtel-Objekte. Diese ziehen ihre unregelmäßigen Bahnen außerhalb der Planetenbahnen, gehören aber ebenfalls zu unserem Sonnensystem.

Drehsinn der Planeten



Alberto Giacometti

Constantin Brancusi

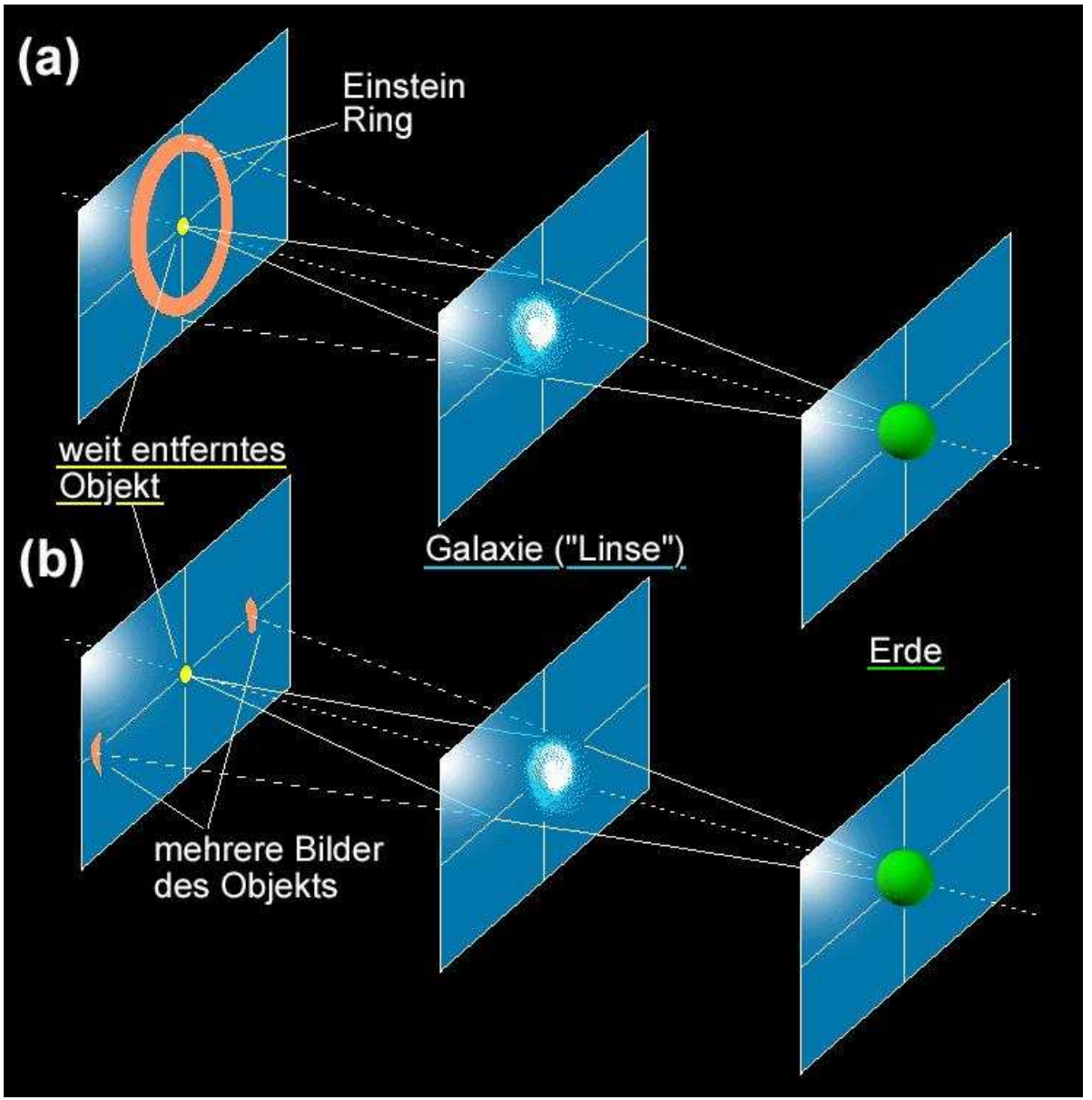


... Wiedergeburt durch die Reise der Seele zur Sonne: Endlose Säule

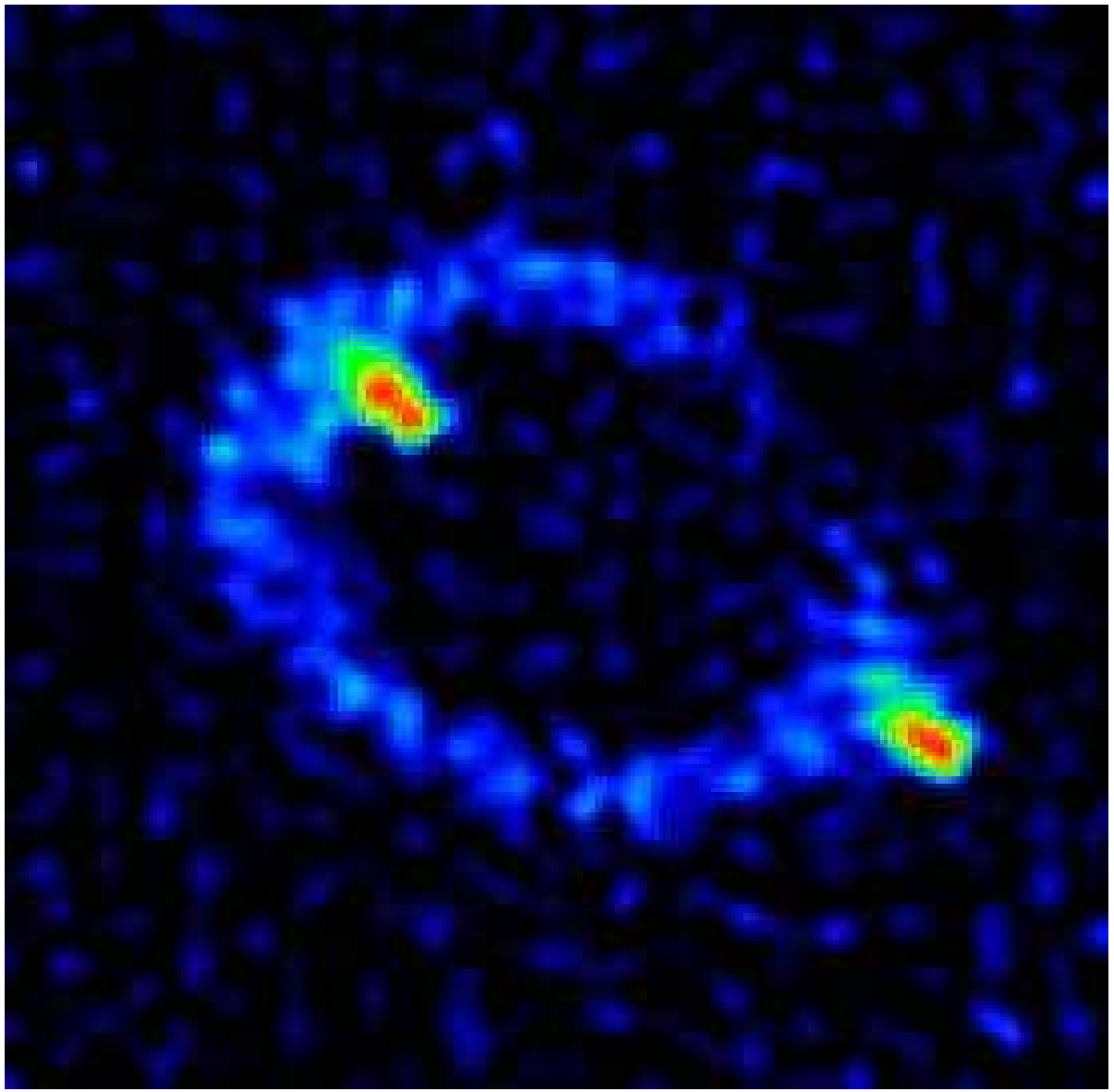
René Magritte

Golconde, 1953

Gravitationslinseneffekt

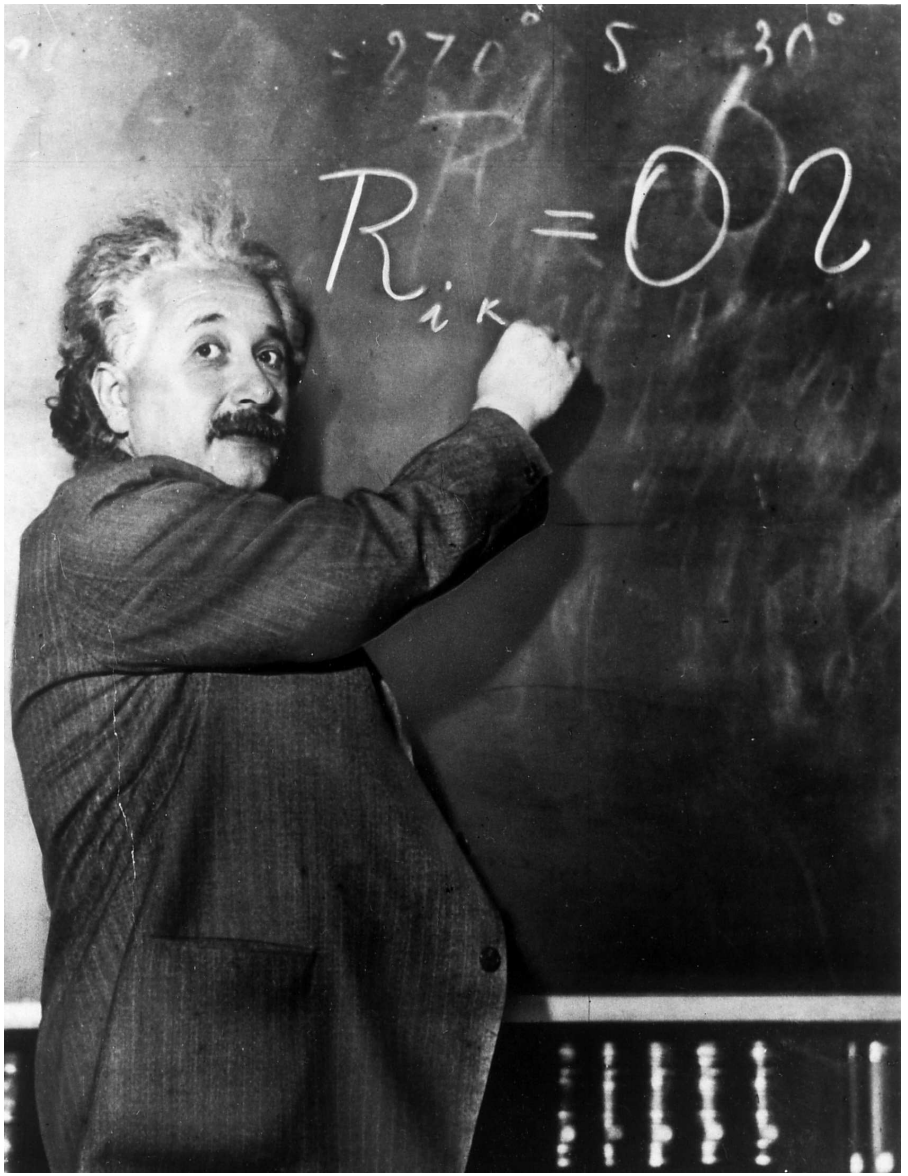


Einstein-Ring



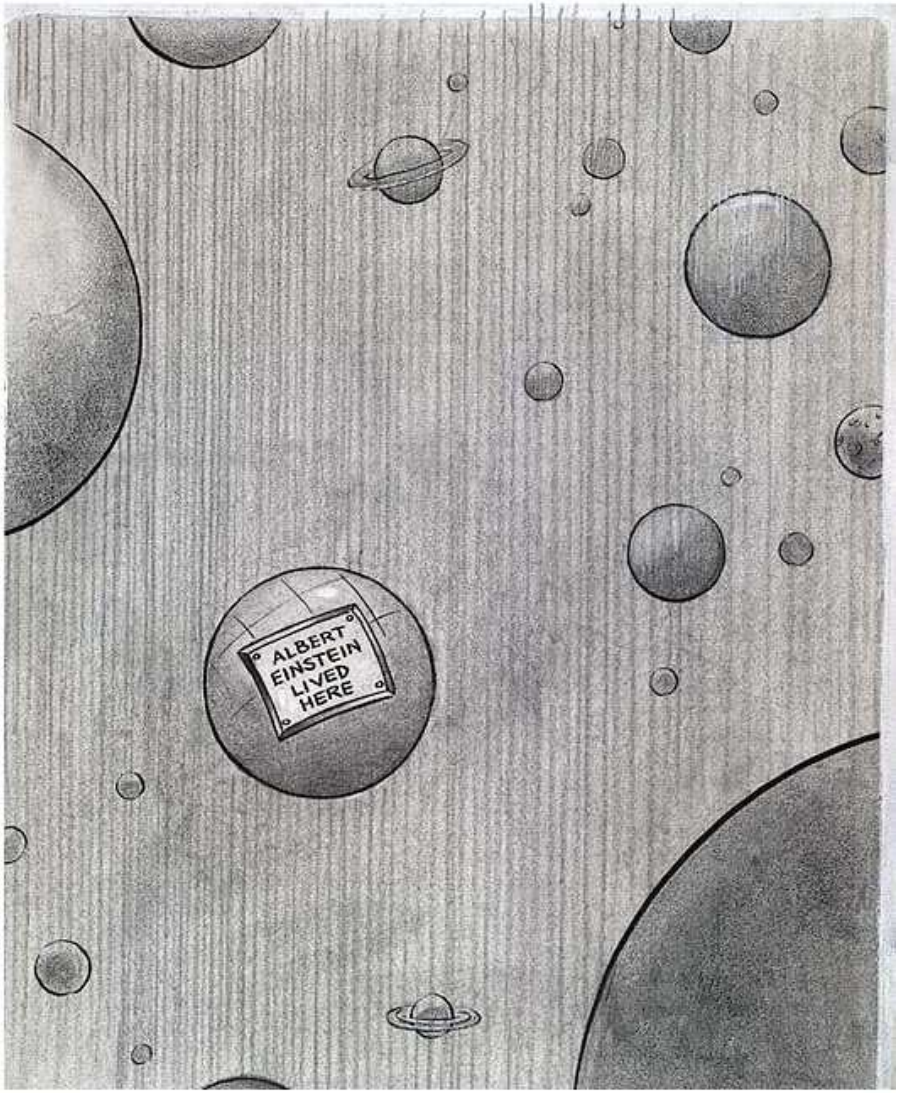
Very Large Array; MG1131+0456; Jaqueline Hewitt; MIT; 1987

Einstein



R_{ik} ist die Ricci-Krümmung

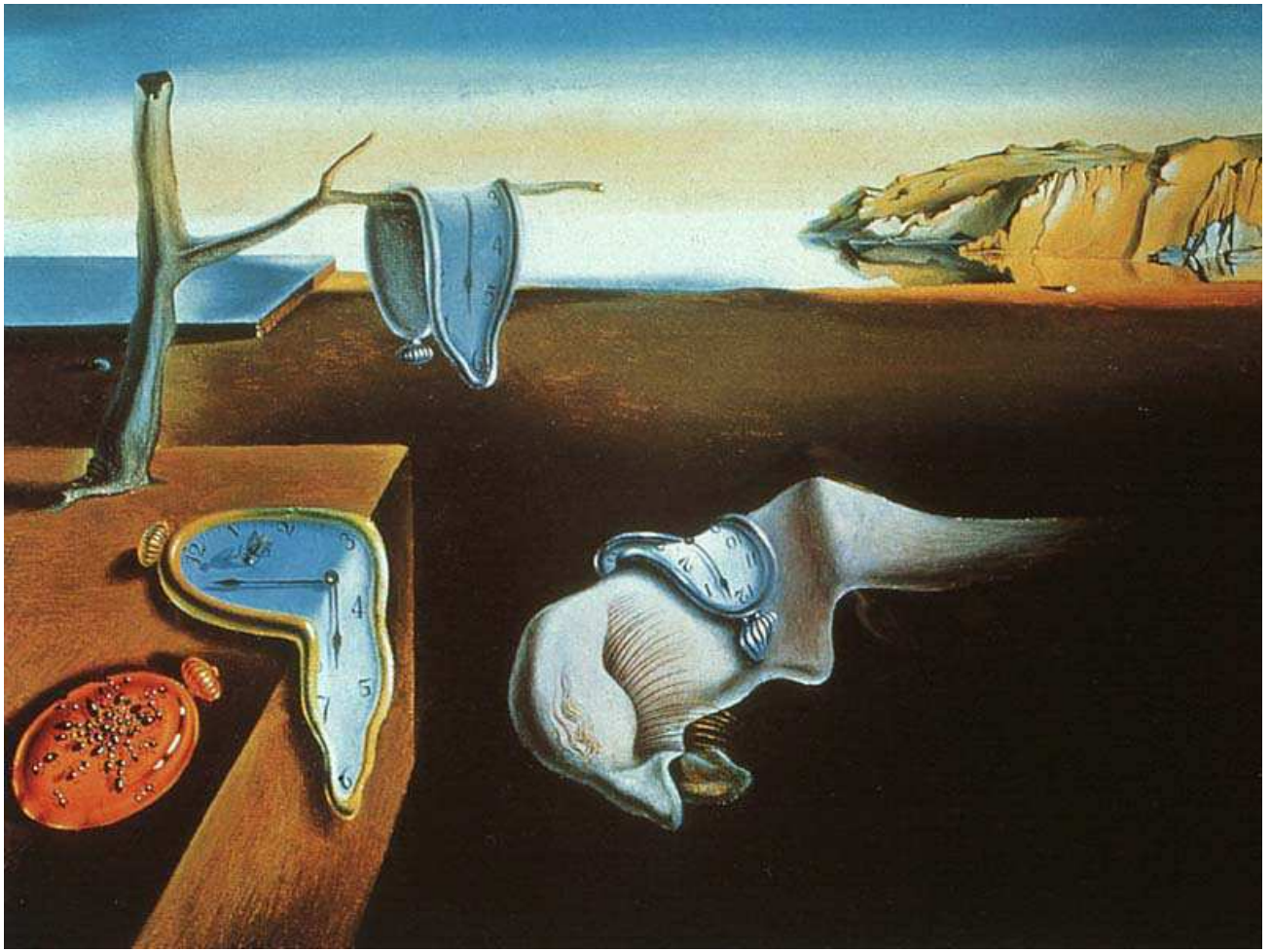
Einstein



Herblock Cartoon aus der Washington Post vom 18. April 1955, dem Todestag von Albert Einstein

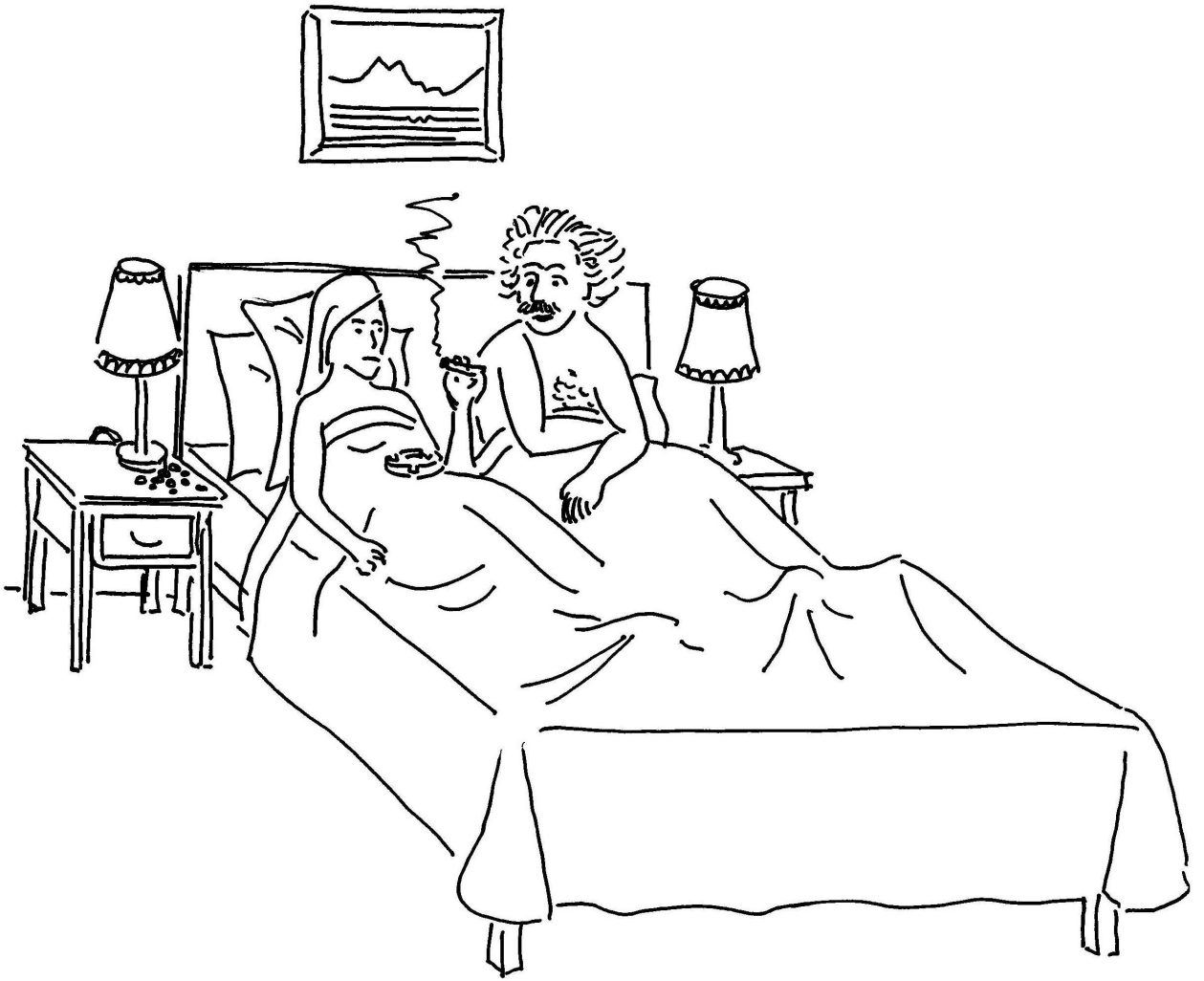
Salvatore Dali

Salvatore Dali



Die zerrinnende Zeit, 1931

Relative Zeit



"To you it was fast."

Cartoon Eric Lewis, The New Yorker

Salvatore Dali

Dali erklärte 1935, dass seine weichen, elastischen Uhren eine Metapher für die Einsteinsche Raum-Zeit seien, "nichts anderes als der zarte, extravagante und zusammengezogene, paranoid-kritische Camenbert von Raum und Zeit."

Einstein glaubte an eine Ordnung im Universum und wies das Wirken des Zufalls zurück: "Gott würfelt nicht!"

Gott würfelt doch!

C.G. 2000

Zeit

Die Zeit fließ, 1931

Giacomo Balla

Abstract Speed and Sound, 1913-14

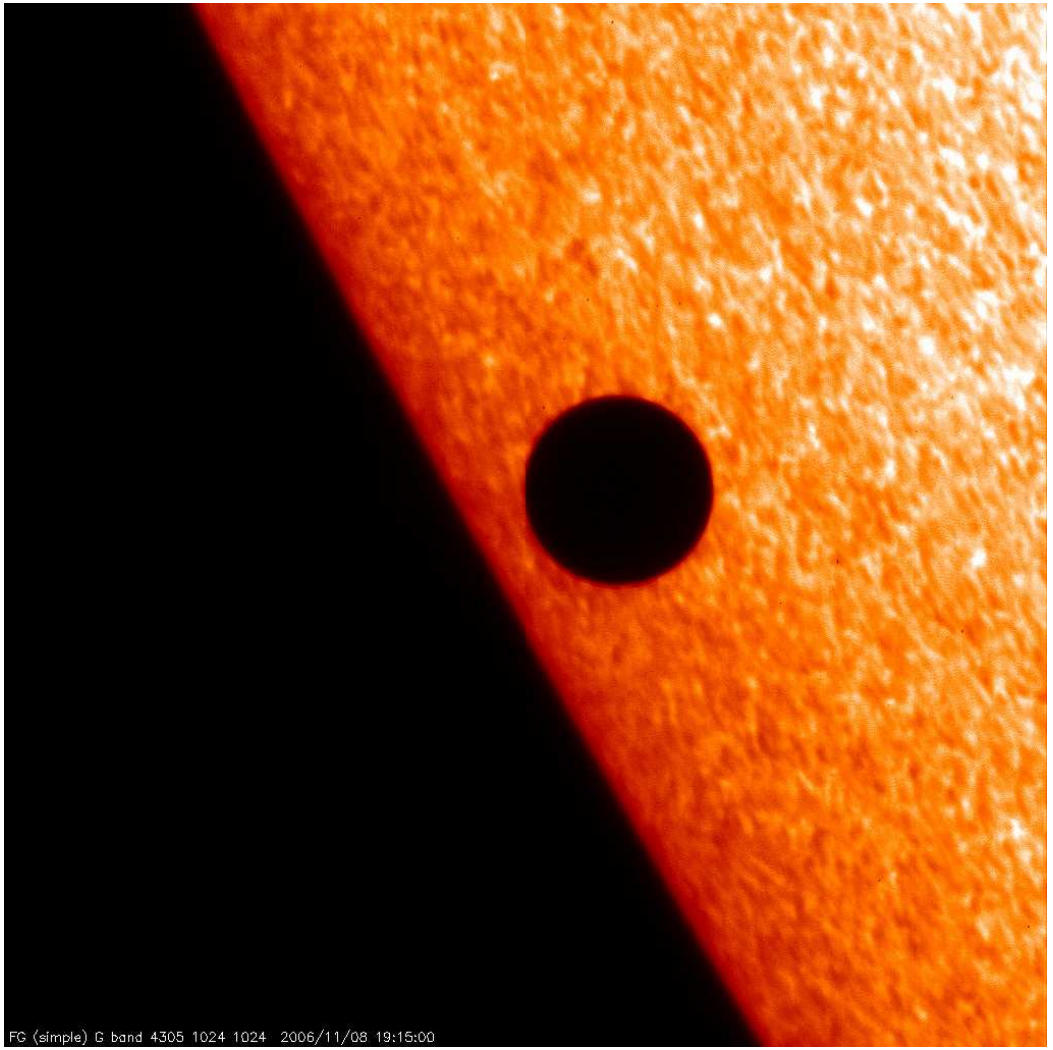
Verdunklungen

Finsternisse

Giacomo Balla

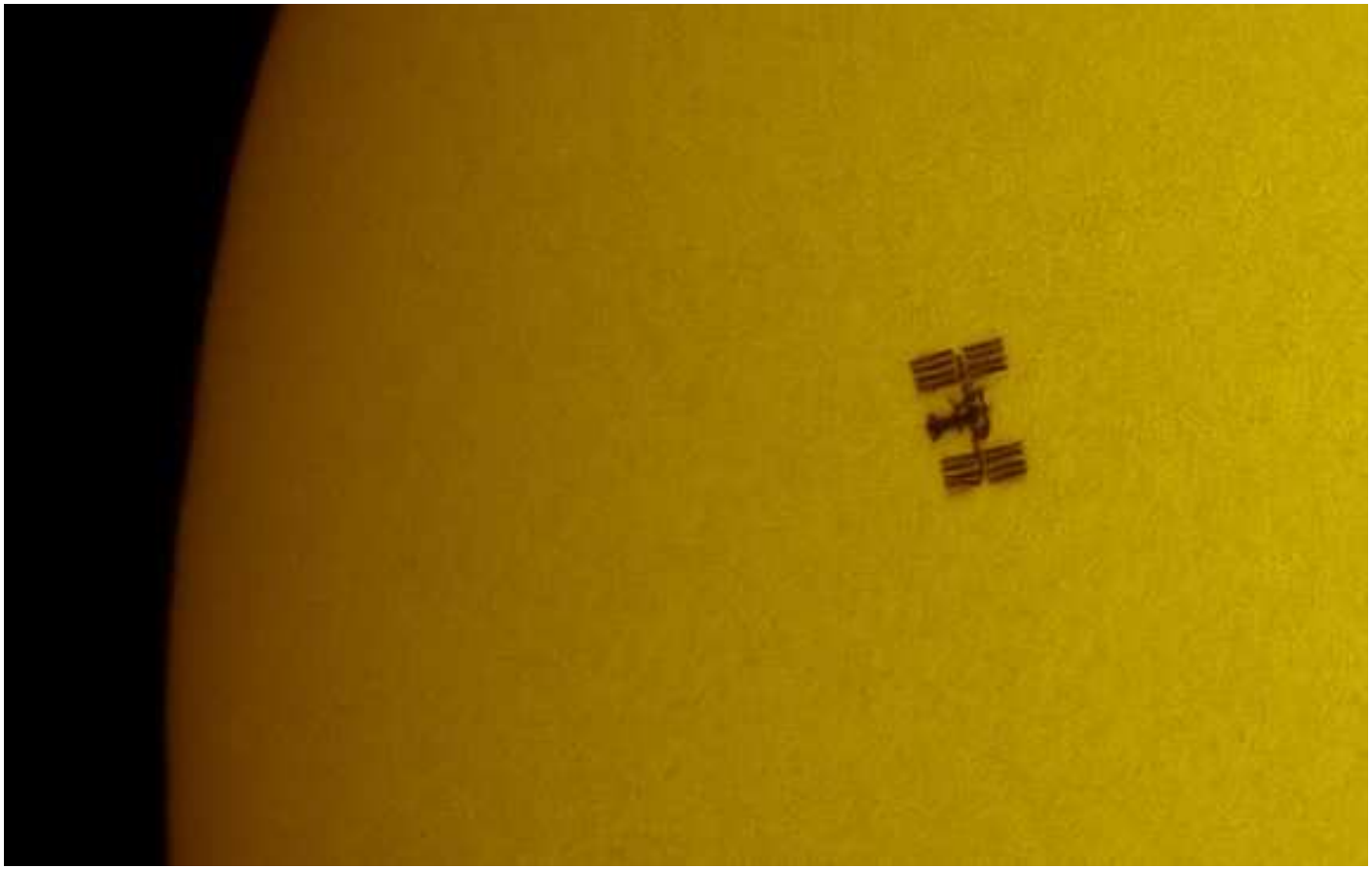
Mercury Passing Before the Sun, 1914

Merkur Transit



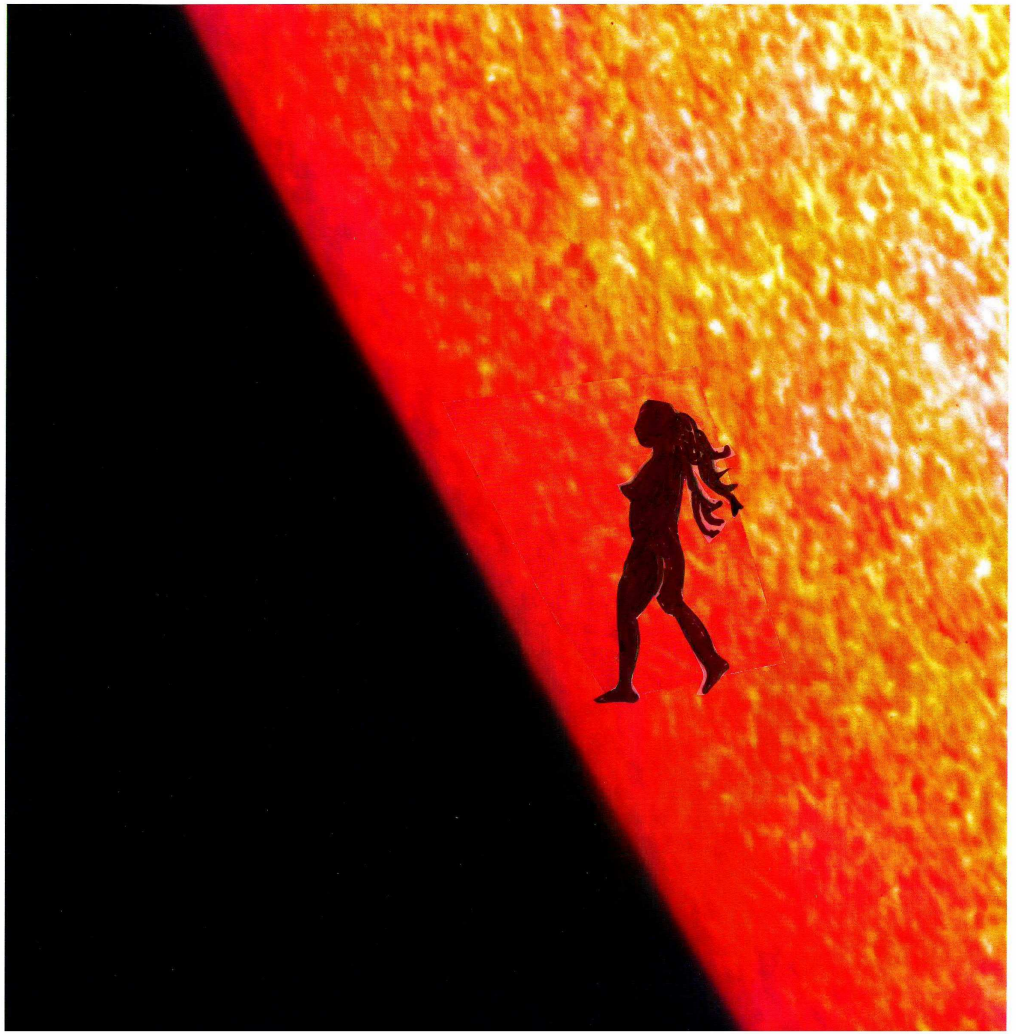
Partielle Sonnenfinsternis durch Merkur

ISS Transit



Partielle Sonnenfinsternis durch die International Space Station an der die Raumfähre Endeavor gerade angedockt ist, aufgenommen von Thierry Legault (http://artofscience.wordpress.com/category/astronomy/)

Venus Transit



Partielle Sonnenfinsternis durch die Venus von Milo

Neugierige Physiker

Kolorierter Holzschnitt im Stil des 16. Jahrhunderts; aus Camille Flammarion 'L'atmosphère Météorologie populaire', Paris 1888

Galaxien

Entfernte Milchstrassen

Orion-Nebel

Orion-Nebel

Teufel, ärschlings zur Hölle stürzend; C.G., 1962

Katzenphoten-Nebel

NGC 6334, Katzenpfoten-Nebel, NASA

Feuerbild

Yves Klein, Peinture de feu, sans titre, 1961

Feuerbild

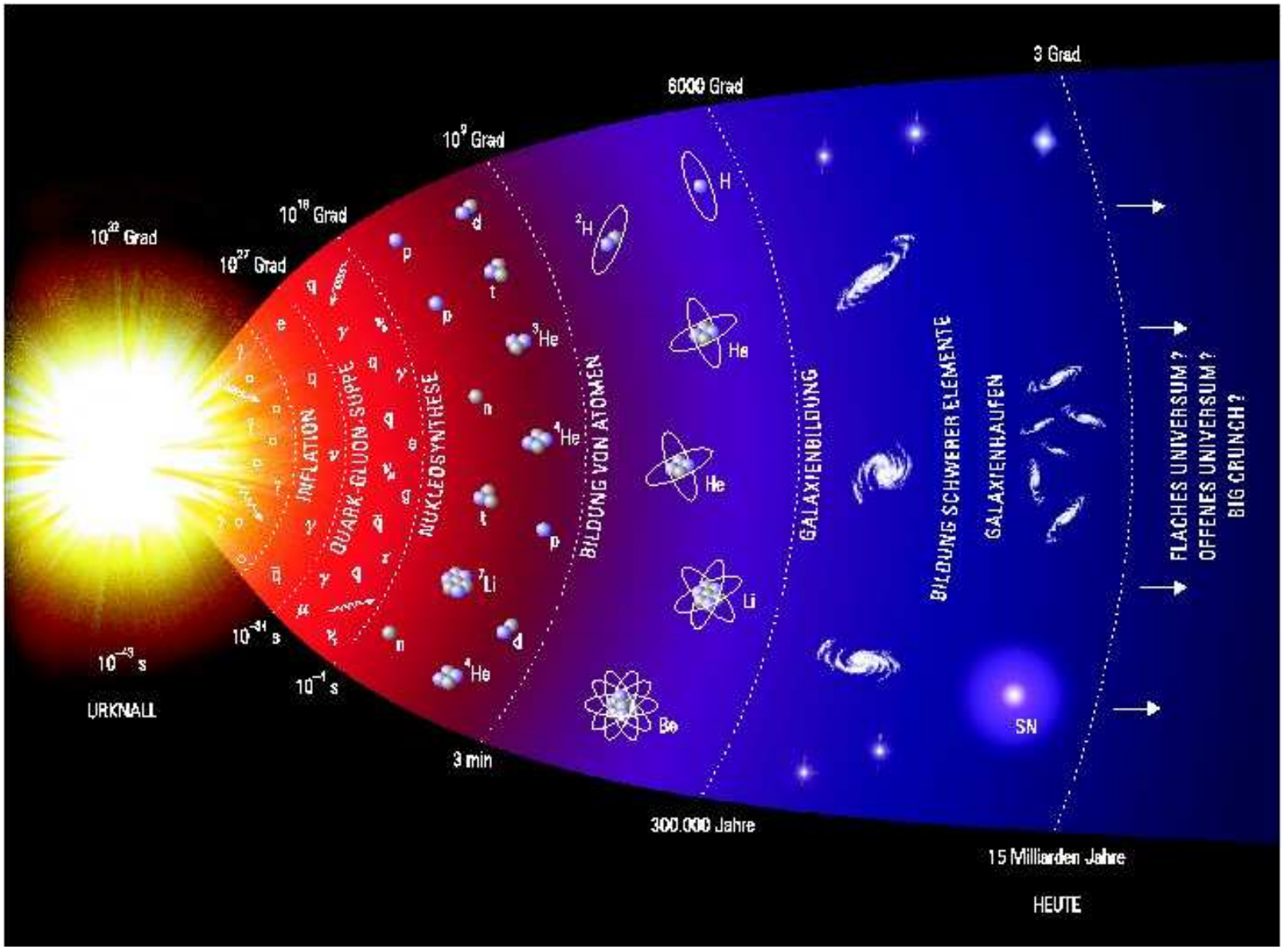
Buschbrand in Kalifornien 2009

Verschiedene Sichtweiten des Universums

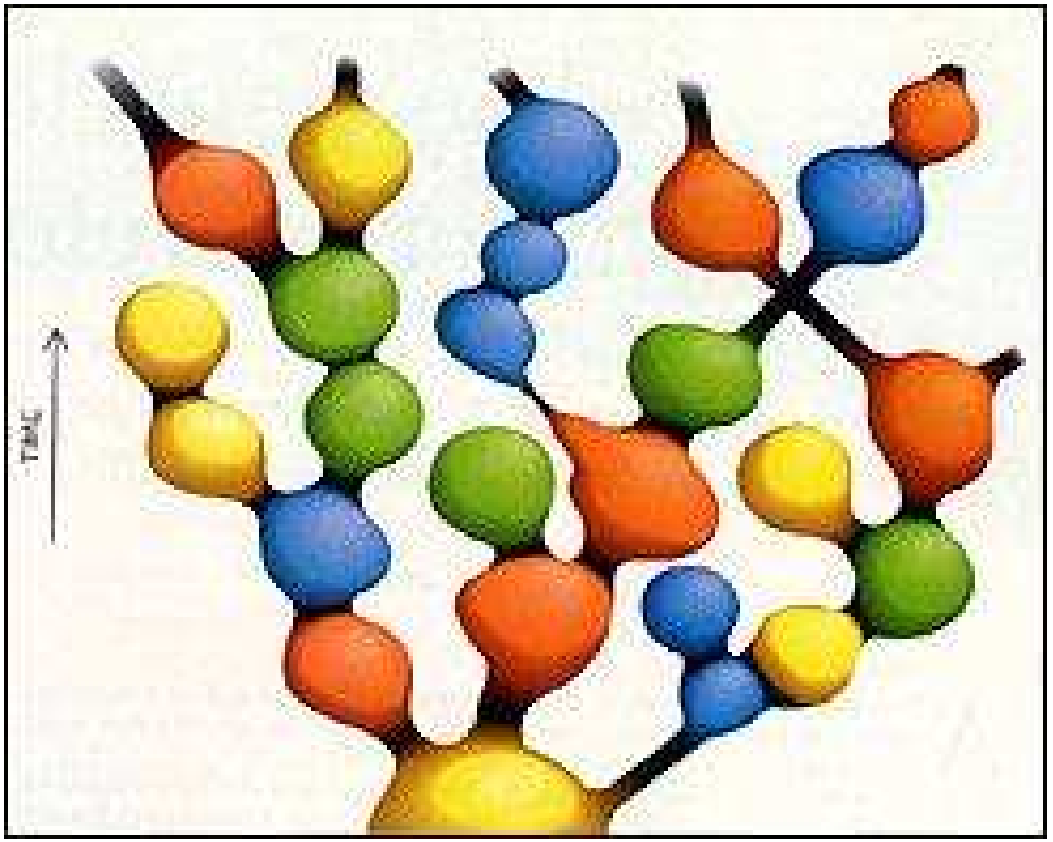
Anfang des Universums

Constantin Brancusi, “Anfang des Universums”, 1920; Dallas Museum of Art

Urknall


10^{32} Grad
10^{27} Grad
10^{18} Grad
10^{9} Grad
6000 Grad
3 Grad
10^{-43} s
URKNALL
10^{-34} s
INFLATION
10^{-1} s
QUARK-GLUON-SUPPE
NUKLEOSYNTHESE
3 min
BILDUNG VON ATOMEN
300.000 Jahre
GALAXIENBILDUNG
BILDUNG SCHWERER ELEMENTE
GALAXIENHAUFEN
15 Milliarden Jahre
HEUTE
FLACHES UNIVERSUM ?
OFFENES UNIVERSUM ?
BIG CRUNCH ?
SN

Baby Universen



Eine fraktale Inflation könnte neue Baby Universen erzeugen, die dann die Raum-Zeit dominieren würden.

http://www.dhushara.com/book/quantcos/quant1/quantsb2.htm

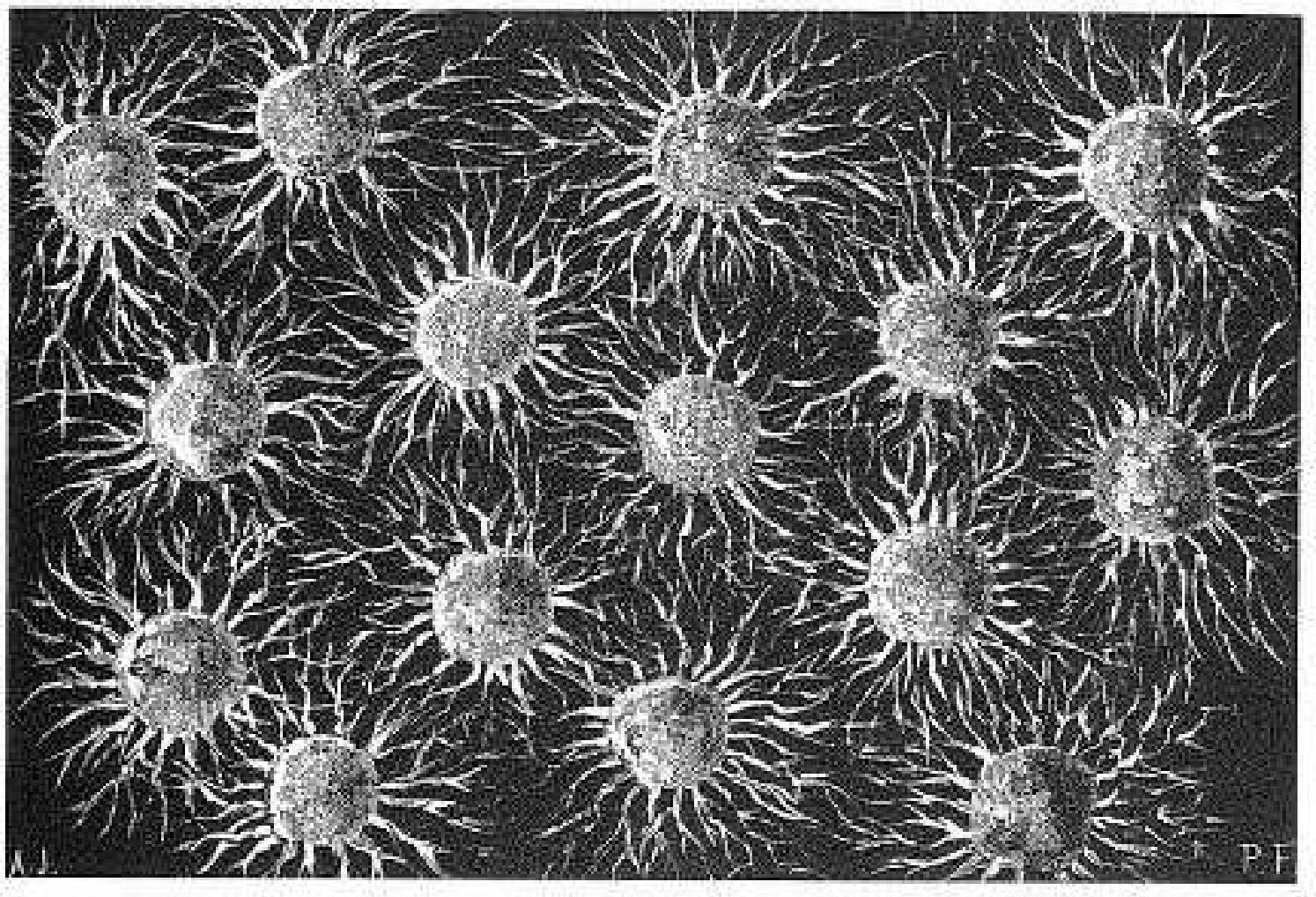
Henri Matisse

La Gerbe, 1924

Henri Matisse

Le Platane, 1951

Ur-Universum



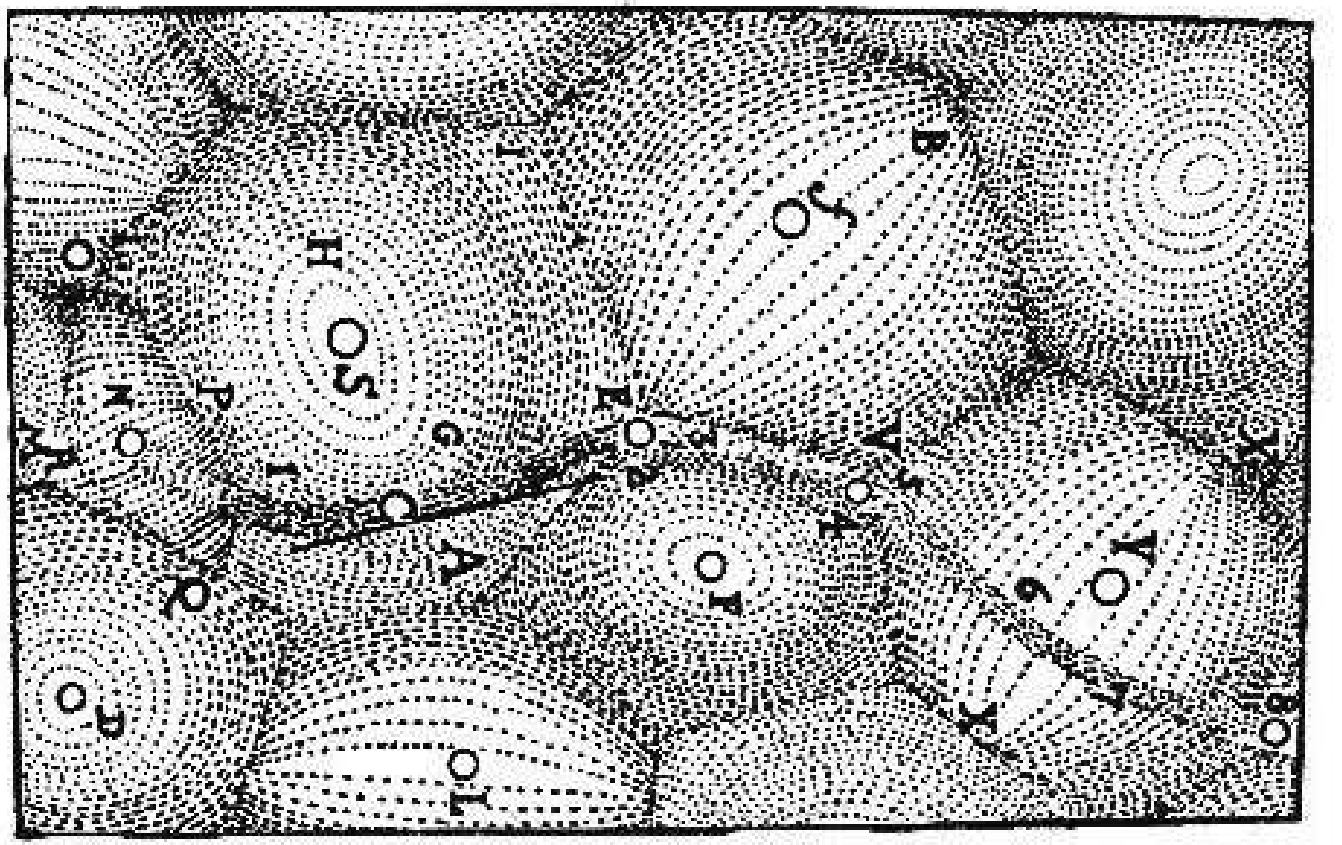
Camille Flammarion; Le Monde avant la Création de l'Homme, 1886

Weltende

Die Erde war tot. Die anderen Planeten waren einer nach dem anderen gestorben. Die Sonne war kalt.

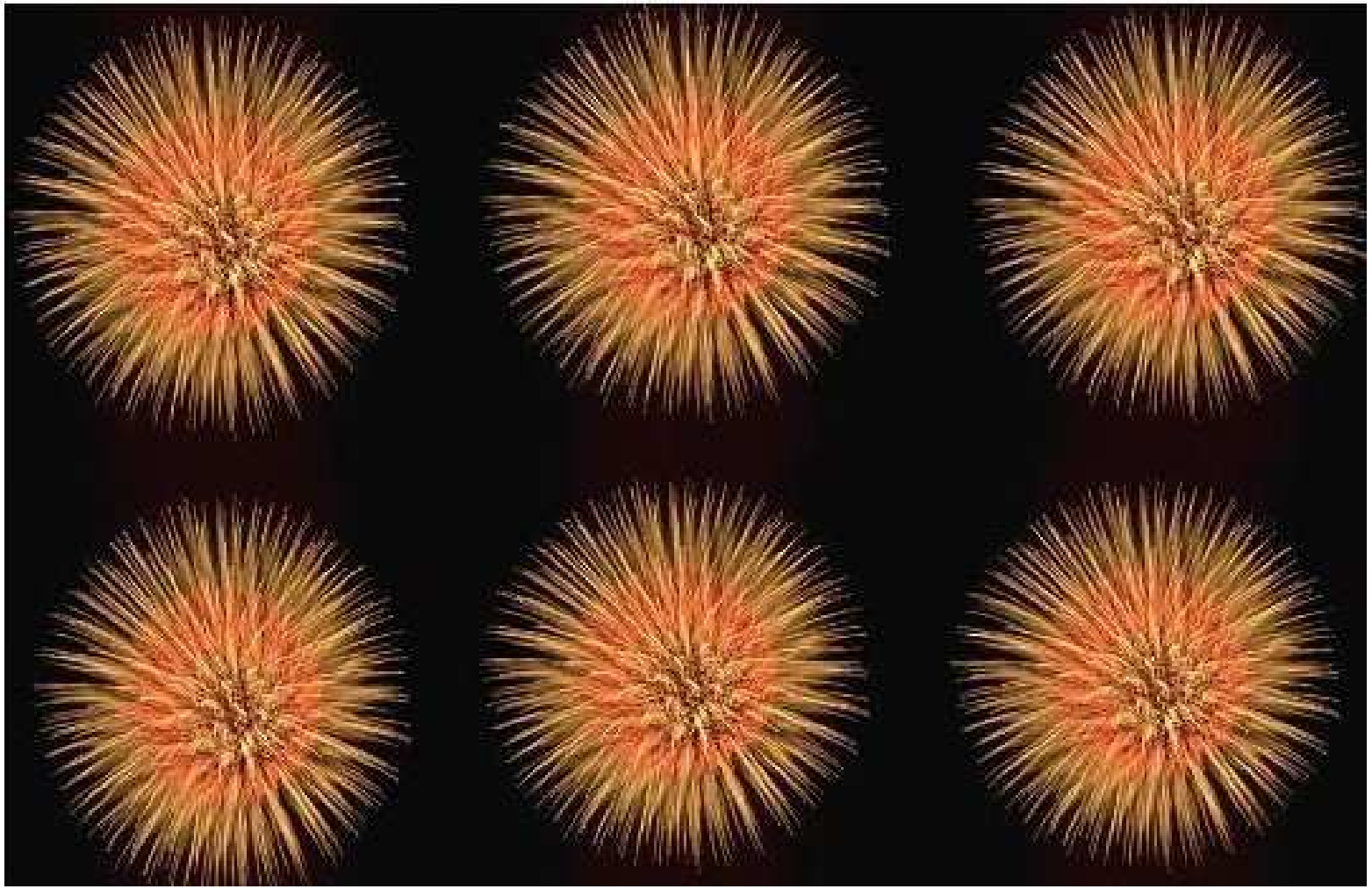
Camille Flammarion: Das Ende der Welt.

Descartes-Universum



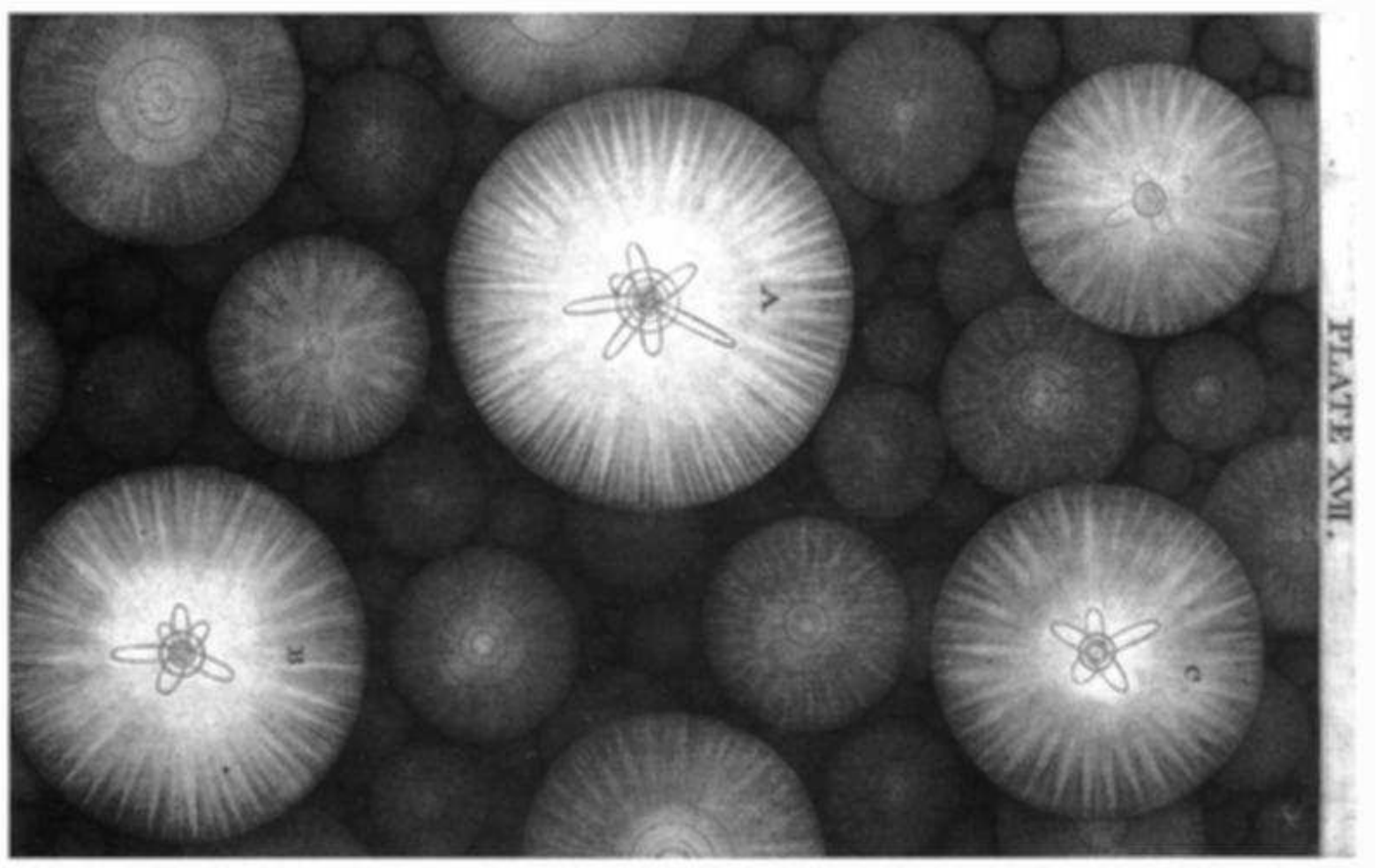
Descartes' Bild des Universums voller Massenstrudel. Im Mittelpunkt jedes Vortex ist ein Stern S,F,D,Y, ... Die geschwungene Linie ist die Bahn eines Komenten, der von Vortex zu Vortex wandert.

Feuerwerk



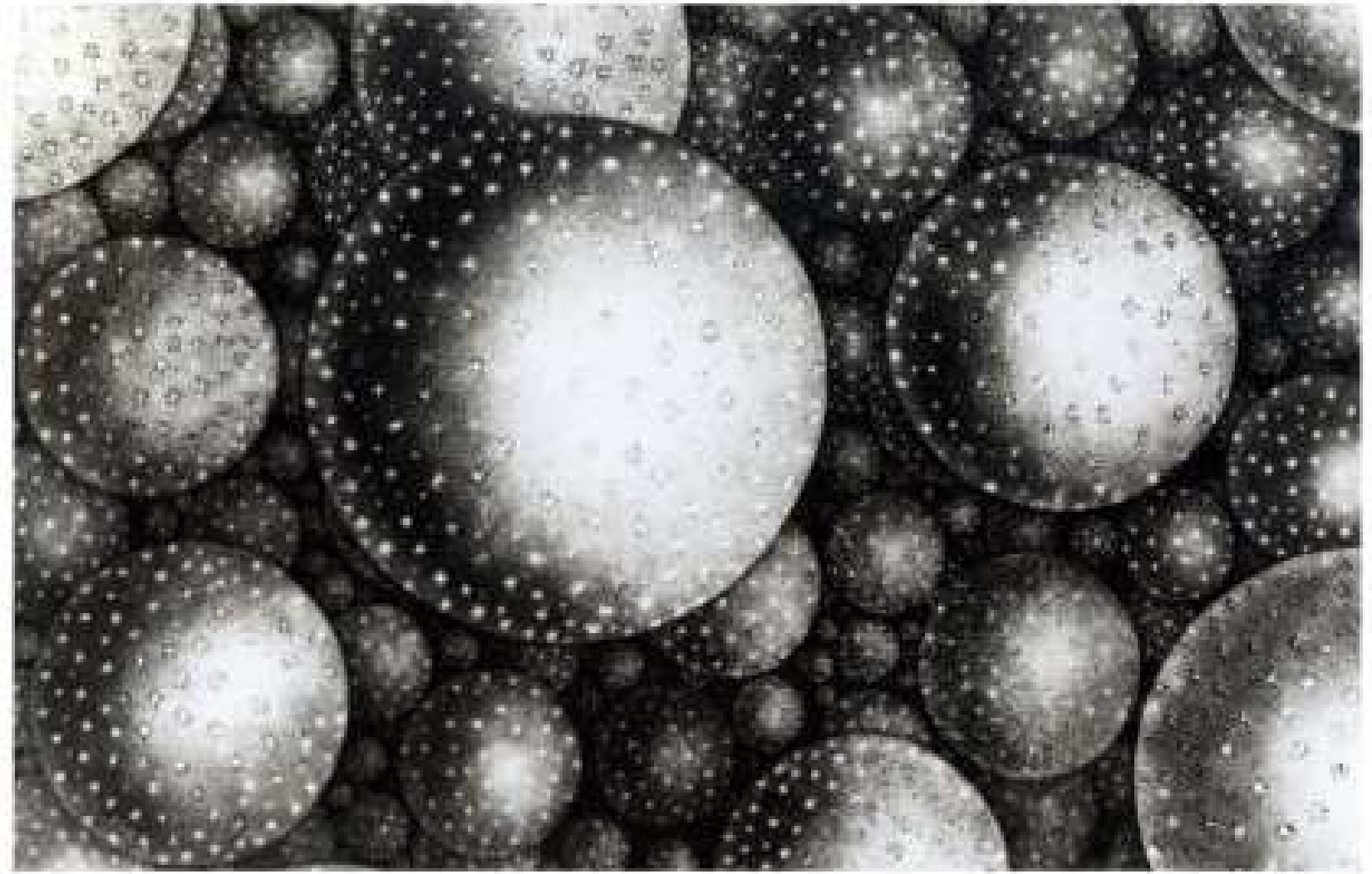
Feuerwerks Collage

Theorie des Universums



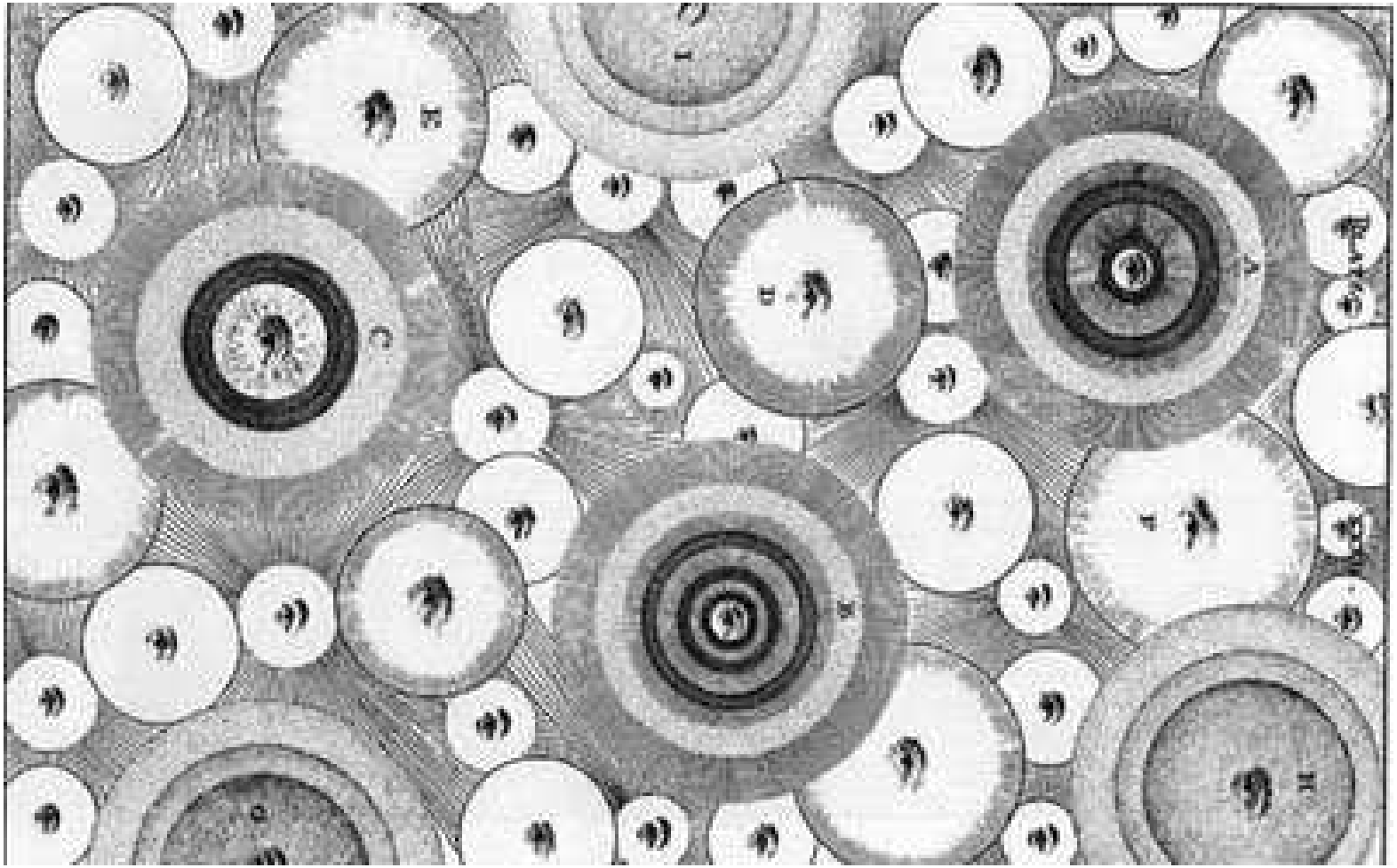
Thomas Wright 1750; Bild naher Sterne; A - Sonne; B - Sirius in Canis Major; C - Rigel im Orion

“Ein Bild der Unendlichkeit”



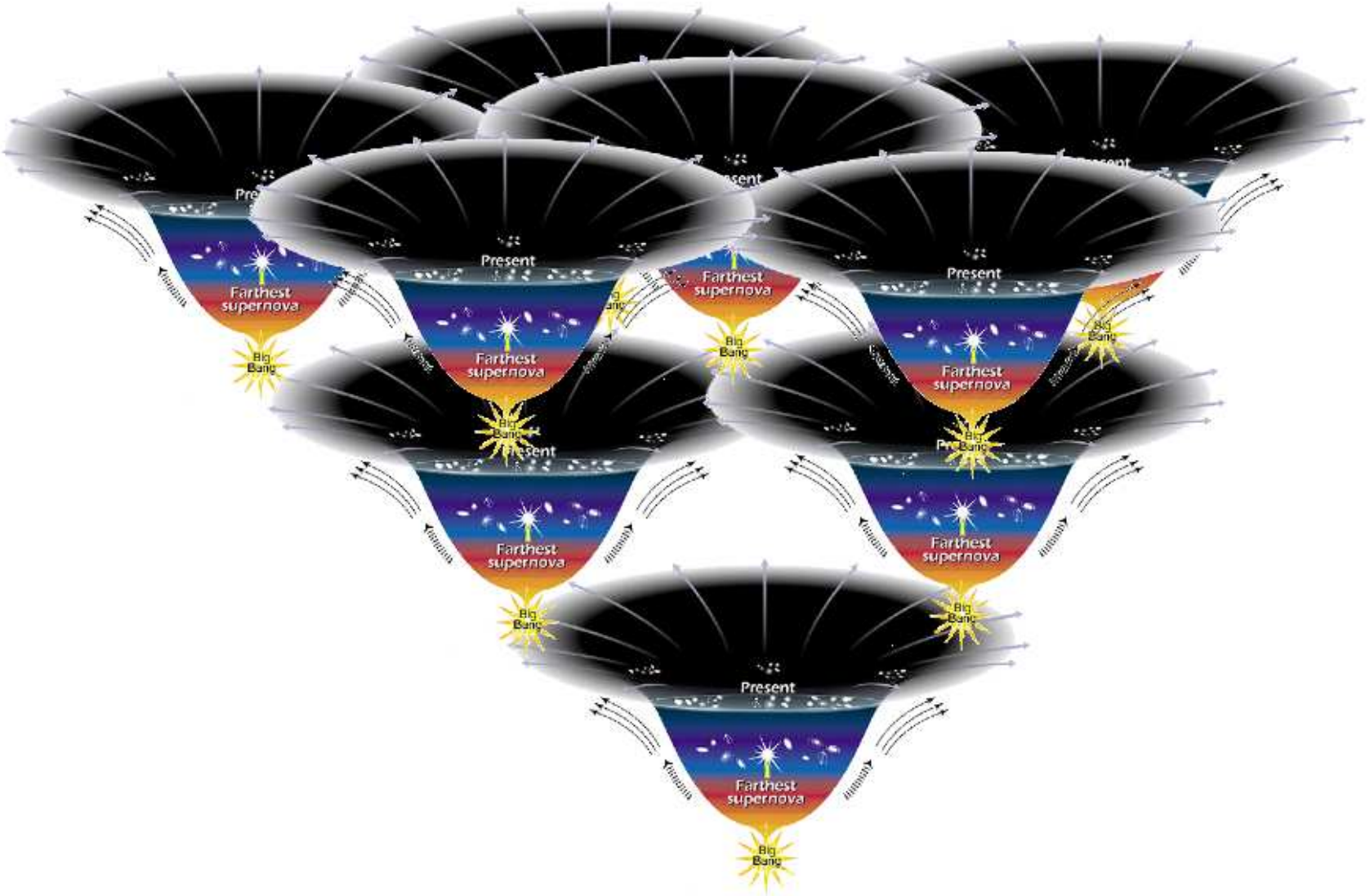
Thomas Wright 1750; Eine unendliche Zahl von Universen könnte existieren

“Ein Bild der Unendlichkeit”



Thomas Wright 1750; Die unendlichen Universen: ein Auge in jedem Universum symbolisiert die Ansicht des Autors, dass der Schöpfer all-sehend ist.

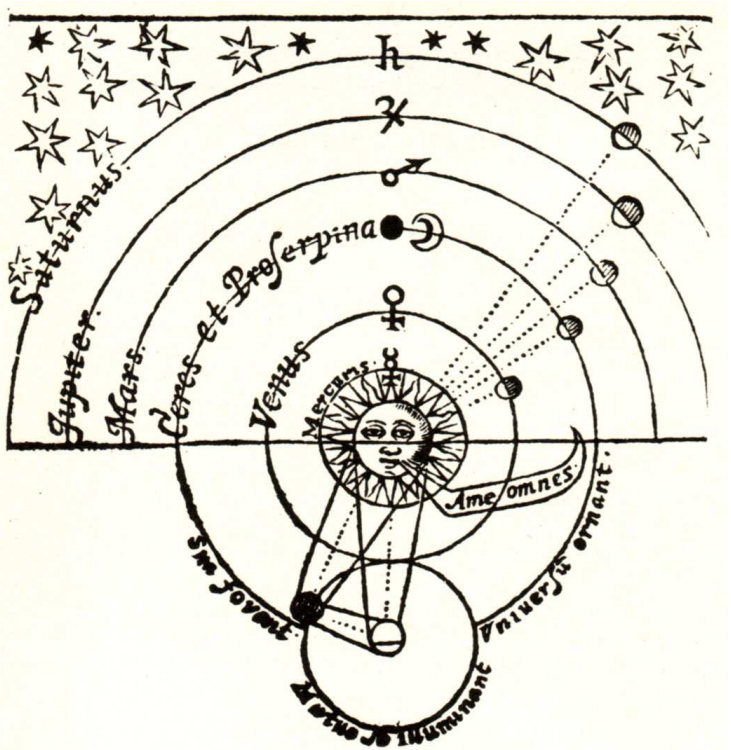
Multiversum



Babyuniversum

evas-welt2.jalbum.net/New%20Art/

Andere Welten?



John Wilkins, Oxford Scholar, 1638

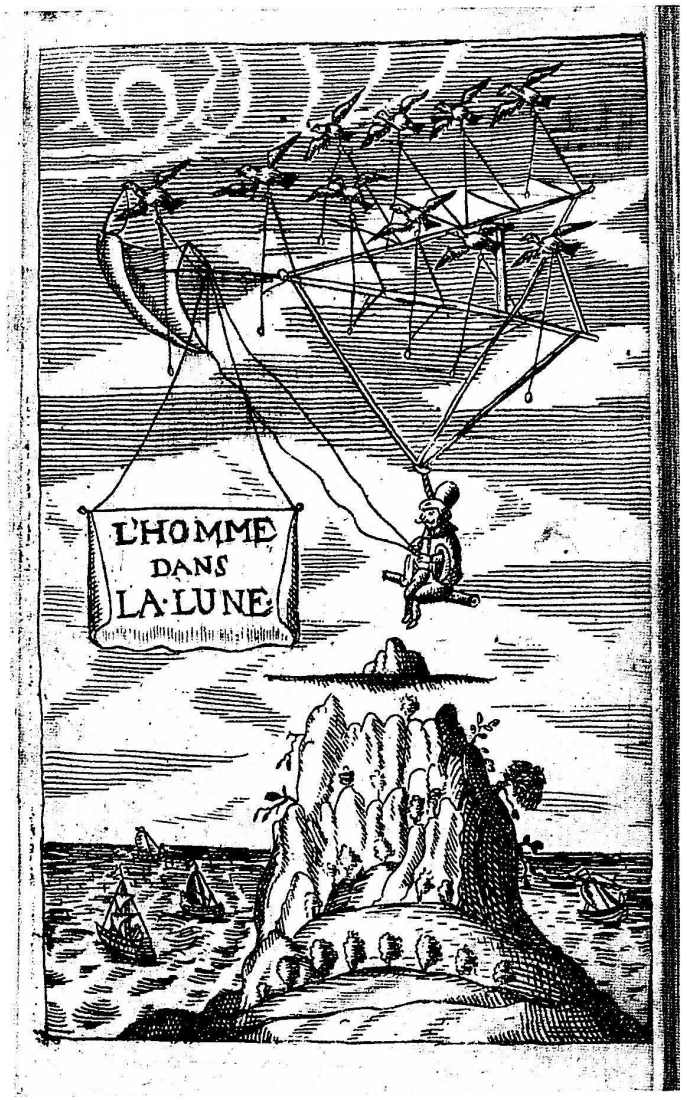
Extraterrestrisches Leben?

Sind wir allein?

Leben auf dem Mond

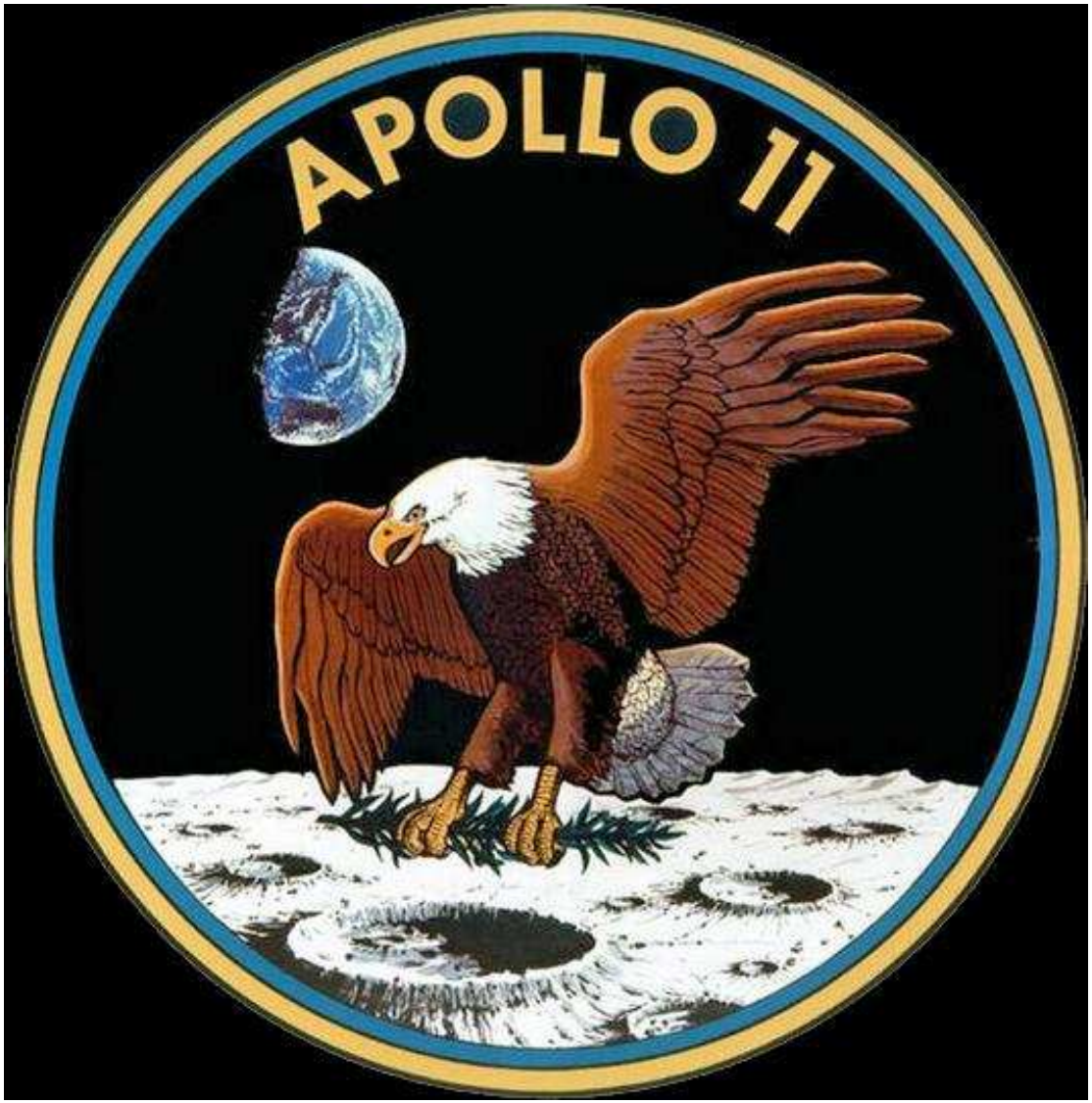
H.G. Wells; 1901

Landung auf dem Mond



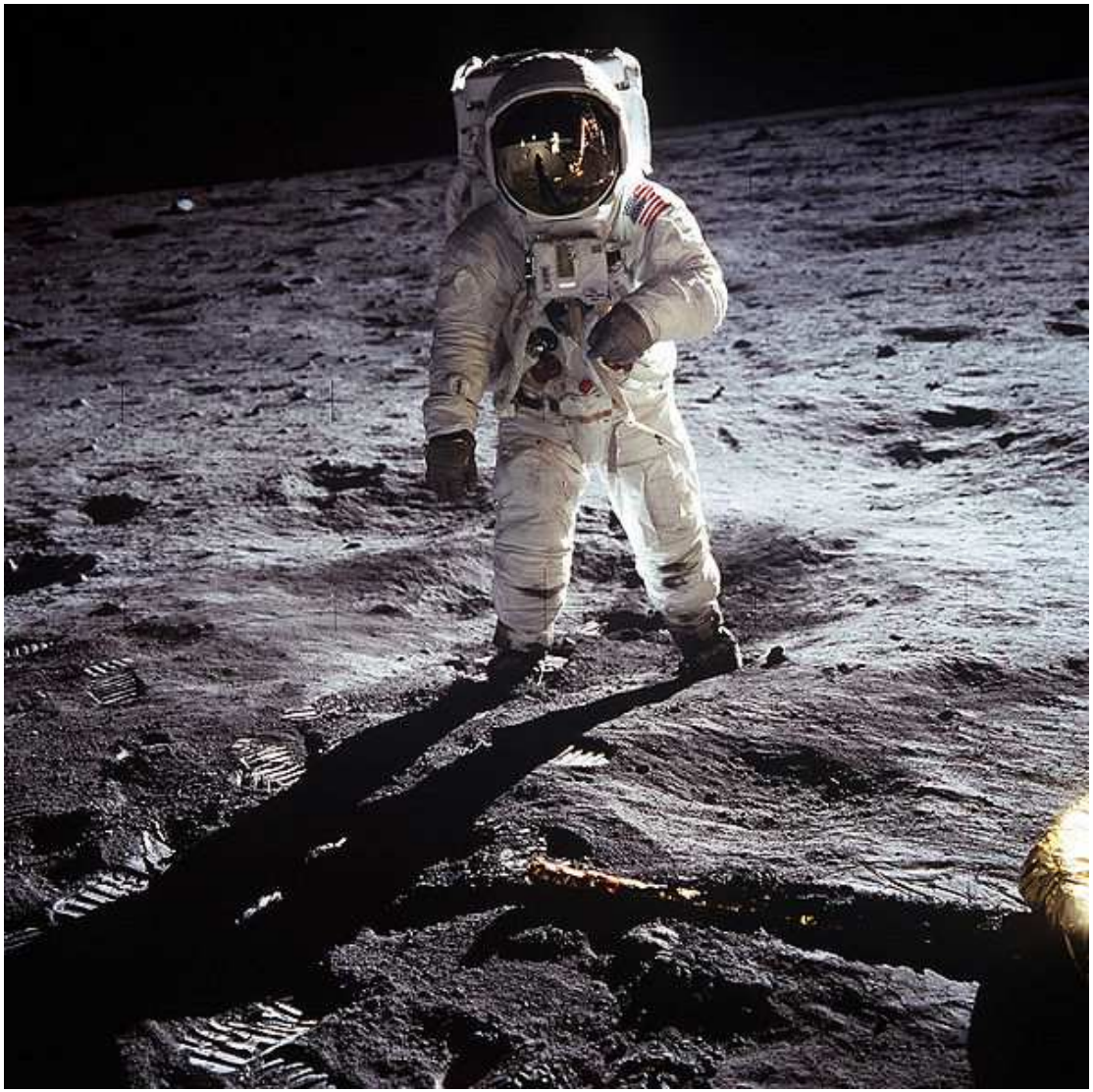
Francis Godwin, Le Homme dans la Lune; 1671

Landung auf dem Mond



Apollo 11 Logo; 1969

Landung auf dem Mond

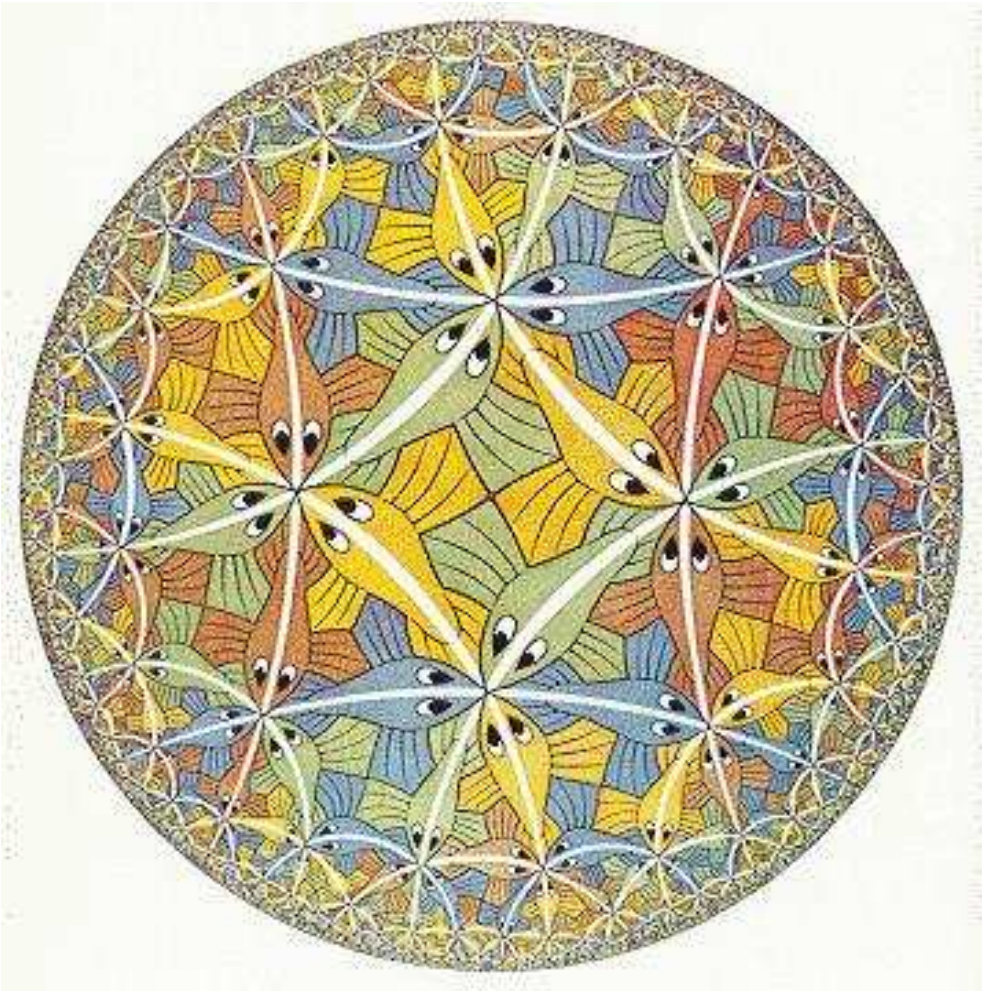


Buzz Aldrin, Apollo 11; 1969

Die ersten Sekunden

Der Anfang von allem

Escher's Raumzeit



Ausstellung im Osthaus Museum Hagen:

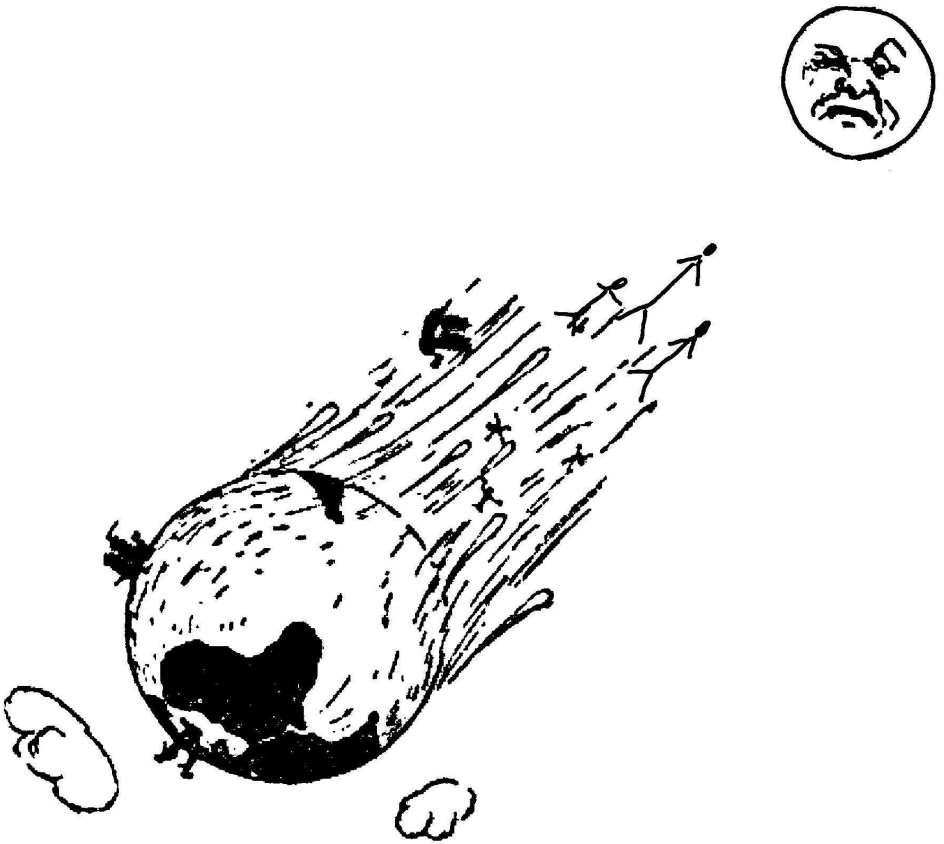
M.C. Escher: "Illusion und Wirklichkeit"; 10 - 17 Uhr

Escher's Raumzeit

Differentielle Gravitation

www.norbertoconti.com/works_other.html

Differentielle Gravitation



Heisenberg

Portrait of Werner Heisenberg

www.norbertoconti.com/works_other.html

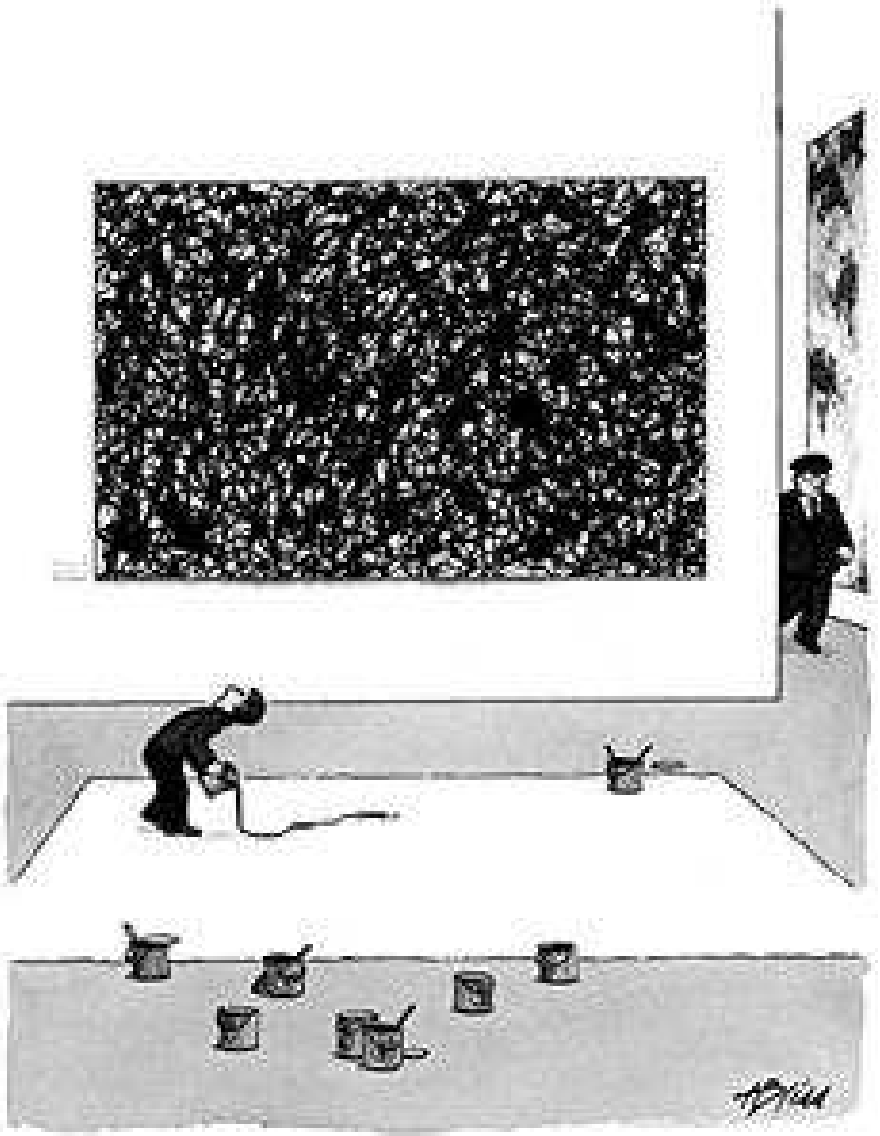
Planck-Zeit

Explodierenden Mini-Black Holes in der Planck-Zeit

Chaos

Jackson Pollock, Number 8, 1949, Museum of Modern Art NY

Pollock-Kopie



Chaos

Wittgenstein: Man sieht, was man sehen möchte.

Chaos

Advanced Land-Observing Satellite (ALOS)

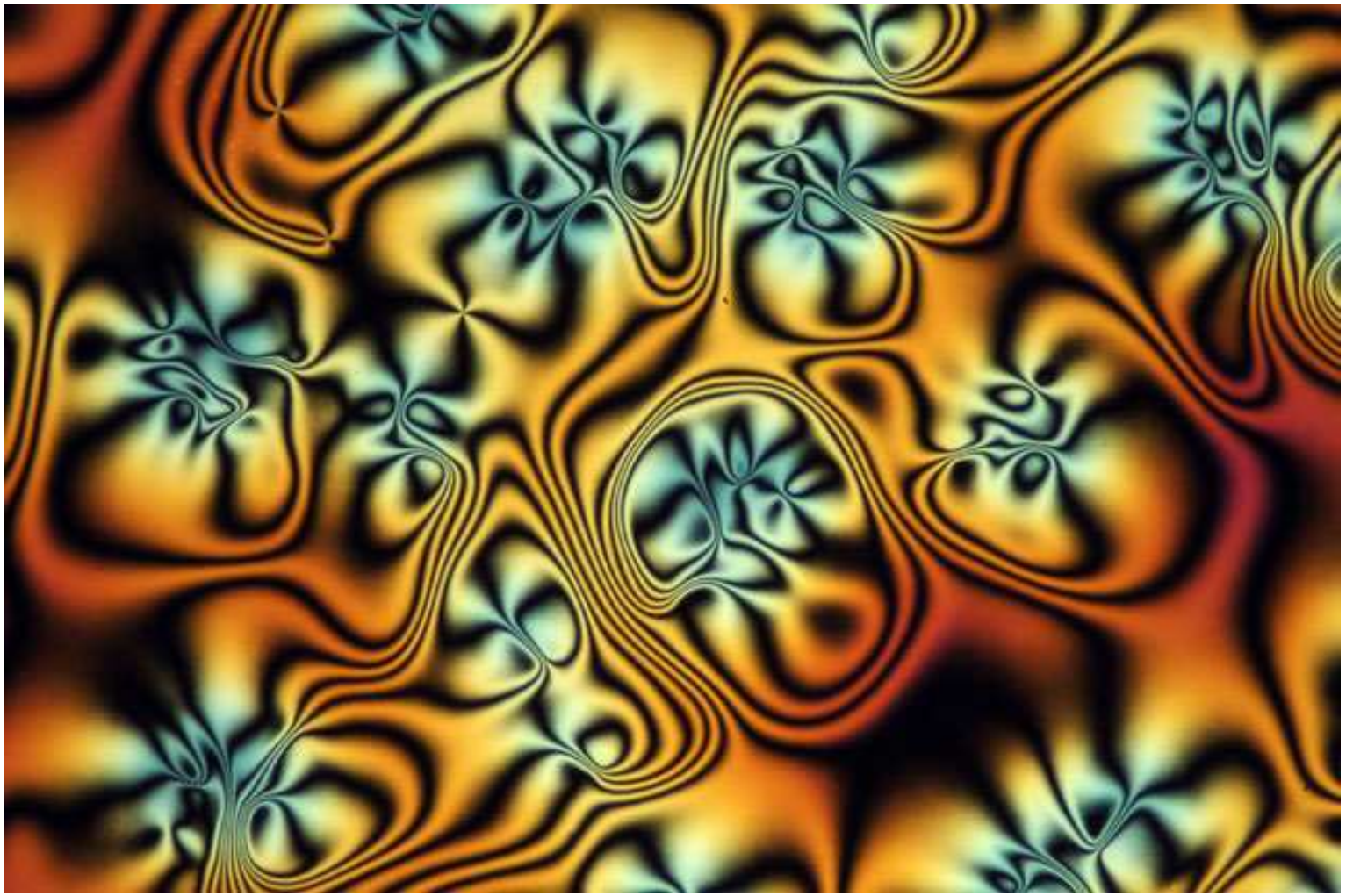
Chaos

Advanced Land-Observing Satellite (ALOS): Satellitenaufnahme des Tanezrouft Basins, eine der einsamsten Gegenden in der Sahara im südlichen Algerien, bekannt als Land des Terrors, weil es dort weder Wasser noch irgendeine Vegetation gibt.
In der Gegend gibt es Hügel aus dunklem Sandstein, sehr steile Canyons, weiße Salzflächen, Plateaus aus nacktem Gestein, mehrstöckige Sanddünen und vieles andere mehr, aber kein erkennbares Leben.

Wassily Kandinsky

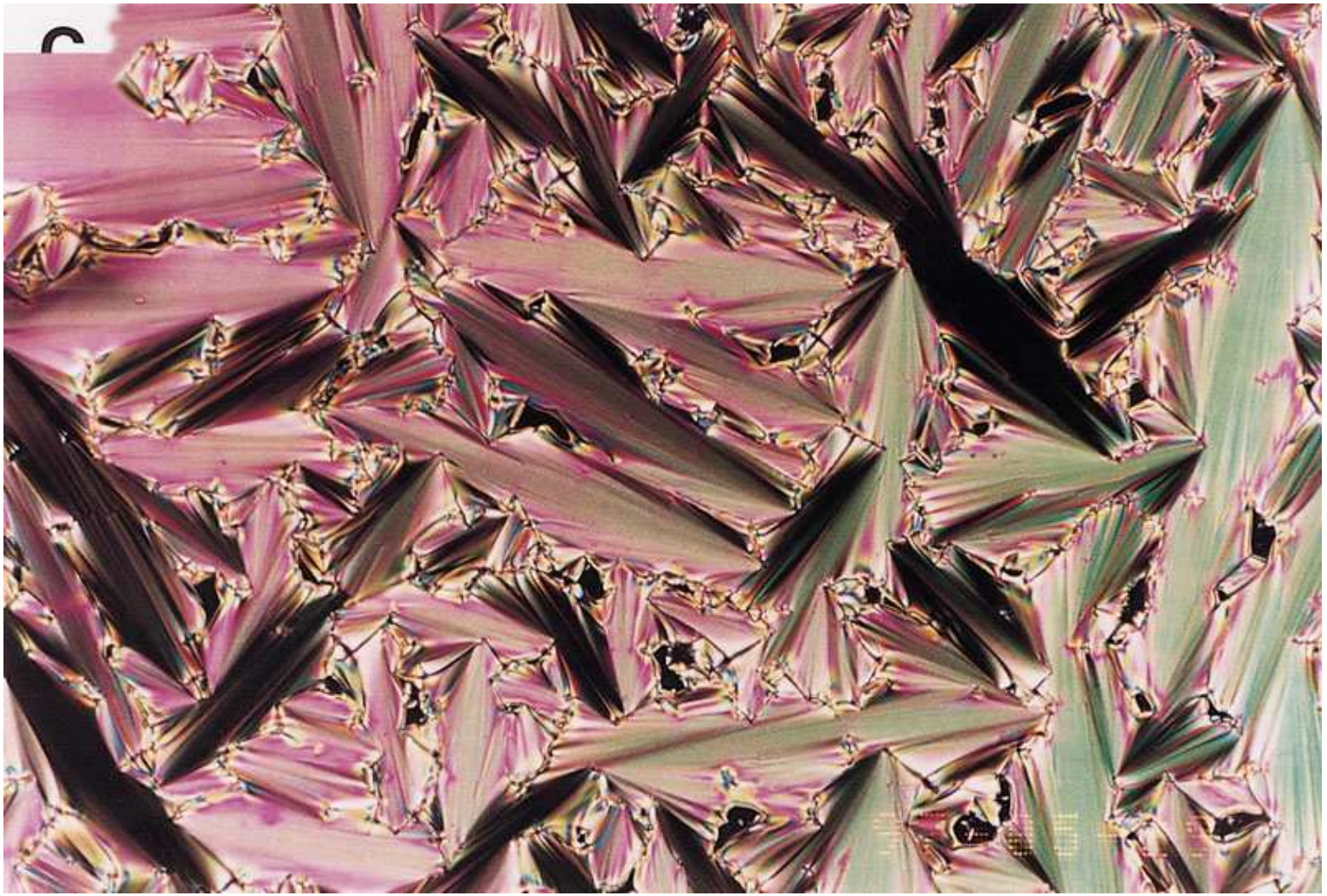
Übertragung einer Komposition von Kandinsky in ein 3D Bild durch Hubing Design 2005

Flüssigkristalle



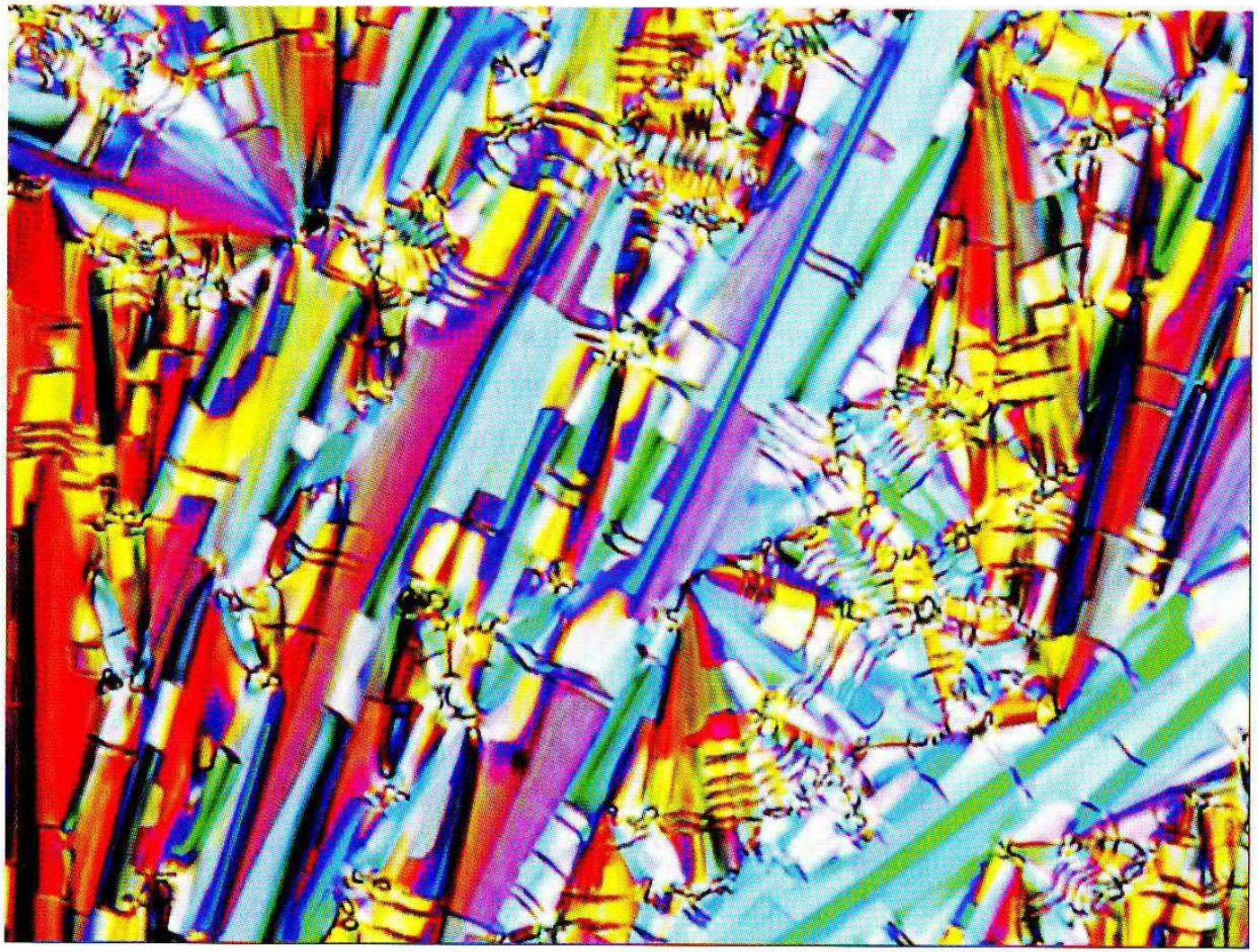
Flüssigkristall im polarisierten Licht

Flüssigkristalle



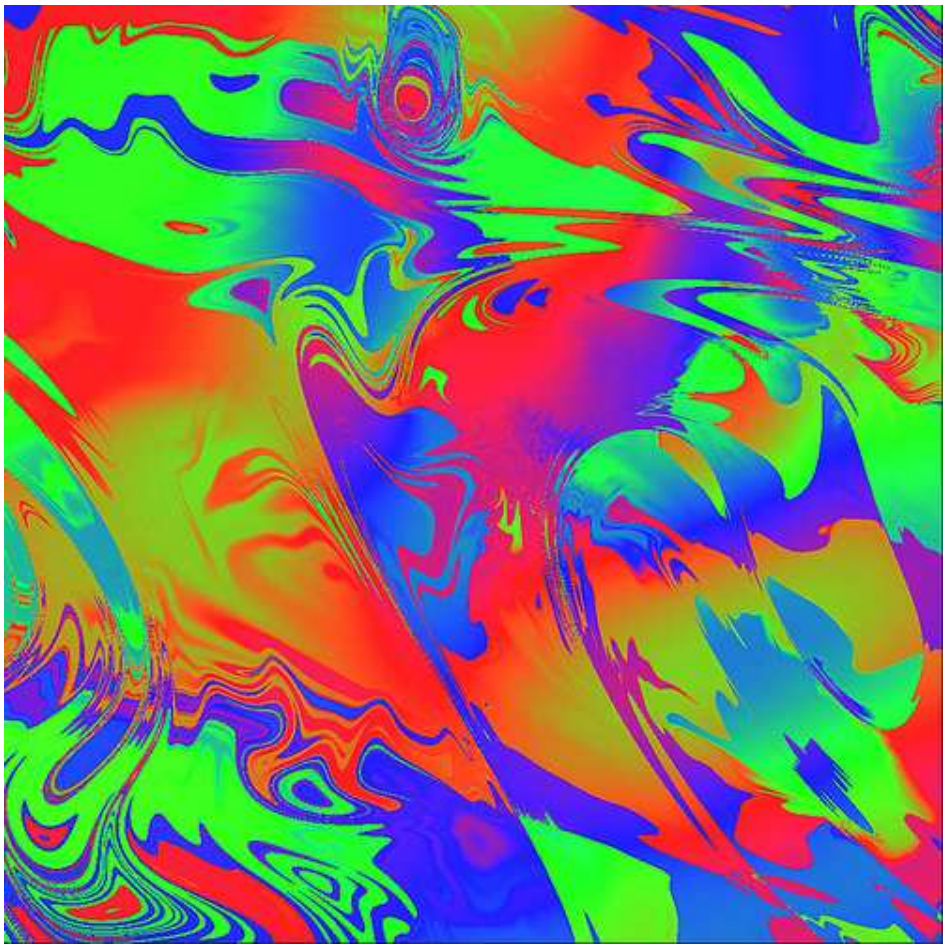
Flüssigkristall im polarisierten Licht

Flüssigkristalle



Flüssigkristall im polarisierten Licht

Kandinsky's Universum

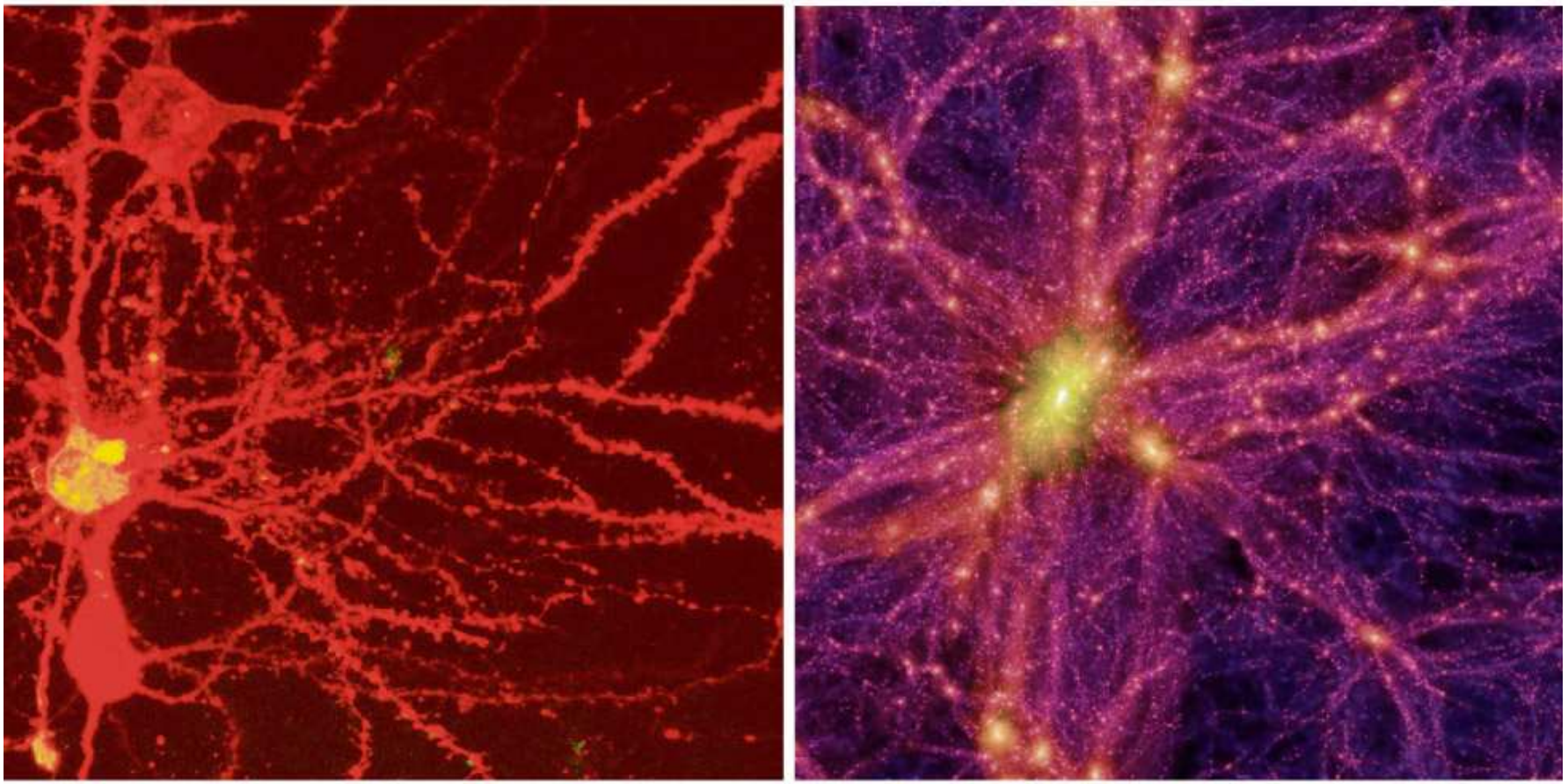


Computergeneriertes Universum, Andrei Linde, Paul Davies, Sir Martin Rees; "Multiverse or Universe" Stanford 2003

Analogien und Simulationen

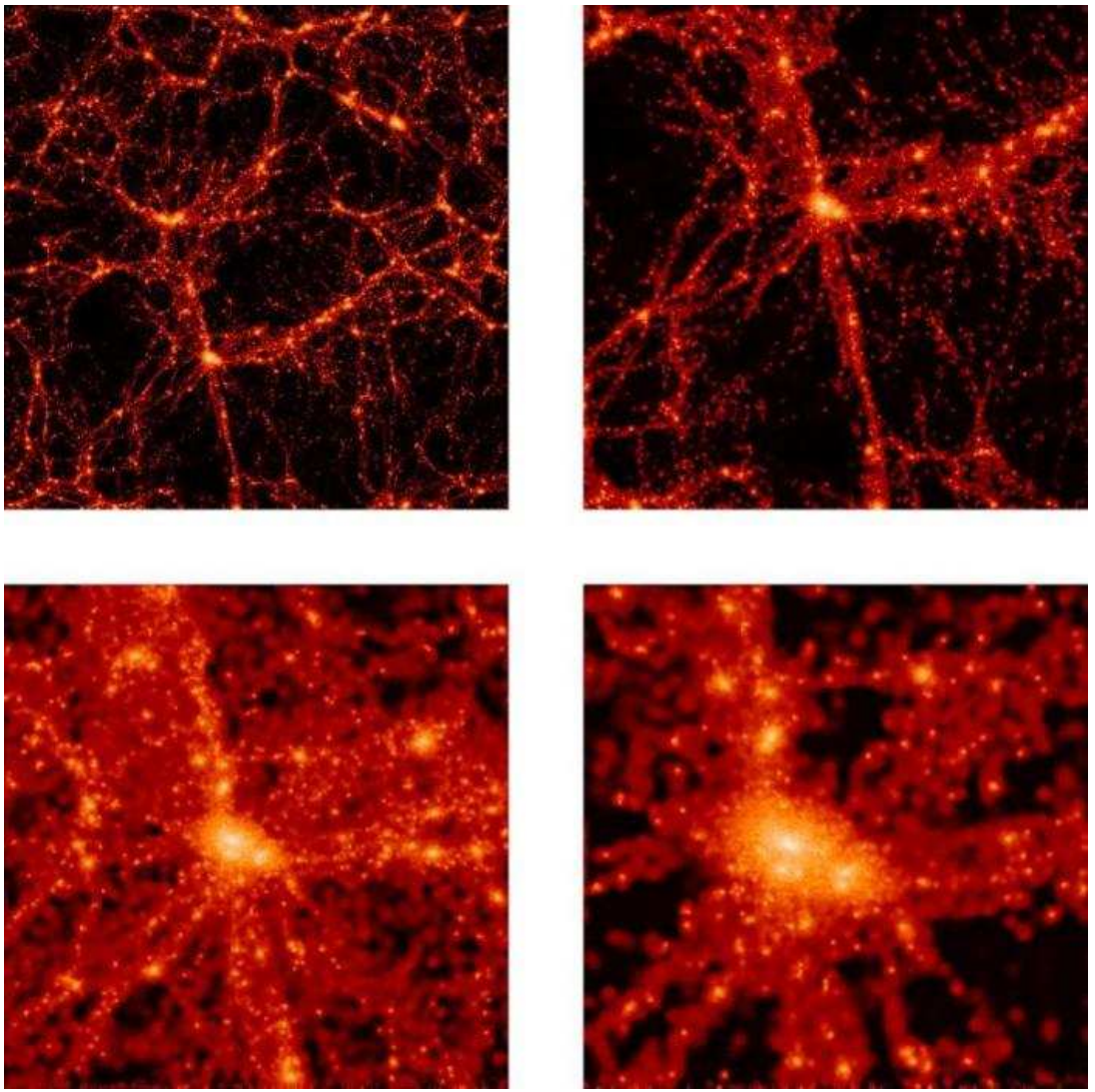
Parallelen aus anderen Gebieten

Neuronen und Kosmos



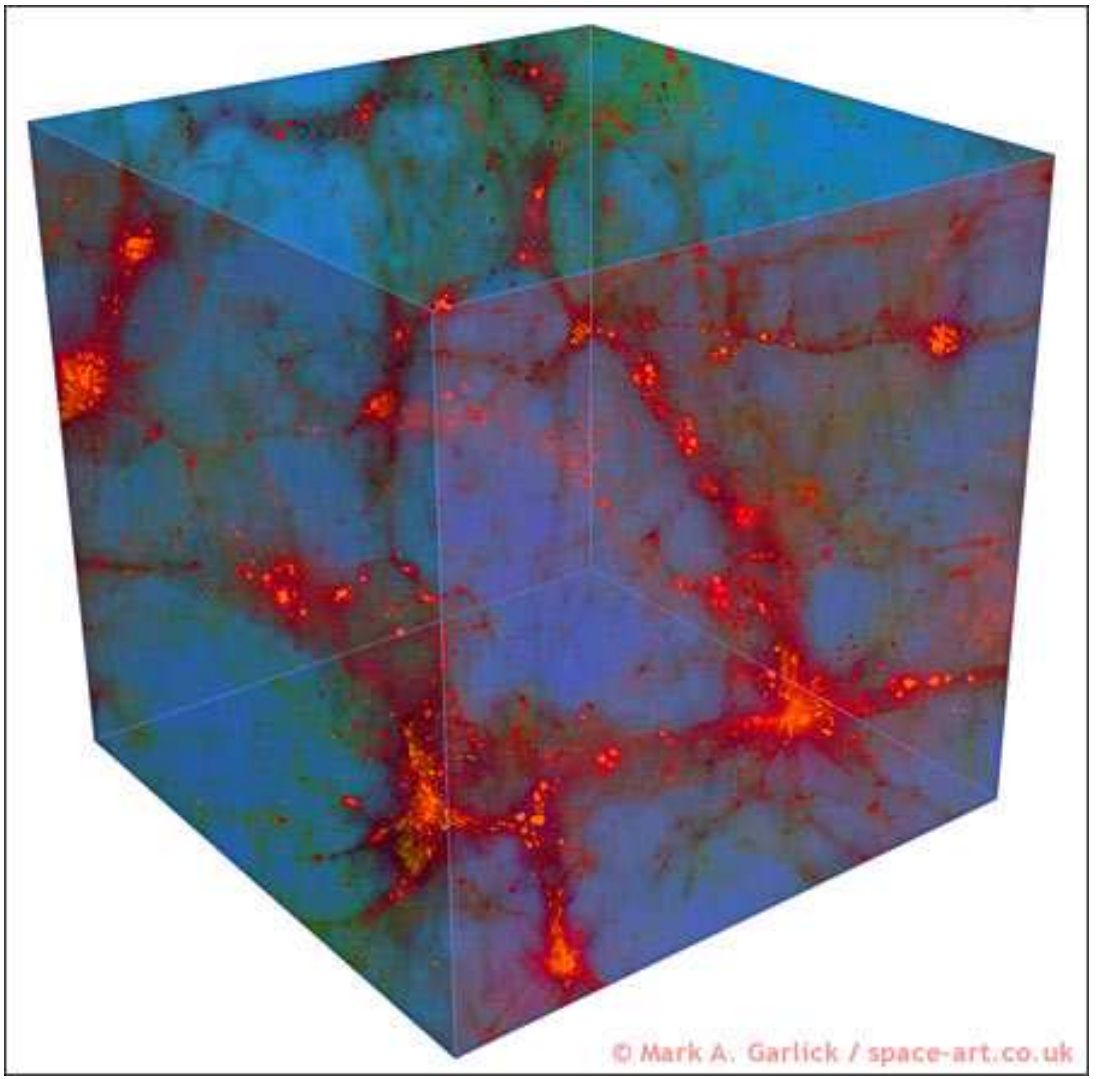
Links: Neuronen in einem Mäusegehirn, Skala 1 μm (Mark Miller)
Rechts: Computersimulation des Universums, Skala 1 Milliarde Lichtjahre (Virgo Consortion)

Simulationen



Simulation der großräumigen Struktur des Universums

Simulation

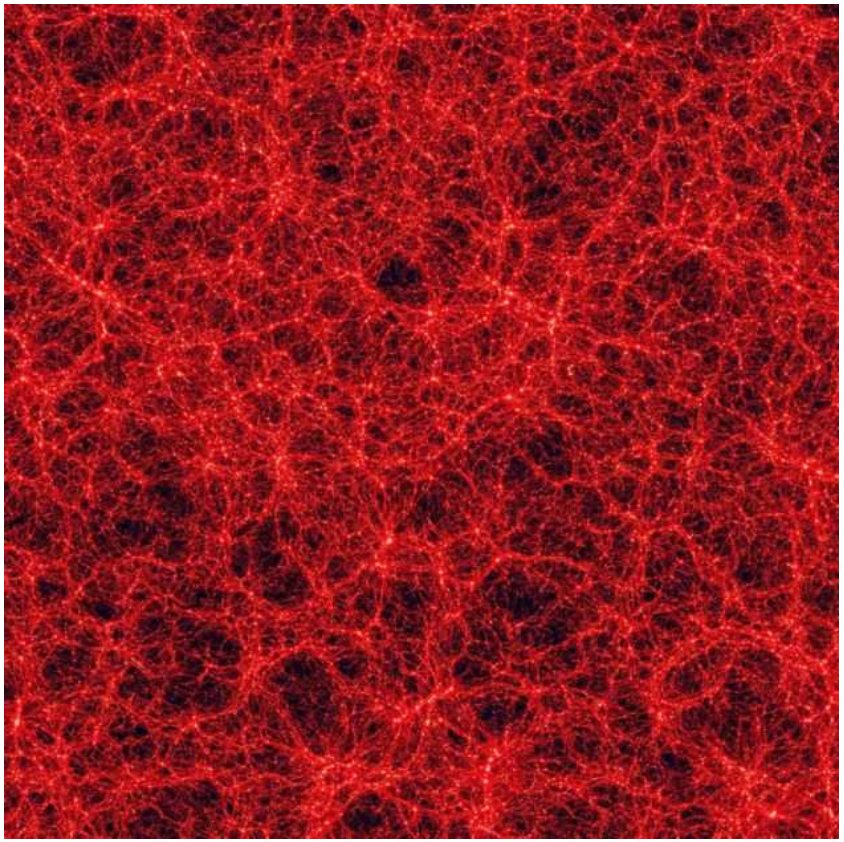


Simulation der großräumigen Struktur des Universums

Die Dunkle Seite

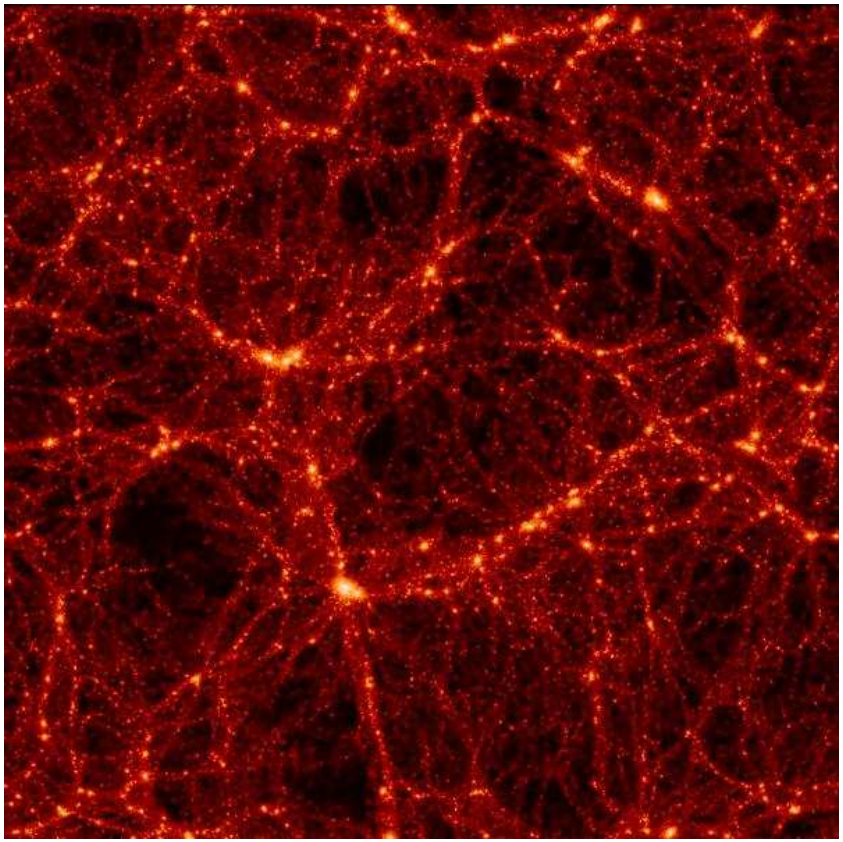
Das meiste kennen wir nicht.

Dunkle Materie/Energie



Querschnitt eines Teils des Universums mit Galaxien (helle Punkte) mit Filamenten von intergalaktischer Materie eingebettet in einen See Dunkler Materie zwischen den galaktischen Inseln (Computersimulation); (www.gamespot.com/pages/forums/show_msgs.php?topic_id=26701998&page=1)

Dunkle Materie



Die Dunkle Materie ballt sich um Halos zusammen, die durch ein ausgeprägtes filamentartiges Netzwerk verbunden sind (Computersimulation).
(www.mpa-garching.mpg.de/.../highlight0206_e.html)

"If it's not DARK ist doesn't MATTER."

Dunkle Enerie

"Da haben wohl die Elektrizitätswerke
Dunkle Energie in das Netz eingespeist?"

Jack, the Dripper

Jackson Pollock; Number One (Lavender Mist) 1950; National Gallery of Art, Washington, D.C.; (Farbe verfremdet)

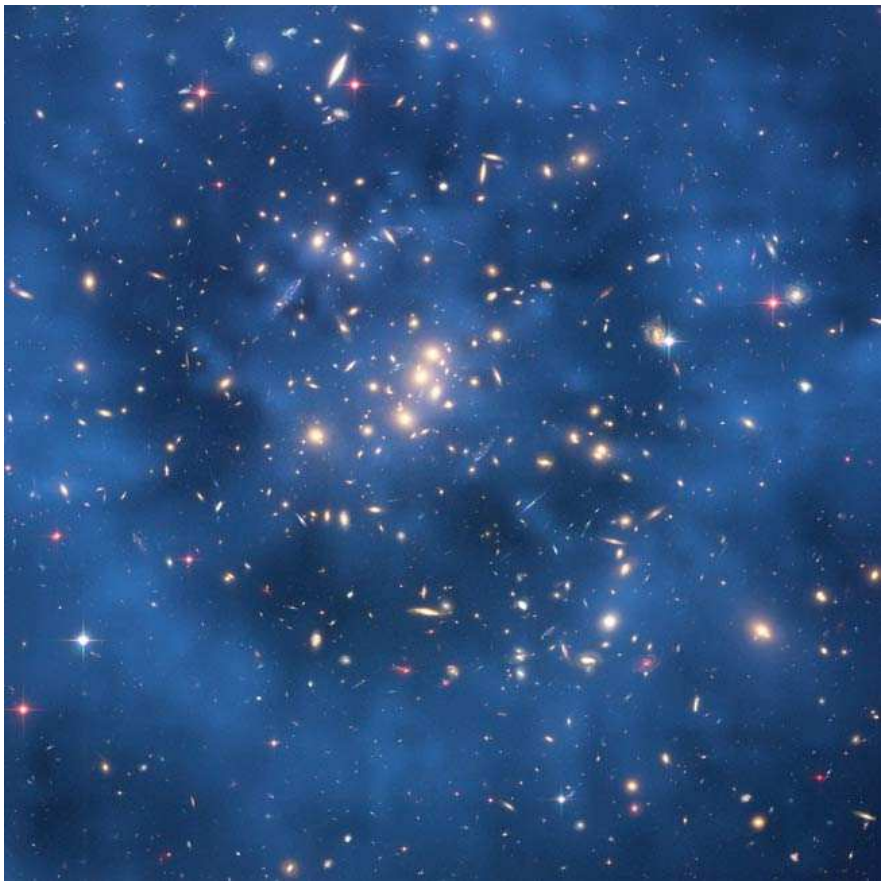
Jackson Pollock

Jackson Pollock betrachtet die Leinwand nicht allein als zu bemalende Fläche sondern als Fenster in ein grenzenloses Universum. Genau wie Piet Mondrian, der eine klare geometrische Konzeption des Kosmos hat, füllt Pollock die Struktur mit einer tumulthaften, dynamisch pulsierenden Textur, die dauerhafte, aber auch veränderliche Galaxien zeigt.
Pollocks Kosmologie ist aber nicht weniger geordnet als die von Mondrian. Sie bezieht sich mehr auf das physikalisch bestimmte Universum, während Mondrian mehr die geometrisch klare euklidische Struktur erfaßt (siehe auch Peter Frank: Elective Cosmologies).

Jackson Pollock

Ein Kritiker meinte einmal zu Pollocks Bildern: “Sie haben keinen Anfang und kein Ende.” Das war nicht als Kompliment gemeint. Pollock hat es aber als solches aufgefaßt, denn auch das Universum hat keinen Anfang und kein Ende, jedenfalls nach dem ganz modernen Standpunkt der Schleifen-Quantengravitation. Als die Bilder von Pollock entstanden, war das Urknall-Modell noch in Konkurrenz zur ’Steady-State Theorie’ von Fred Hoyle und Herman Bondi. Erst 1965 etablierte sich das Big-Bang Modell nach der Beobachtung des ’Echos vom Urknall’ durch Penzias und Wilson.

Dunkle Materie

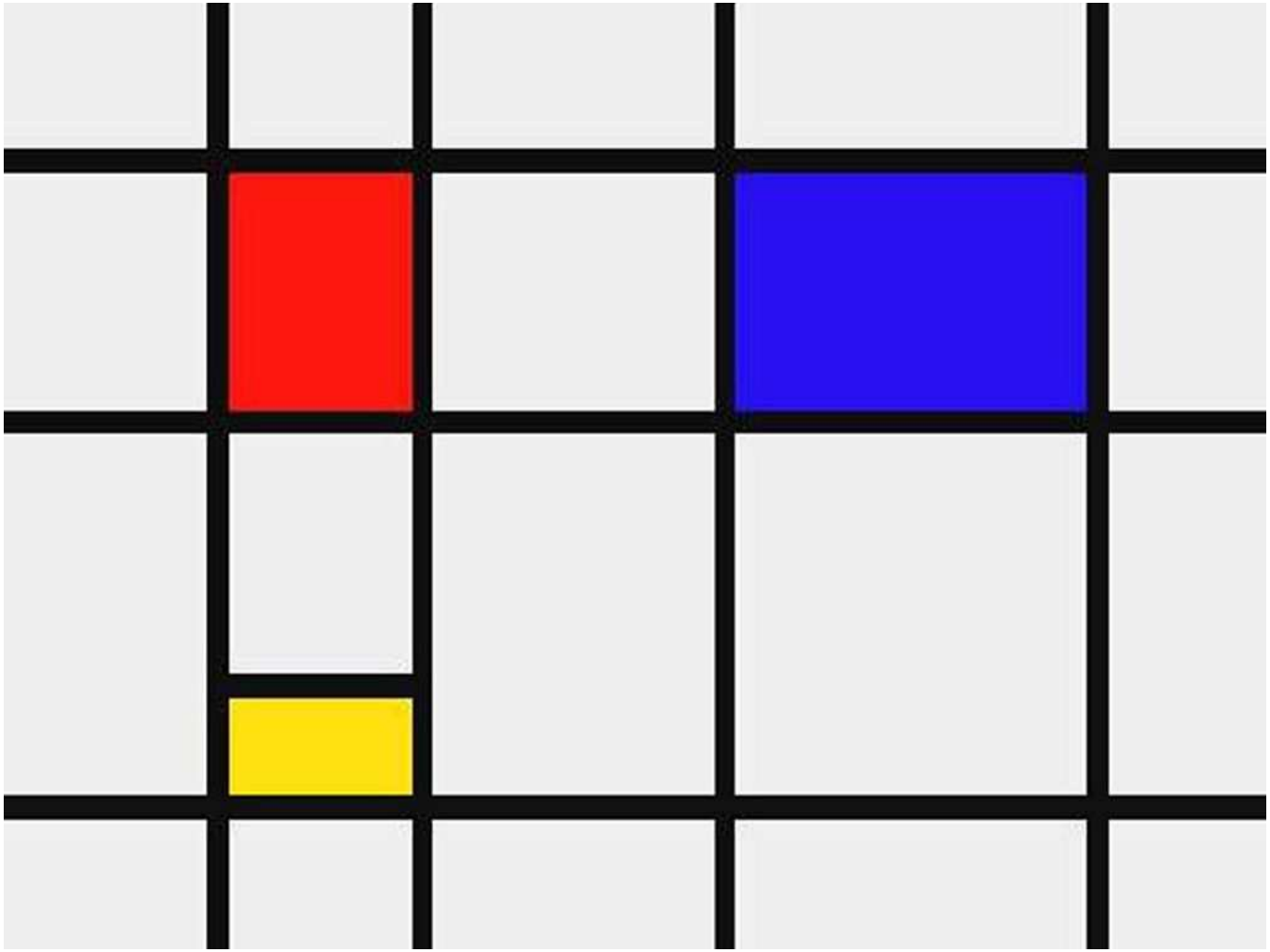


Ein geheimnisvoller Ring Dunkler Materie im Galaxiencluster ZwCl0024+1652. Dieser Ring stellt zur Zeit die beste Evidenz für die Existenz von Dunkler Materie dar. Der Ring aus Dunkler Materie könnte durch eine Kollision zwischen zwei gigantischen galaktischen Clustern entstanden sein.

Galaxienentstehung

Illustration der Entstehung einer Galaxie vor 11 Billionen Jahren. Das ursprüglich violette Licht der Galaxienbildung wurde durch die Expansion des Universums stark ins Optische rotverschoben (NASA / ESA)

Cosmos



Piet Mondrian, Komposition in Rot, Blau und Gelb, 1920-26, Tate Gallery, London

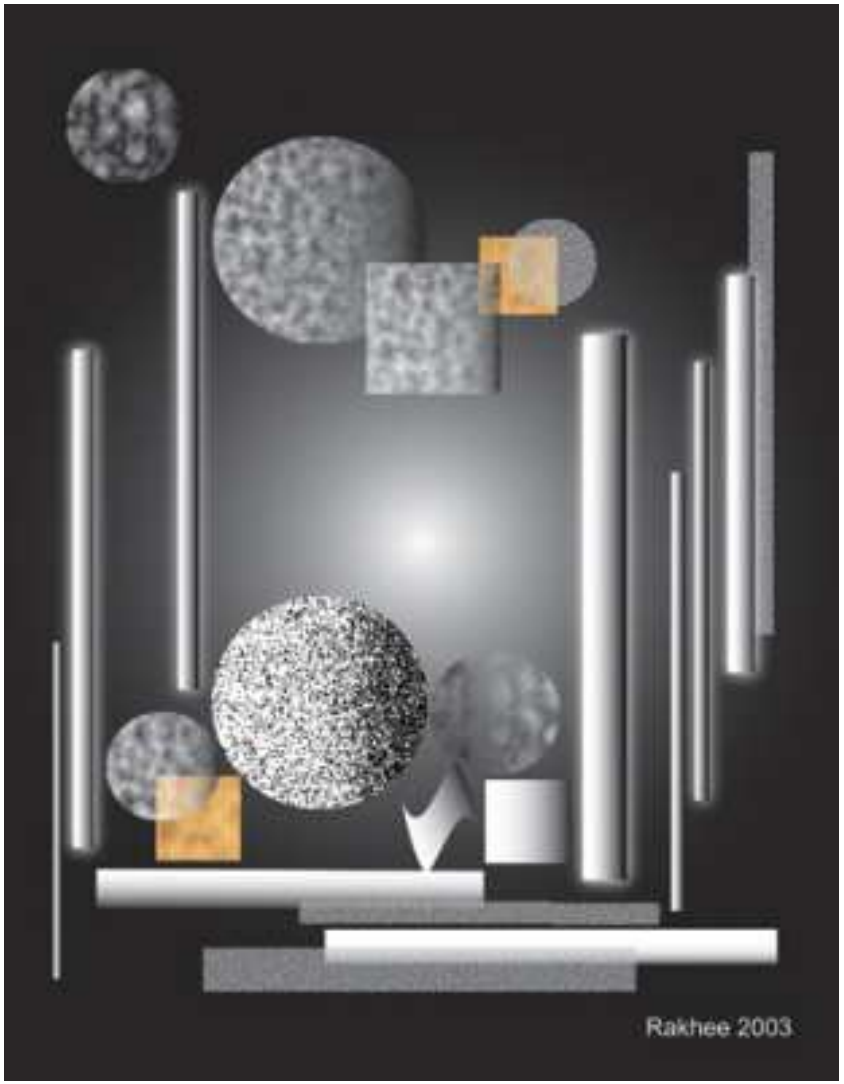
Piet Mondrian

Mondrian: Kosmische Einheit in mathematischer Form.

Um das Universum zu symbolisieren, müssen die grundlegenden geometrischen Elemente der Malerei und die Grundfarben verwendet werden.

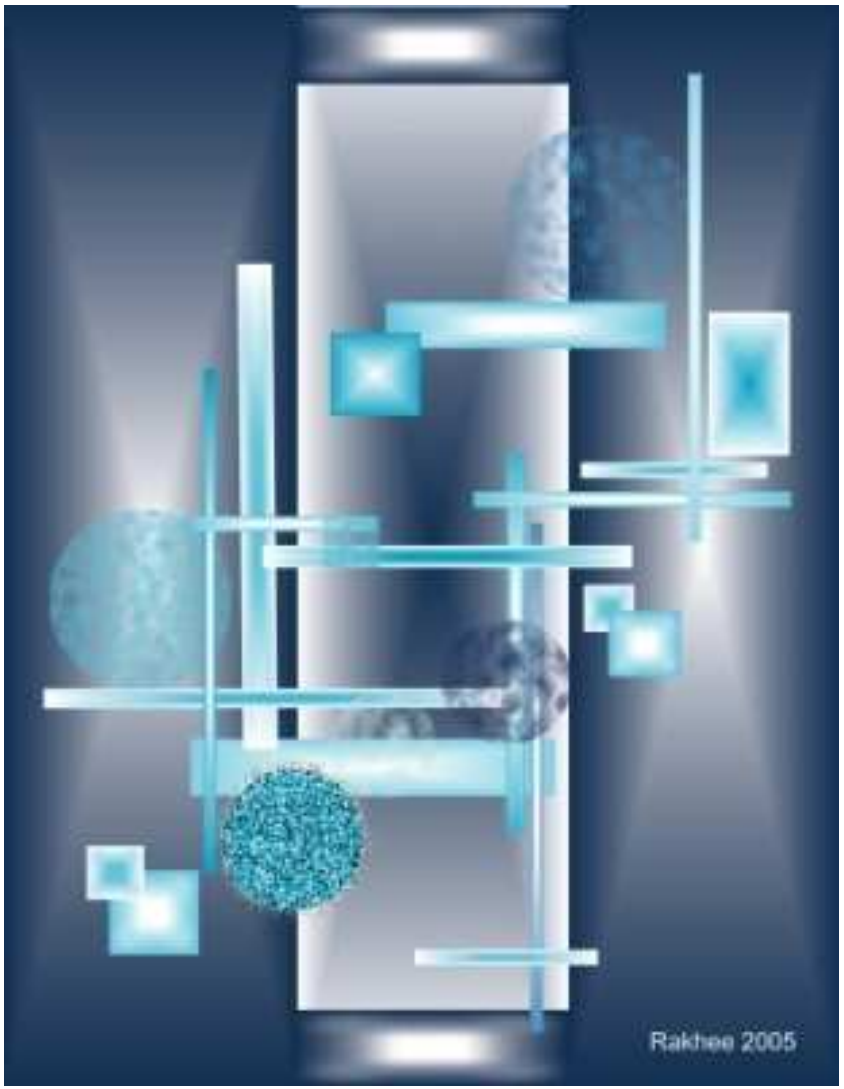
“Die neue Art der Malerei soll nicht das Charakteristische des Besonderen in natürlicher Form und Farbe darstellen, sondern muss durch abstrakte Form und Farben, d.h. durch gerade Linien und reine Farben verwirklicht werden.”

Geometrischer Kosmos



‘Cosmos’; Rakhee; Bombay; www.easyart.de/leinwanddrucke/Rakhee/

Geometrischer Kosmos



‘Aqua 2’; Rakhee; Bombay; www.easyart.de/leinwanddrucke/Rakhee/

Fraktaler Kosmos

FRACTAL COSMOS; Alice Kelley; 2010

Yves Klein

Blaues Schwammrelief, 1961, Staatsgalerie Stuttgart

Blaue Felsen

Dancing with Rocks - Murphy Elliott; Fine Art America 2009

Yves Klein

In den Naturschwämmen entdeckt Klein den adäquaten Ausdruck für den sein gesamtes Schaffen durchziehenden Aspekt des Kosmischen (Befreiung von der Materie). Gleichsam eine planetarische Oberfläche, immaterialisiert durch die Farbe Blau, wandelt sich das Relief “in das sichtbar werdende Unsichtbare”.

Seine Idee war, ein Bestandteil des Kosmos zu sein.

Johannes Kepler

Ioannis Keppleri

HARMONICES MVNDI

LIBRI V. QVORVM

Primus GEOMETRICVS, De Figurarum Regularium, quæ Proportiones Harmonicas constituunt, ortu & demonstrationibus.

Secundus ARCHITECTONICVS, seu ex GEOMETRIA FIGVRATA, De Figurarum Regularium Congruentia in plano vel solido:

Tertius propriè HARMONICVS, De Proportionum Harmonicarum ortu ex Figuris; deque Naturâ & Differentiis rerum ad cantum pertinentium, contra Veteres:

Quartus METAPHYSICVS, PSYCHOLOGICVS & ASTROLOGICVS, De Harmoniarum mentali Essentiâ earumque generibus in Mundo; præsertim de Harmonia radiorum, ex corporibus cœlestibus in Terram descendentibus, eiusque effectu in Natura seu Anima sublunari & Humana:

Quintus ASTRONOMICVS & METAPHYSICVS, De Harmoniis absolutissimis motuum cœlestium, ortuque Eccentricitatum ex proportionibus Harmonicis.

Appendix habet comparationem huius Operis cum Harmonices Cl. Ptolemæi libro III. cumque Roberti de Fluctibus, dicti Flud. Medici Oxoniensis speculationibus Harmonicis; operi de Macrocosmo & Microcosmo insertis.

Cum S. C. M^tis. Priuilegio ad annos XV.

Lincii Austriæ,

Sumptibus GODOFREDI TAMPACHII Bibl. Francof.
Excudebat IOANNES PLANCVS.

ANNO M. DC. XIX.

Yves Klein

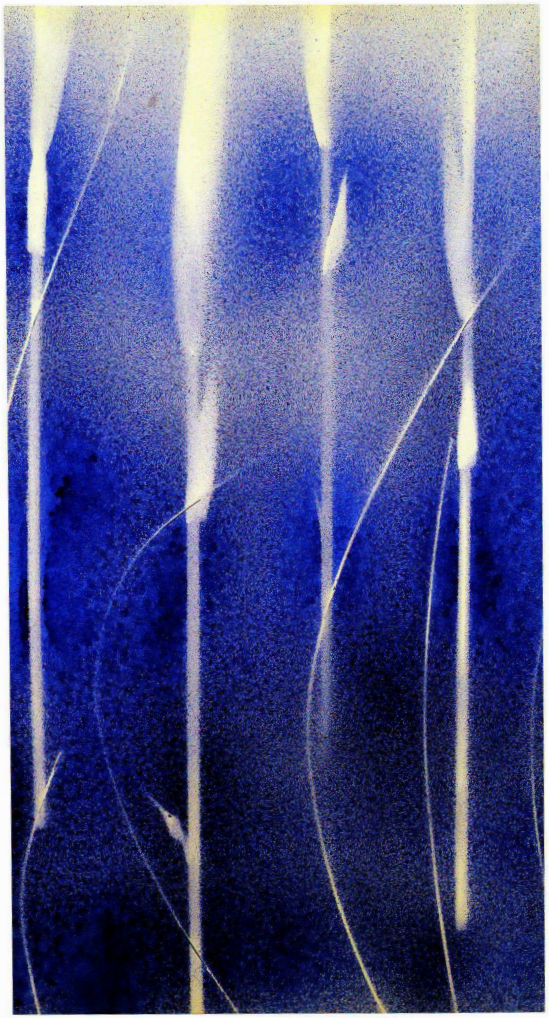
Globe terrestre bleu, 1962, Private Sammlung

Yves Klein

Eine Verlegung der Infrastruktur der Zivilisation ins Erdinnere würde die Erdoberfläche befreien. Der so von innen her dynamisierte Erdball gleicht einem in den Kosmos geschickten Raumschiff. Das technische und wissenschaftliche Ergebnis unserer Zivilisation wird im Erdinnern vergraben (Y. Klein, Sorbonne 1959).

Klein stellt die ontologische und - wie er sagt - kosmologische Frage nach dem Ursprung und der Einrichtung der Menschen in der Welt. Aus dieser Situation heraus schuf er die Folge von Bildern zur “Blauen Kosmologie”.

Blaue Kosmologie



Yves Klein, Blaue Kosmologie mit Abdrücken von Gräsern; 1960; Privatsammlung

Yves Klein

Yves Klein, Peinture de feu; 1961; Privatsammlung: “Das Feuer ist lebendig. Das Feuer ist zutiefst innerlich, und es ist universal. Es leuchtet am Himmel.”

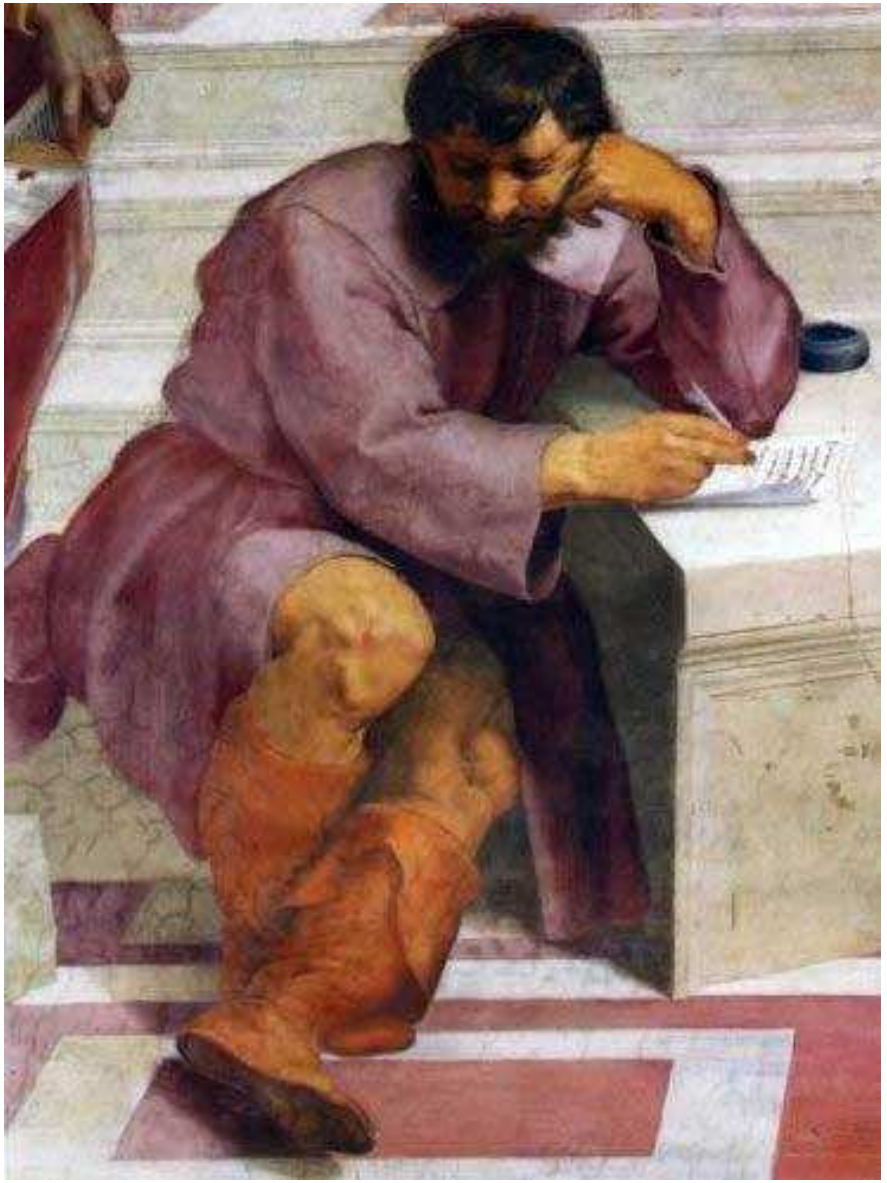
Y. Klein “malte” seine Feuerbilder mit einem Flammenwerfer.

Heraklit, der dunkle Prinz

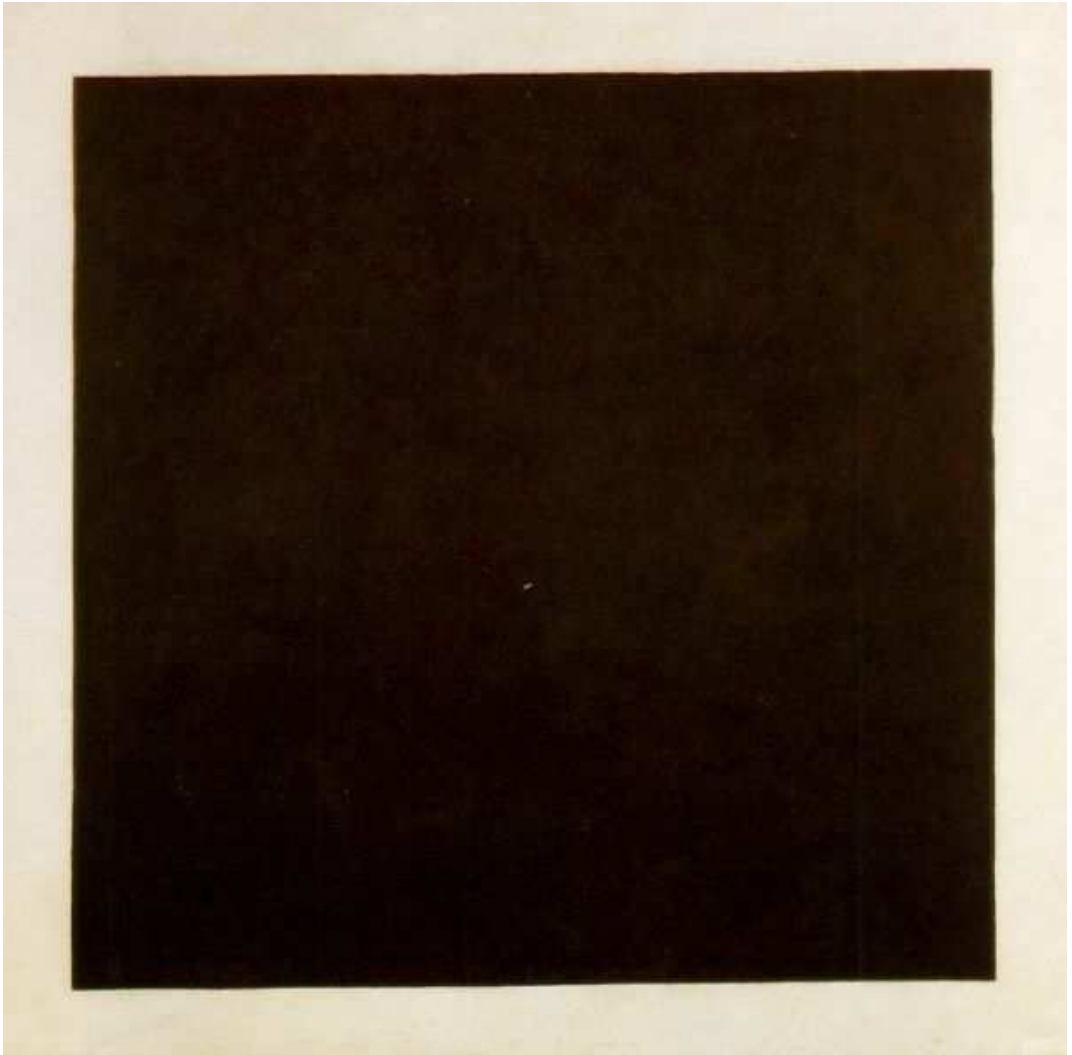
Das Universum sieht Heraklit als ewiges Feuer, das niederbrennt und wieder aufflammt. Heraklit war einer der ersten Kosmologen, die sich mit Ursprung und Aufbau des Universums beschäftigten. Für Weltordnung steht bei Heraklit im griechischen Originaltext *κόσμος*, eine von den frühen Philosophen geprägte Vokabel, die für ein regelrechtes, wohlgeordnetes Weltganzes steht.

(aus Cornelius Grupen: 100 Philosophen, Gabler-Verlag 2008)

Heraklit

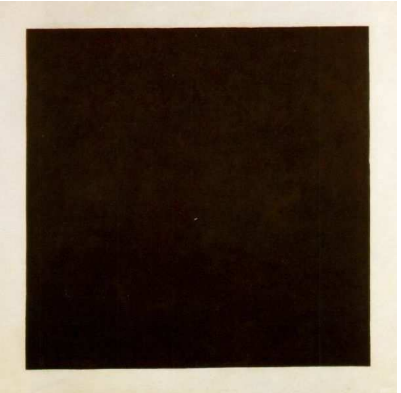


Kasimir Sewerinowitsch Malewitsch



Malewitsch, Das schwarze Quadrat, 1913, Russisches Staatsmuseum St. Petersburg

Kasimir Sewerinowitsch Malewitsch



“Der Mikrokosmos ist mit dem Makrokosmos allein durch den menschlichen Geist verbunden. Der menschliche Geist stellt unendlich viele Konzepte bereit, vergleichbar mit der Unendlickeit des Kosmos. Er hat - wie der Kosmos - keinen Deckel, keinen Boden und bietet dadurch Raum für Projektionen, die u.a. auch das Erscheinen von leuchtenden Punkten, den Sternen im All, gestatten.”

Moderne Sicht: Das All wird dominiert von Dunkler Materie (23 %) und Dunkler Energie (73 %), ist also im Wesentlichen Schwarz.

Im Schwerkraftstrudel

Extreme Materiezustände

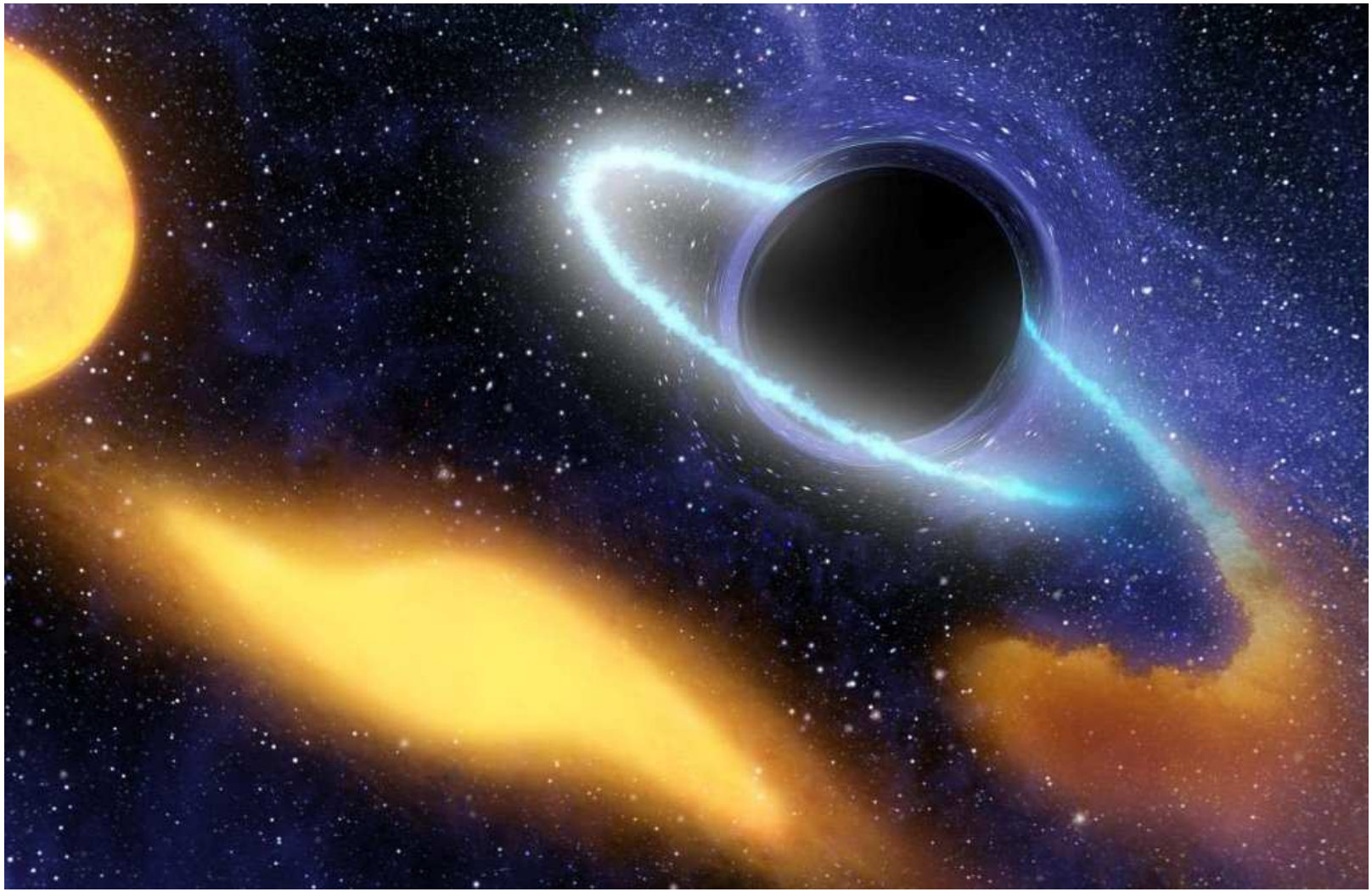
Schwarzschild-Radius

- Fluchtgeschwindigkeit von der Erde:
- $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \gamma \cdot \frac{m \cdot M}{R}$
- m - Raketenmasse, M - Erdmasse, R - Erdradius
- $v = \sqrt{\frac{2 \cdot \gamma \cdot M}{R}}$
- $\rightarrow$ = 11,2 km/s für die Erde
- Setzen wir hier v = c (Achtung: unzulässige Annahme)
- $R = \frac{2 \cdot \gamma \cdot M}{c^2}$
- $\rightarrow$ Schwarzschild-Radius

Schwarze Löcher

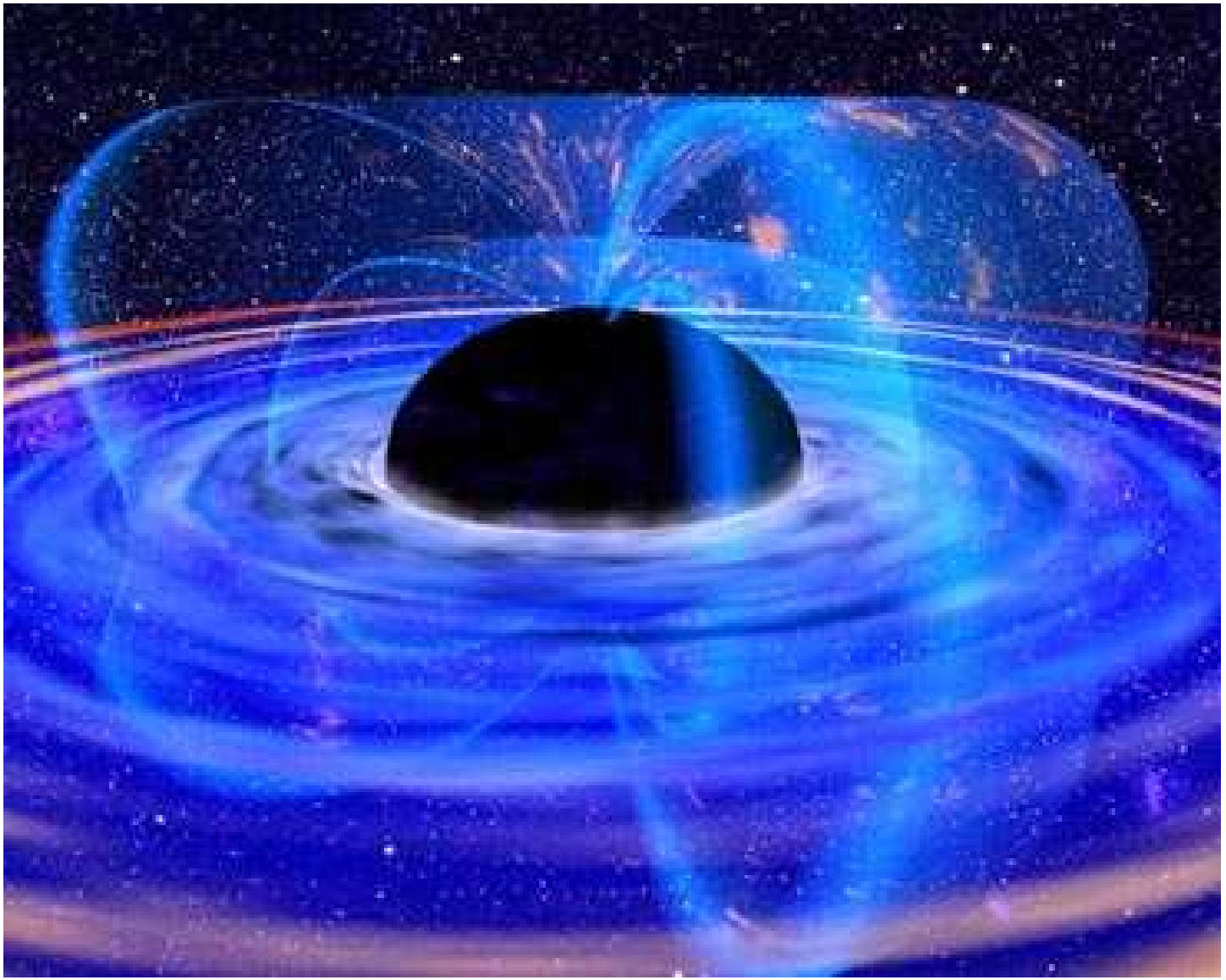
Objekt	Masse in kg	Radius in m	R_S in m
Erde	$6 \cdot 10^{24}$	$6{,}378 \cdot 10^{6}$	0,01
Sonne	$2 \cdot 10^{30}$	$7 \cdot 10^{8}$	3000

Schwarzes Loch



http://www.wallpapernow.net/images/wallpaper/black-hole.jpg

Schwarzes Loch

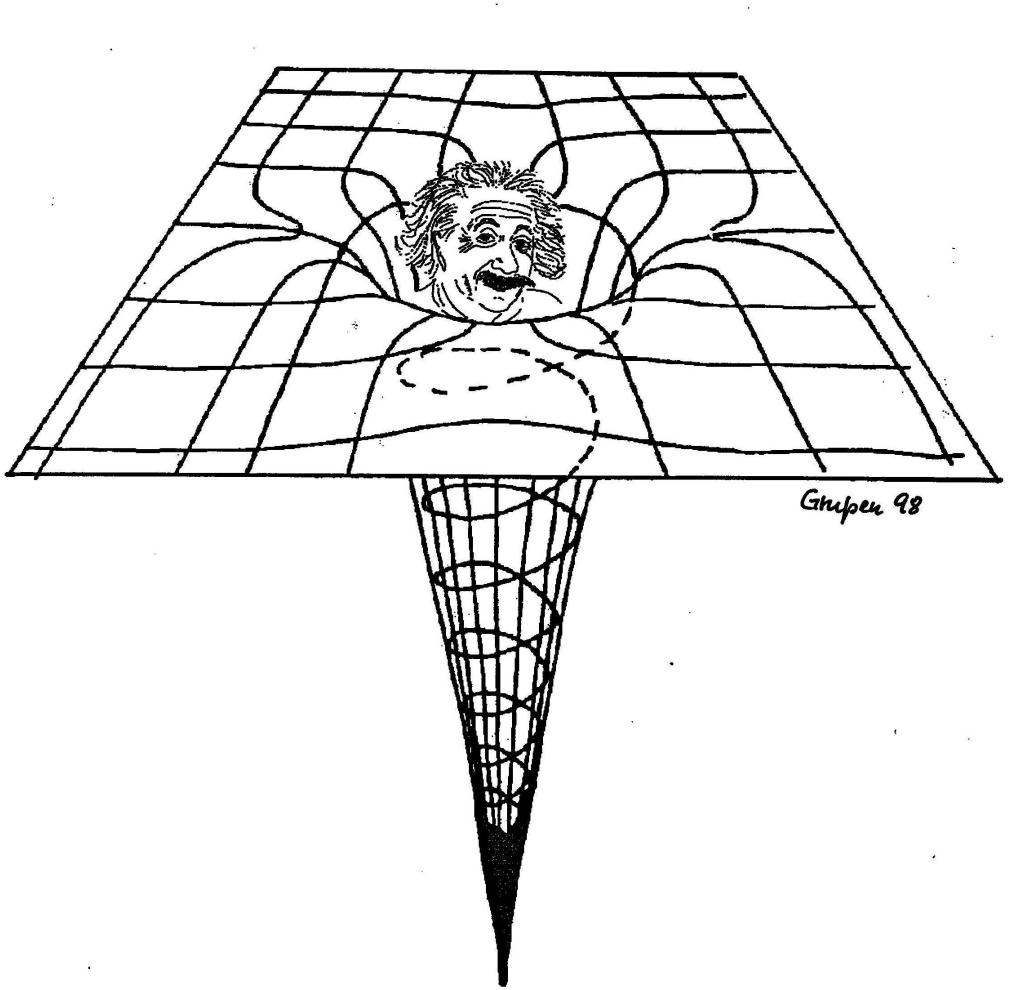


Tuan Do, UCLA Astronomy Graduate Student

Schwarzes Loch & Einstein

Die Allgemeine Relativitätstheorie Einsteins versagt an der Singularität.

Schwarzes Loch & Einstein



Von einem außenstehenden Beobachter gesehen bleibt die Zeit am Ereignishorizont stehen.

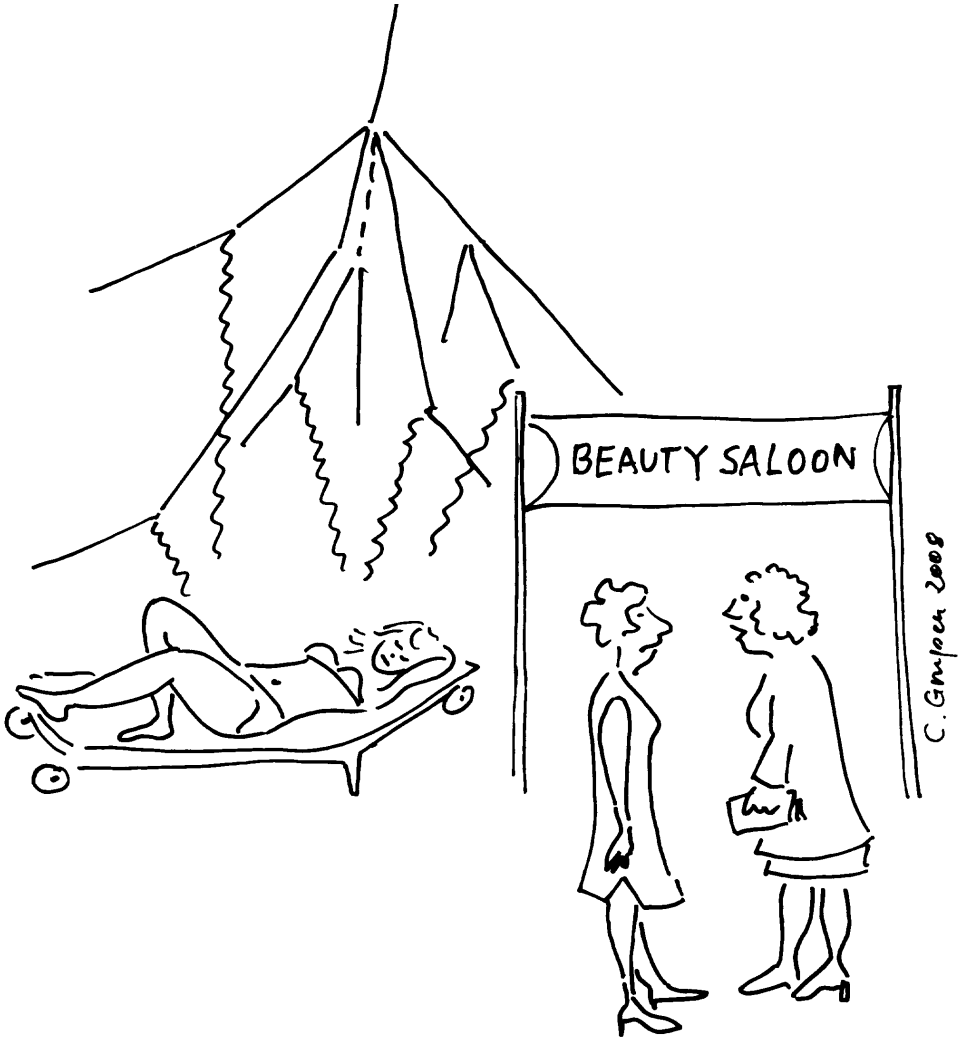
Kosmische Strahlung

Carlo Crevelli, Die Ankündigung mit St. Emidius, 1482, National Gallery in London, Hinweis auf UFOS???

Kosmische Strahlung

Carlo Crevelli, Die Ankündigung mit St. Emidius, 1482, National Gallery in London, Hinweis auf UFOS???

Kosmische Strahlung



"Sie nennen es, glaube ich, kosmetische Strahlung. Immerhin scheint es keine schädlichen Nebenwirkungen zu haben."

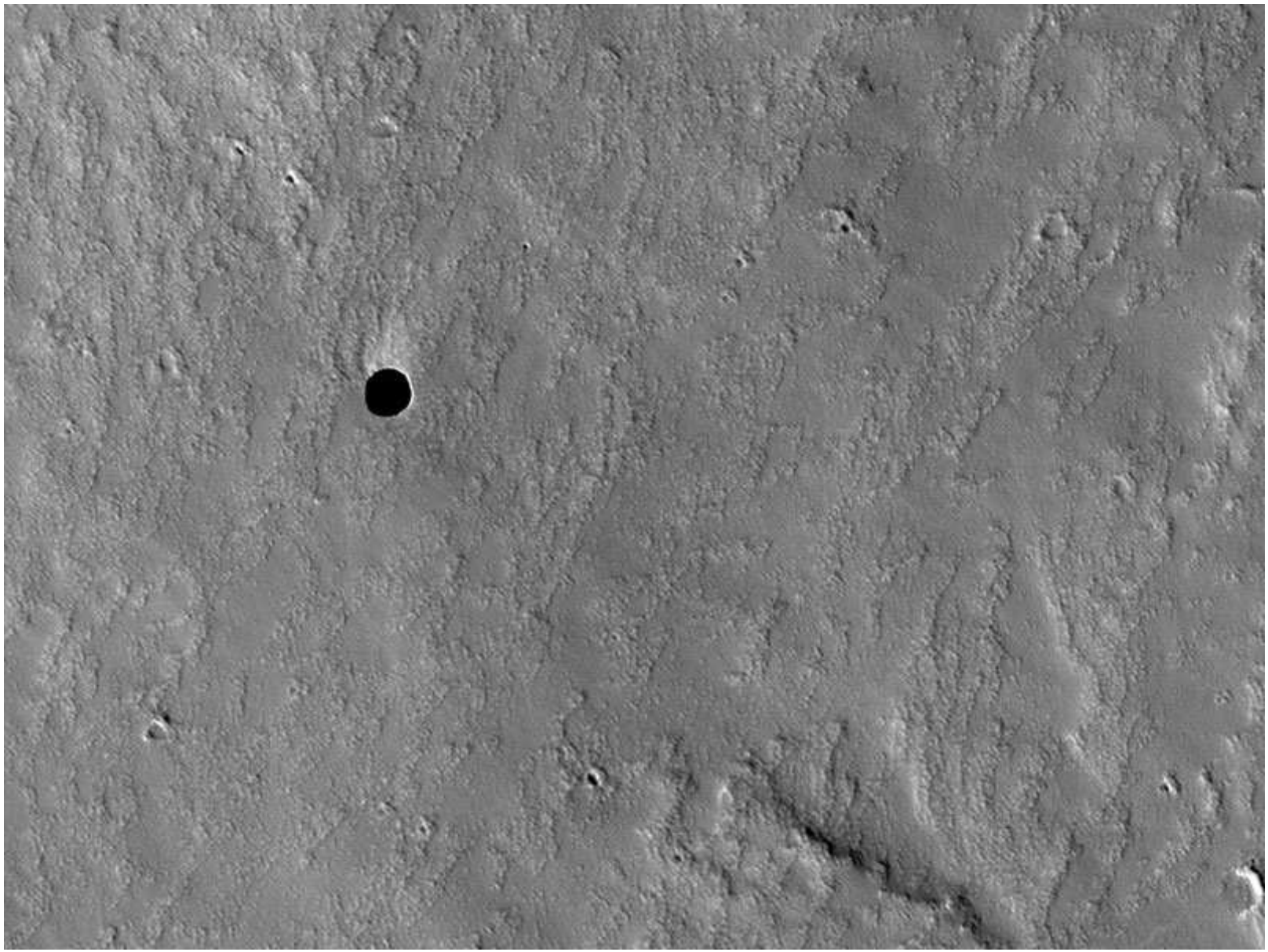
Ursprung

"WENN SIE ES GENAU WISSEN WOLLEN, ICH KANN NOCH NICHT EINMAL DEN URSPRUNG DIESER ORGANISATION HERAUSFINDEN!"

Gibt es etwas auf dem Mars

Lohnt es, den Mars zu besuchen?

Loch auf dem Mars



Leben auf dem Mars ?

Leben auf dem Mars ?

Marsdünen

Marsdünen

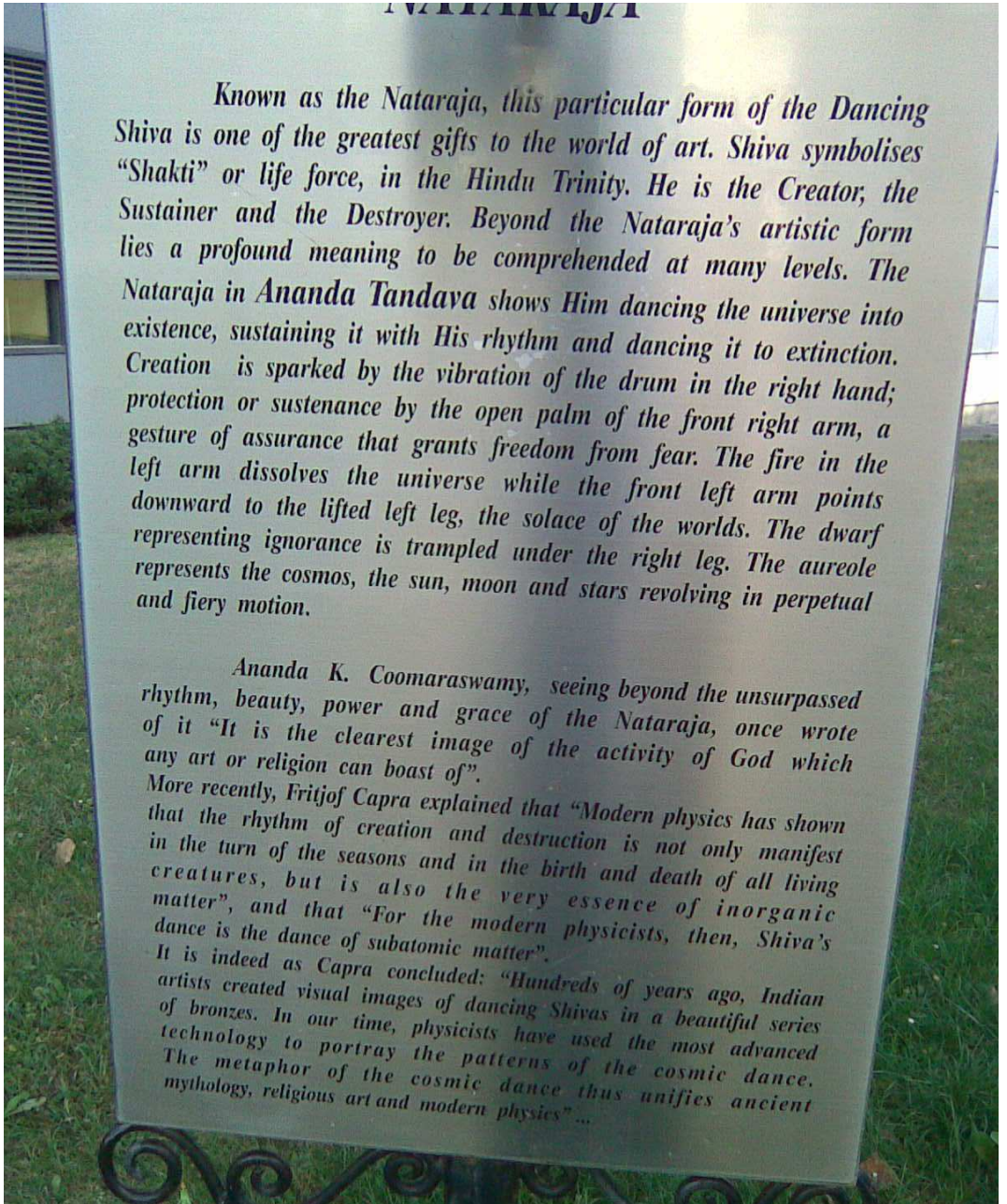
Die amerikanische Luft- und Raumfahrtbehörde NASA hat 2010 spektakuläre Fotos vom Mars veröffentlicht, auf denen von gefrorenem Kohlendioxid überzogene Sanddünen zu sehen sind. Wenn diese Dünen im Mars-Frühling wieder vom Sonnenlicht erwärmt werden, verdampft das Kohlendioxid-Eis. Dabei lösen sich die zugefrorenen Sandschichten auf den Kämmen der Dünen und es entstehen dunkle Strukturen, die fast wie Bäume aussehen.

Résumée

- Es gibt viele Parallelen zwischen Kunst und Kosmologie
- Wissenschaftler sind stärker objektiv
- Künstler sind stärker subjektiv
- Wissenschaft kann die Kunst befruchten
- Gilt das auch umgekehrt?

Shiva

Shiva


NATARAJA
Known as the Nataraja, this particular form of the Dancing Shiva is one of the greatest gifts to the world of art. Shiva symbolises "Shakti" or life force, in the Hindu Trinity. He is the Creator, the Sustainer and the Destroyer. Beyond the Nataraja's artistic form lies a profound meaning to be comprehended at many levels. The Nataraja in Ananda Tandava shows Him dancing the universe into existence, sustaining it with His rhythm and dancing it to extinction. Creation is sparked by the vibration of the drum in the right hand; protection or sustenance by the open palm of the front right arm, a gesture of assurance that grants freedom from fear. The fire in the left arm dissolves the universe while the front left arm points downward to the lifted left leg, the solace of the worlds. The dwarf representing ignorance is trampled under the right leg. The aureole represents the cosmos, the sun, moon and stars revolving in perpetual and fiery motion.
Ananda K. Coomaraswamy, seeing beyond the unsurpassed rhythm, beauty, power and grace of the Nataraja, once wrote of it "It is the clearest image of the activity of God which any art or religion can boast of".
More recently, Fritjof Capra explained that "Modern physics has shown that the rhythm of creation and destruction is not only manifest in the turn of the seasons and in the birth and death of all living creatures, but is also the very essence of inorganic matter", and that "For the modern physicists, then, Shiva's dance is the dance of subatomic matter".
It is indeed as Capra concluded: "Hundreds of years ago, Indian artists created visual images of dancing Shivas in a beautiful series of bronzes. In our time, physicists have used the most advanced technology to portray the patterns of the cosmic dance. The metaphor of the cosmic dance thus unifies ancient mythology, religious art and modern physics"...

Gott und der Urknall

Gott hatte ein Photo vom Urknall gemacht, und war immer noch davon ziemlich beeindruckt (Bernd Pfarr).

Gott und Weltuntergang

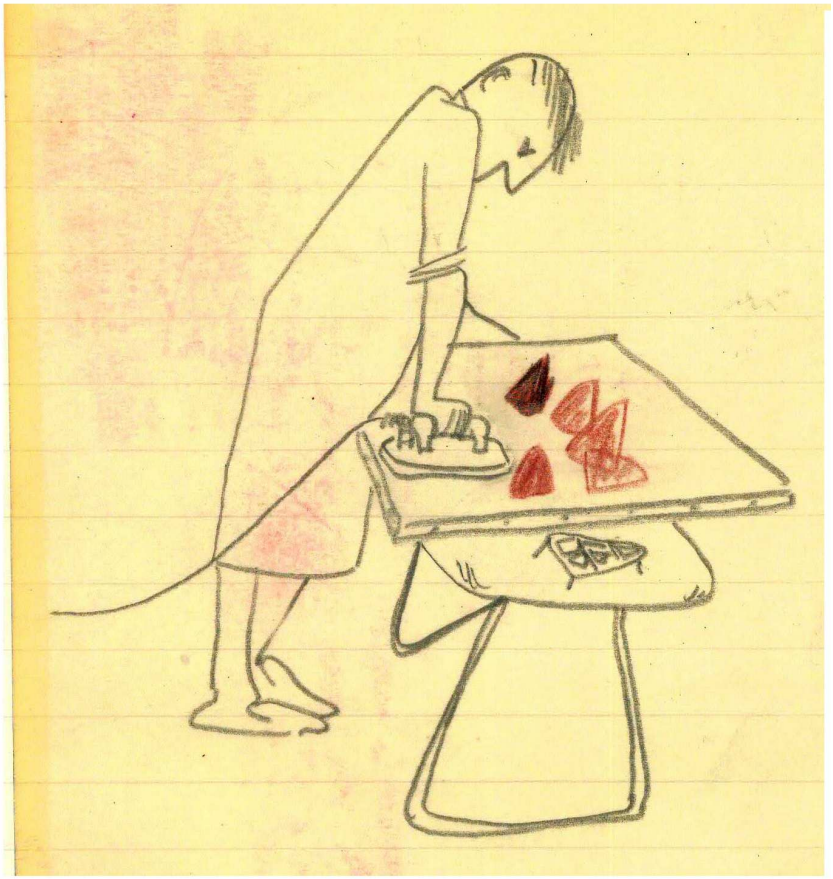
Bei Dynamit Müller hatte sich Gott mit den nötigen Utensilien für den Weltuntergang versorgt (Bernd Pfarr).

Offene Fragen

Moderne Kunst I

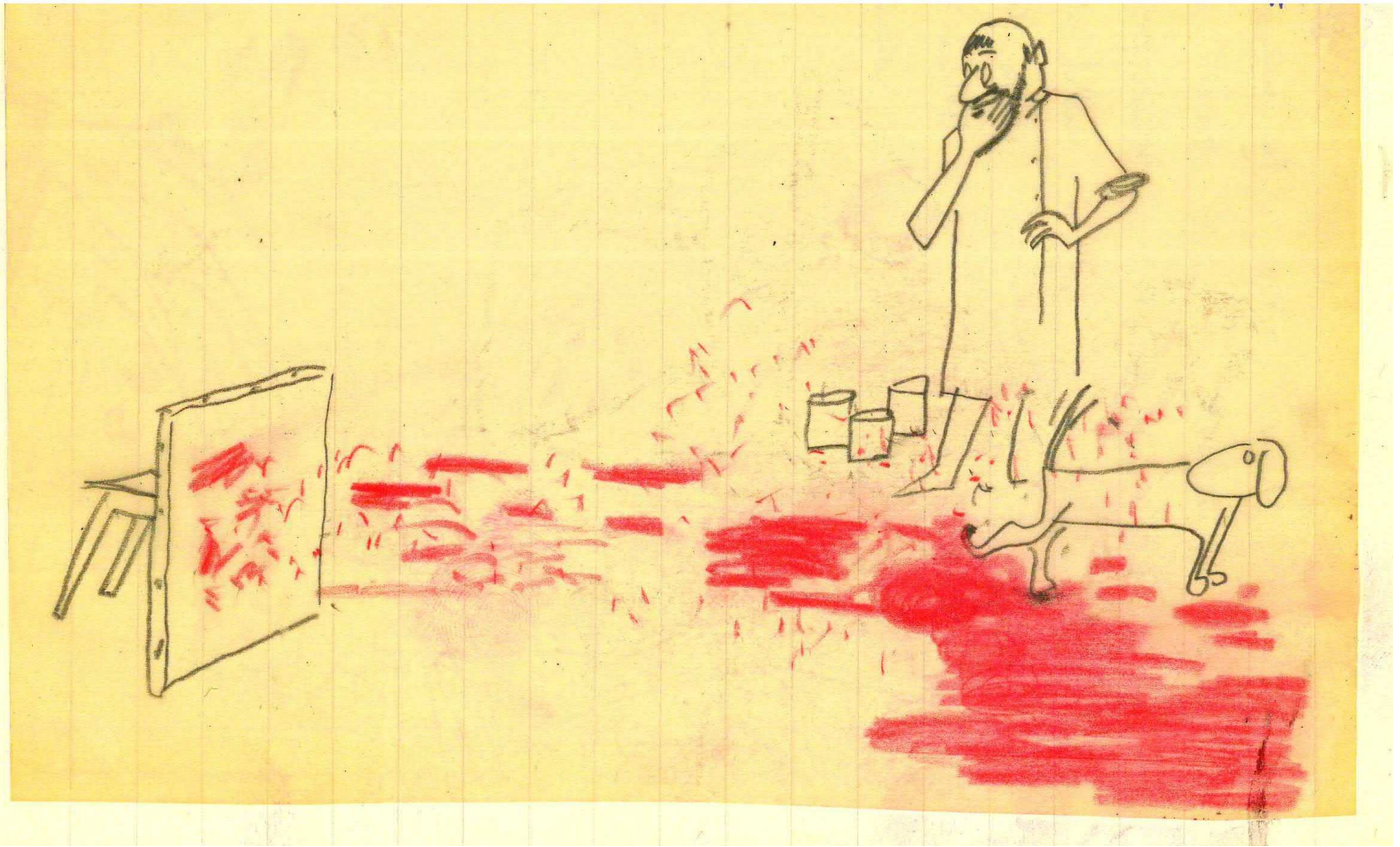
Pedalismus: Bei diesem Verfahren kommt als Hilfsmittel das Einrad zur Anwendung. Natürlich steigt die Wirkung sogleich auf das Siebenfache, wenn man ein Fahrrad mit sieben Rädern verwendet.

Moderne Kunst II



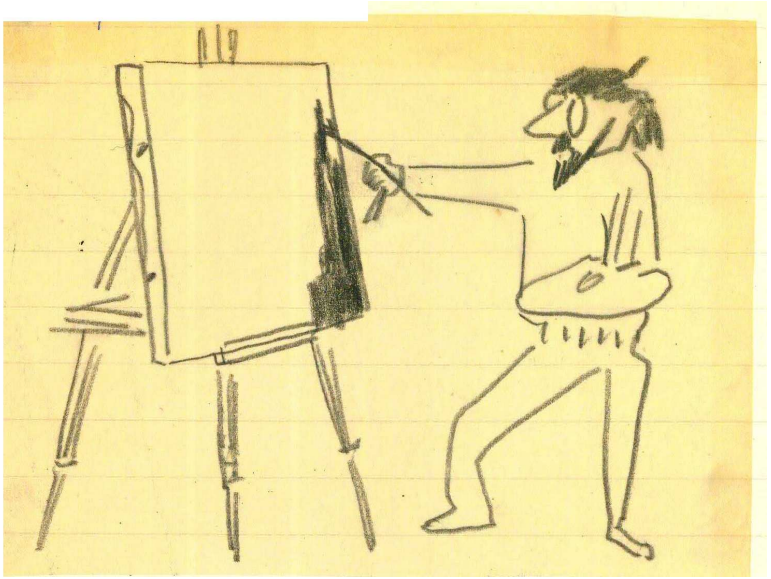
Ferismus: Die Farbskala bei dieser Methode geht vom leicht Gelblichen über ein Mistbraun bis zur Schwärze. Brenzliche Situationen werden im Nu zu malerischen Qualitäten. Je länger man das Eisen ansetzt, umso besser wird die Verkohlung gelingen.

Moderne Kunst III



Canismus: Die unbewusste Gestaltungskraft des gemeinen Hofhundes (Canis ordinaris domesticus) kann durch Ansetzen höherer Rassen kaum übertroffen werden.

Moderne Kunst IV



Konsequentismus: Wir streichen ohne Zaudern die ganze Malfläche schwarz an. Wer da etwa glaubt, das sei einfach, der irrt. Hat etwa Rembrandt diese letzte Konsequenz besessen? Haben sich Rubens oder Raphael soweit durchgerungen, von Picasso gar nicht zu reden. Allein Malewitsch hat sich daran versucht. Wir wagen auch diesen Vortsoß ins Unendliche, denn das Nichts gehört zu den gültigsten Erfahrungen dieser Malerei, es ist der Schlüssel, der uns die direktesten Miteilungen in unserer Epoche phänomenologischer Prozeduren möglich macht.

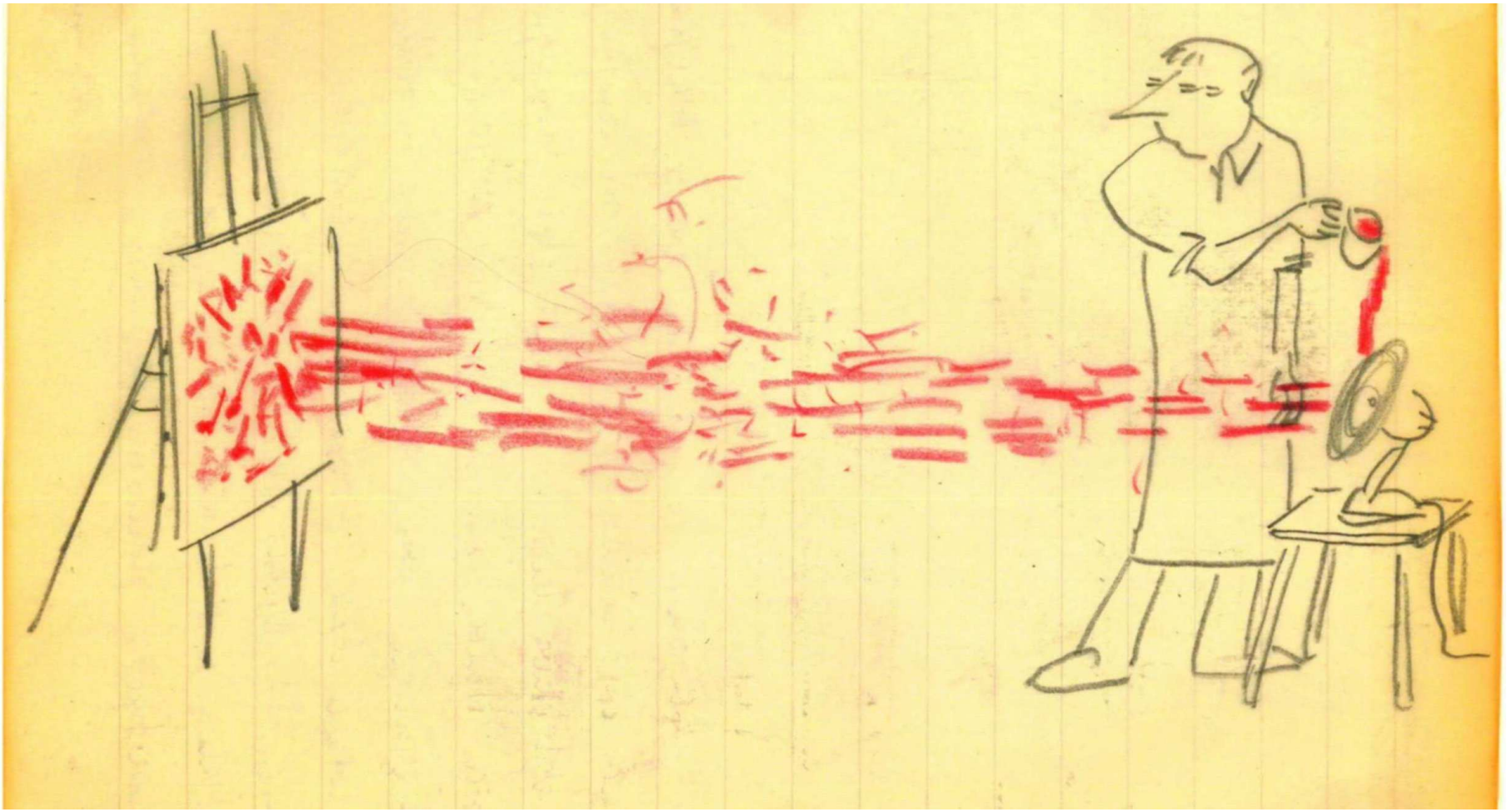
Moderne Kunst V

Culismus: Je gewichtiger die Gattin, desto geballter die Aussage.

Moderne Kunst VI

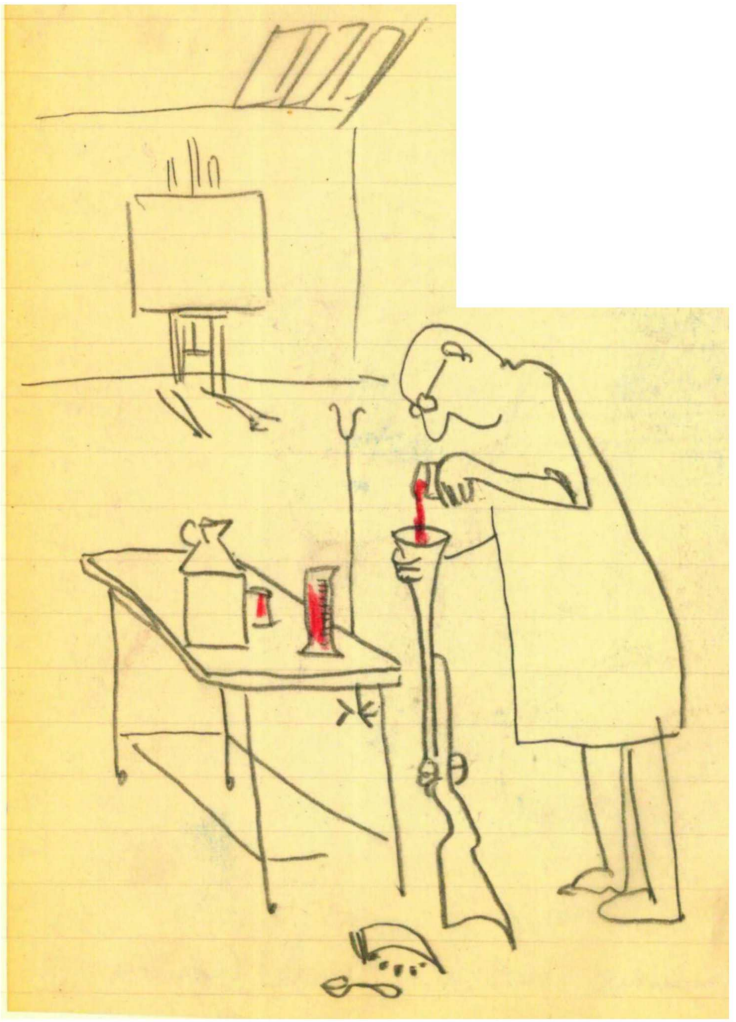
Claquismus: Man hämmere die Farben aus waagerecht ausgelegten Tuben heraus (Die Öffnungen müssen der Malfläche zugekehrt sein.) Die Methode eignet sich auch für Linkshänder! Der Künstler plaziert sich dann rechts vom Tisch.

Moderne Kunst VII



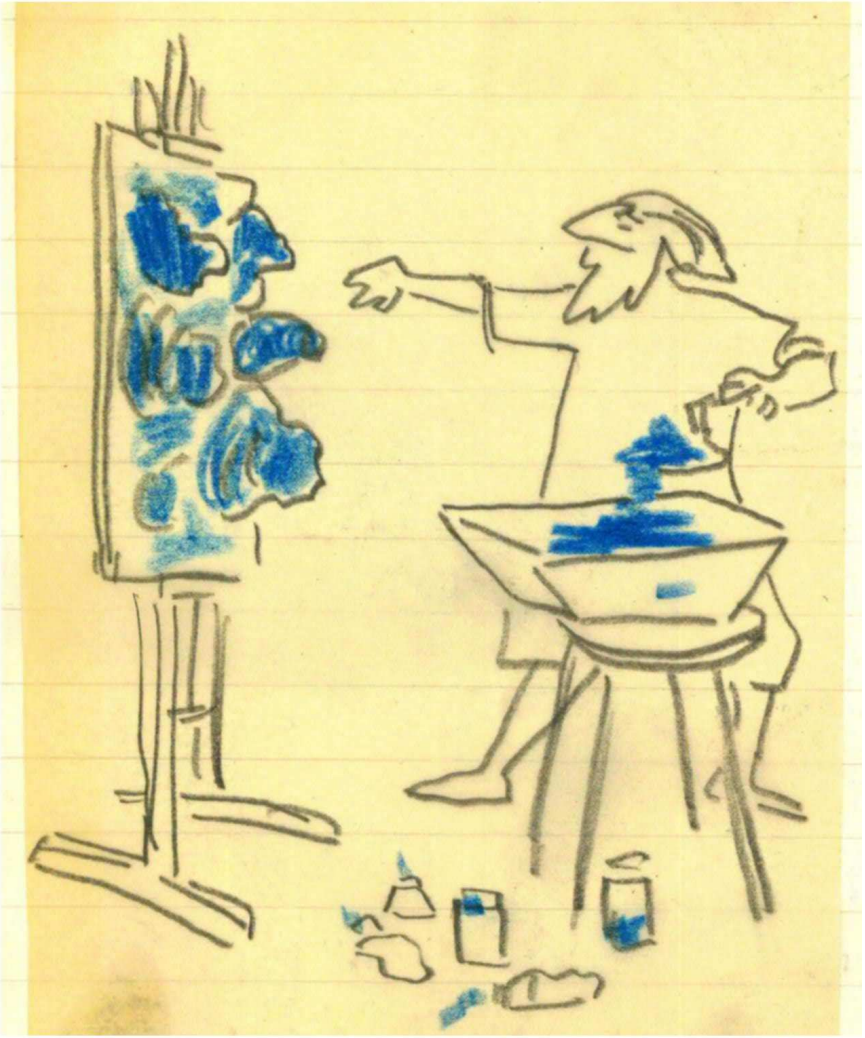
Ventilationismus

Moderne Kunst VIII



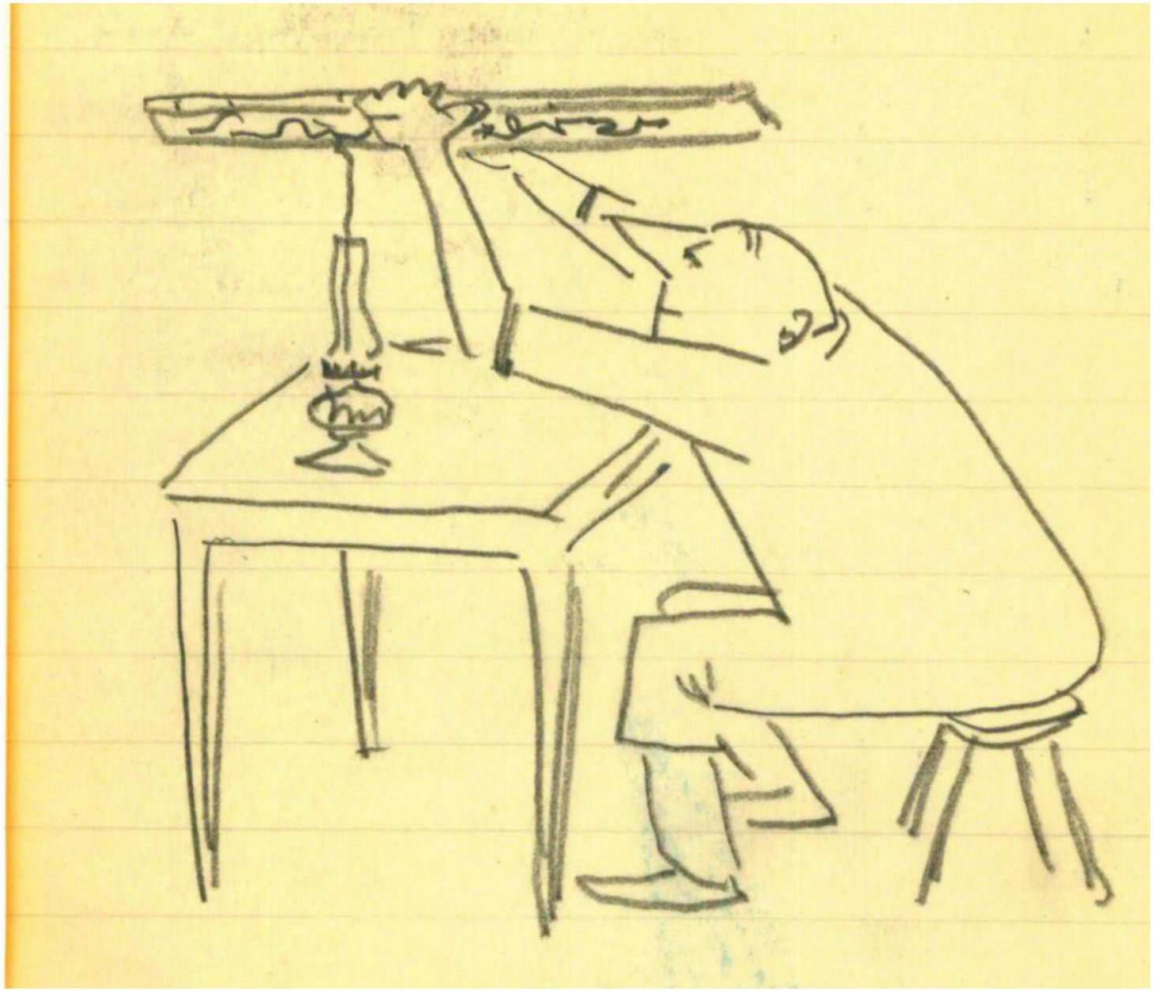
Fusilismus: Man benutze einen 10 cm Vorderlader. Bei kurzer Entfernung zur Bildfläche ist jedes Danebenknallen ausgeschlossen. Wer sich jedoch unsicher fühlt, kann größere Formate wählen.

Moderne Kunst IX



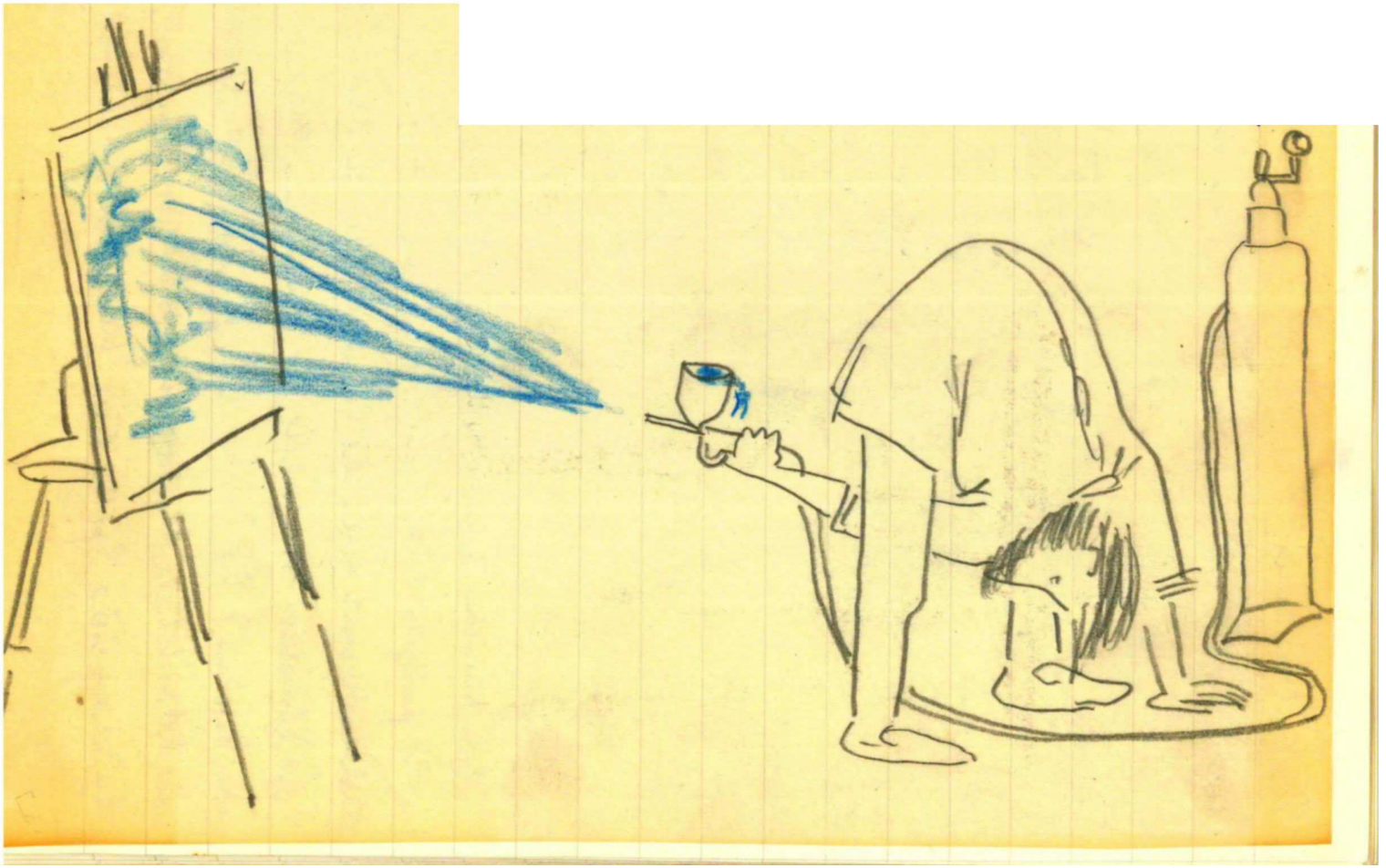
Konkretismus: Bei Anwendung des Konkretismus entstehen Werke, die ohne weiteres das Prädikat “gewichtig” verdienen.

Moderne Kunst X



Petrolismus: Die zittrige Hand, welche die Leinwand über einer rußenden Petroleumlampe hin- und herführt, ist alles. Ältere Ausübende erzielen besonders ausdrucksstarke Kompositionen.

Moderne Kunst XI

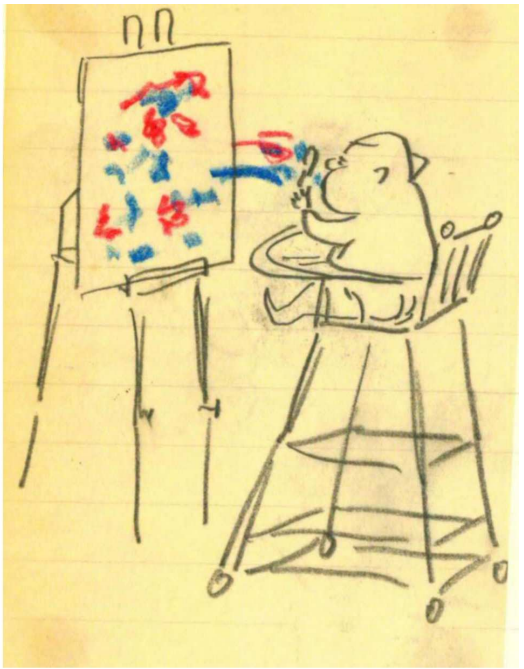


Invertierter Pistolismus: Man verfalle nicht auf den Fehler, das fertige Bild um 180 Grad zu drehen, da unverständige Betrachter sonst zu der Meinung kommen könnten, es wäre gar nicht “invertiert” sondern “direkt” gespritzt.

Moderne Kunst XII

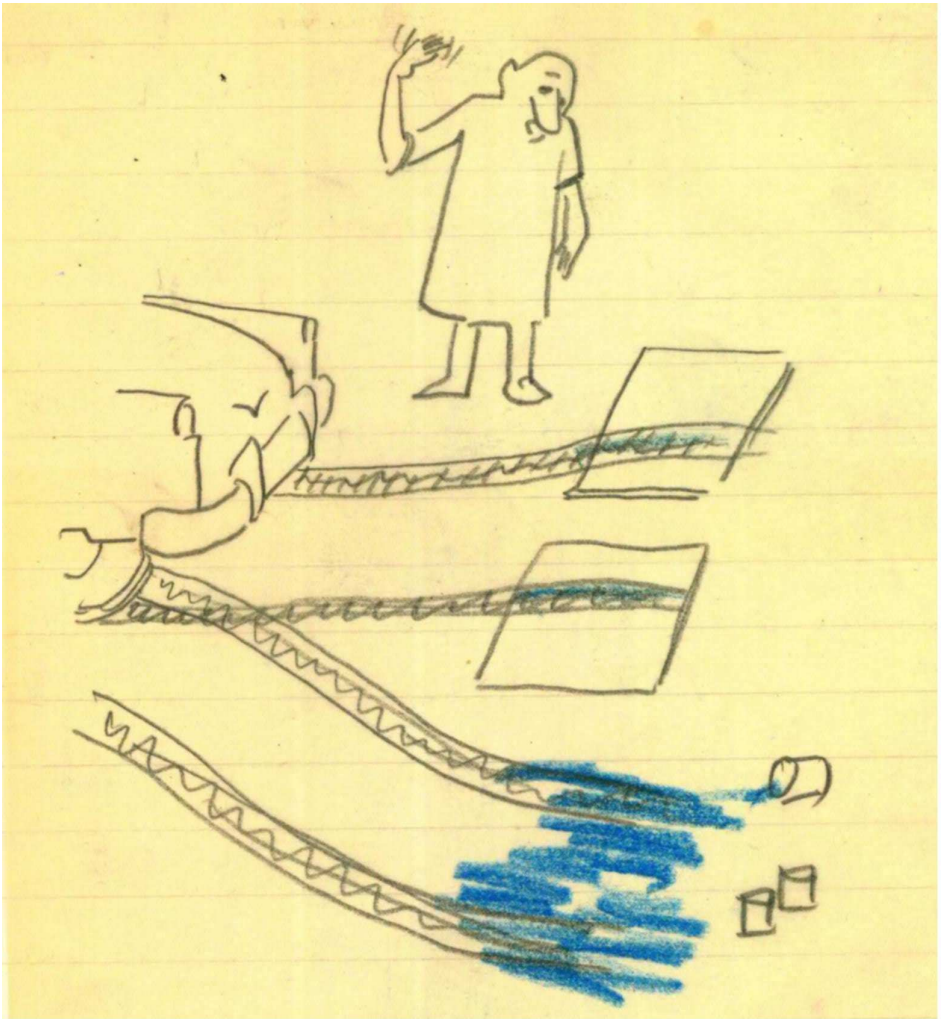
Neo-Pointilismus: Man bestreiche die Leinwand mit Fliegenleim und warte einfach ab. Man kann auch ins Kino gehen. Fliegen und andere Insekten werden unterdessen an graphisch geeigneten Stellen Freitod begehen. Durch einfaches Breitschlagen werden neue, überraschende Effekte erzielt.

Moderne Kunst XIII



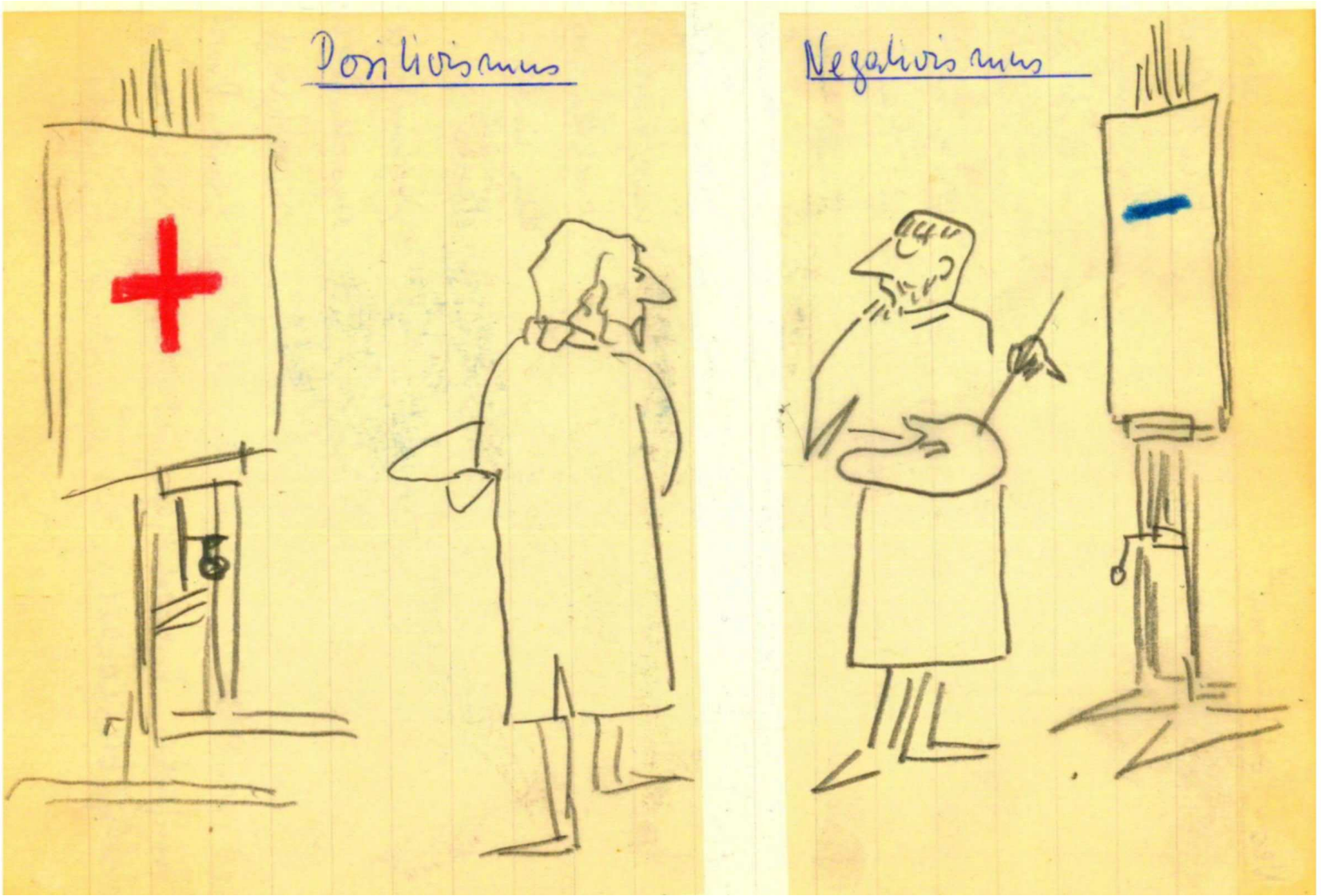
Infantilismus: Man stelle eine Malfläche in geeignter Entfernung gegenüber dem überfütterten Kleinkind auf. Man erhält reizvolle Mischungen durch Verfüttern von Spinat, roter Grütze und Karotten. Es wäre eine reine Verchwendung, Kleinkinder ihren Spinat gegen die Wand oder auf den Teppich spucken zu lassen und die genialen Formkräfte der kindlichen Organe nicht zu nutzen. Man möge beachten, dass die schöpferische Phase eines Kleinkindes nicht ewig dauert.

Moderne Kunst XIV



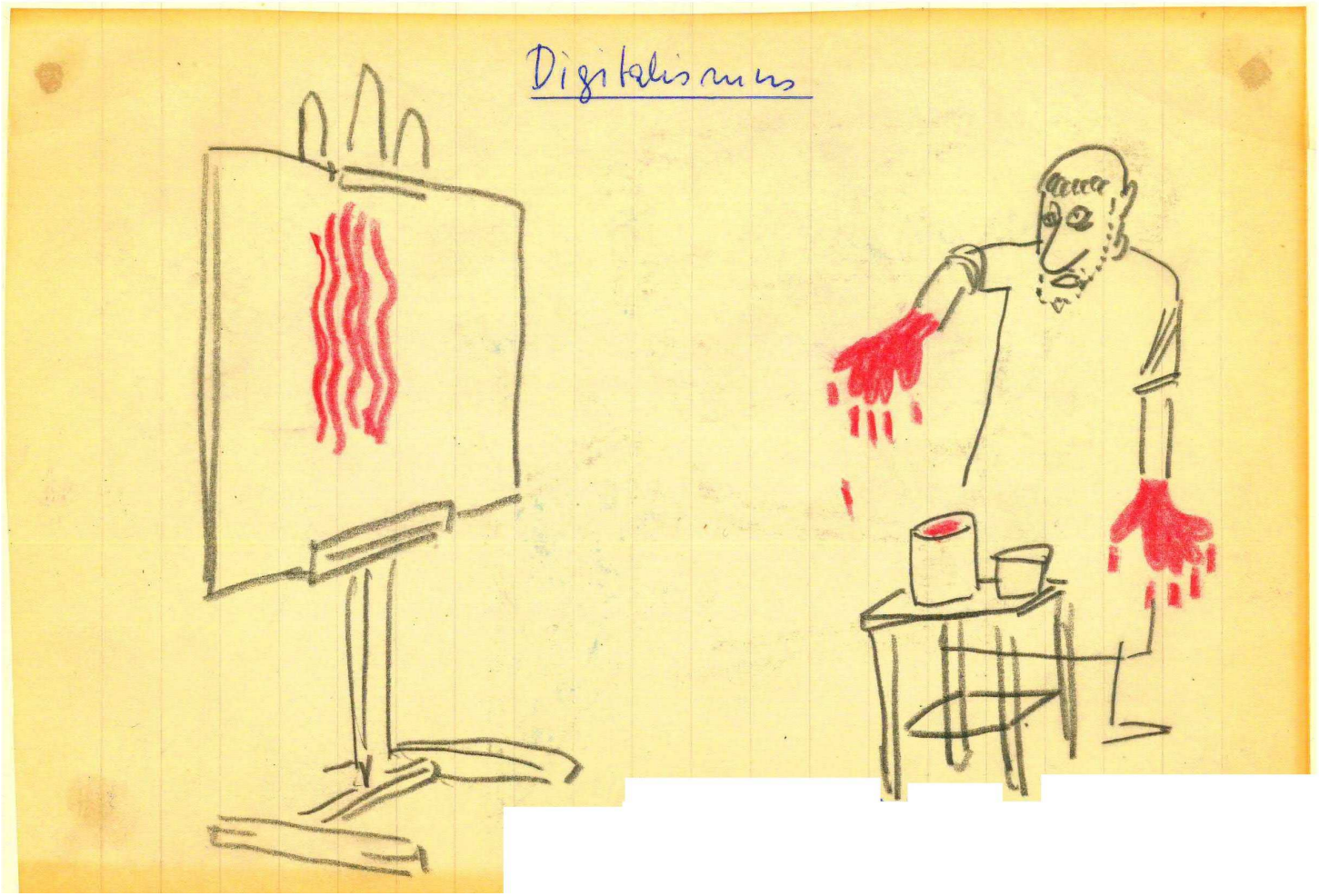
Pneumismus: Durch Pneumismus entstehen ohen weiteres “gereifte” Werke.

Moderne Kunst XV



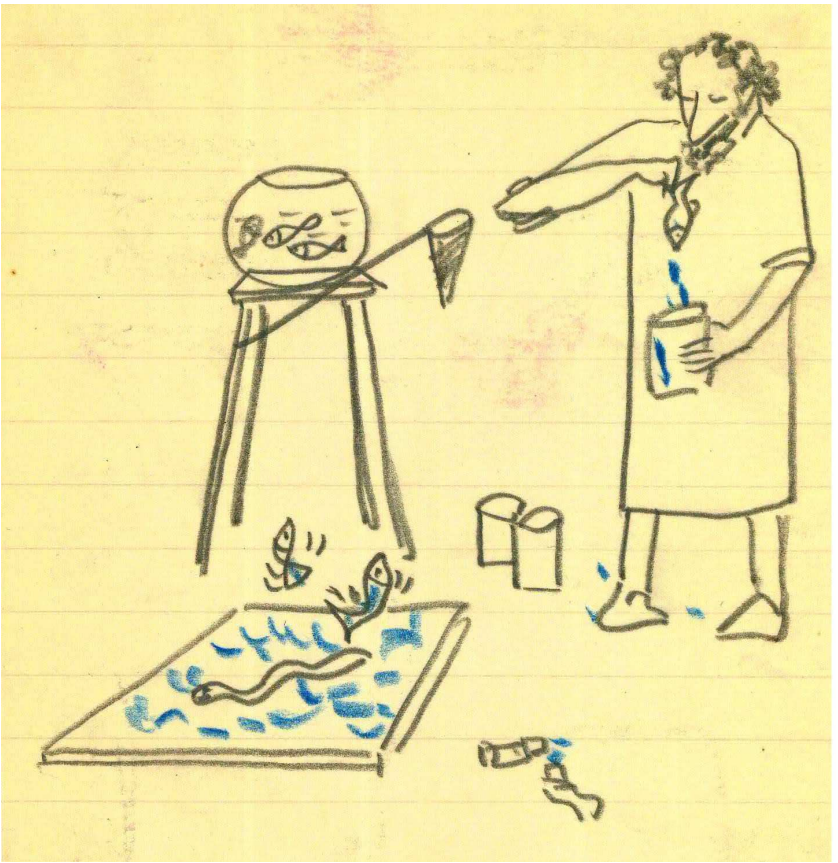
Positivismus und Negativismus

Moderne Kunst XVI



Digitalismus: Man trage die Farbe unmittelbar mit den gespreizten Fingern in bewegten Kurvaturen auf.

Moderne Kunst XVII



Oszillismus: Man schleudere möglichst kräftige Zierfische, nachdem man sie in Farbe getaucht hat, auf die waagerecht liegende Malfläche. Bei Verwendung wasserlöslicher Farben können die Fische nach Fertigstellung des Werkes in Übereinstimmung mit tierethischen Richtlinien im Aquarium reanimiert werden.