

att drömmar har betydelse för minneslagringen. Dessutom finns det fortfarande många välkända begrepp – däribland medvetandet självt – som trotsar vetenskapliga förklaringar, och för övrigt (vilket kanske kommer som en överraskning för många) finns det ingen som vet vad gravitation verkligen är.<sup>17</sup> Om något har vetenskapshistorien lärt oss att dogmatisk visshet – om vad vi vet eller vad vi tror att vi vet – inte alltid är berättigad.

Som avslutning vill vi betona vad vi tidigare sagt. När vår hjärna drömmer kan den ibland förutse framtiden eller visa ett händelseförlopp som just då pågår någon annanstans. Ibland beror det på att vi, medvetet eller omedvetet, har information som tillåter vår hjärna att räkna med och bokstavligen föreställa sig att dessa händelser skulle kunna inträffa. Andra gånger sker det av ren tillfällighet. Sannolikheten för det senare ökar både med drömmarnas vaghet och med hjärnans benägenhet att skapa mening. Tillsammans bidrar dessa faktorer

till att chanserna att vi kommer hitta överensstämmelser mellan en dröm och en händelse vi först senare får höra talas om ökar – även om hjärnan inte alls använde dessa förbindelser för att skapa drömmen. Tyvärr kan vi inte med säkerhet säga att detta kan inträffa genom telepati eller prekognition, även om det påtagligt ofta känns så.

Slutligen bör det nämnas att vi inte har skrivit denna text om paranormala drömmar för att vi själva har haft dem (trots Roberts dröm om hundlabbet) eller för att vi är övertygade om deras existens. Vi har gjort det eftersom forskare faktiskt undersöker dessa fenomen experimentellt och eftersom deras rön fortfarande är kontroversiella. Och bara så att ni vet: Roberts syn på det hela liknar Adlers (det är troligen humbug) medan Antonio närmar sig Freuds uppfattning (föga sannolikt, men vem vet!).

Översatt från engelska av Ewa Florin.

Ursprungligen publicerad som "Telepathic and precognitive dreams" i boken *When Brains Dream: Understanding the Science and Mystery of Our Dreaming Minds*. © 2021 Antonio Zadra och Robert Stickgold. Översatt här med tillstånd från författarna och förlaget W.W. Norton & Company, Inc.

- 1 Edmund Gurney, Frederic W H Myers och Frank Podmore, *Phantasms of the Living*, 2 vol, Trübner, 1886.
- 2 Sigmund Freud, "Dröm och telepati", i *Samlade skrifter; Neuropsykos. Småskrifter*, övers Eva Backelin, Natur och Kultur, 2009.
- 3 Freud, "Dröm och telepati", s 283.
- 4 Gerhard Adler och Aniela Jaffé (red), *C G Jung Letters, Vol 1*, Princeton University Press, 1992.
- 5 C G Jung, "Practice of Psychotherapy", i *Collected Works of C G Jung, Vol 16*, Gerhad Adler och R F C Hull (red), Princeton University Press, 1982, s 503.
- 6 Sigmund Freud, "Die okkulte Bedeutung des Traumes", i *Gesammelte Schriften III*, Internationaler Psychoanalytischer Verlag 1925, s 182.
- 7 Ibid, s 184.
- 8 Montague Ullman, "An Experimental Approach to Dream and Telepathy", *Archives of General Psychiatry* 14 (1966) s 605-13.
- 9 Stanley Krippner, Charles Honorton och Montague Ullman, "An Experiment in Dream Telepathy with 'The Grateful Dead'", *Journal of American Society of Psychosomatic Dentistry and Medicine*, 20, 1973, s 9-17.
- 10 Krippner et al, "An Experiment in Dream Telepathy with 'The Grateful Dead'", s 14.

- 11 Lance Storm, Simon J Sherwood, Christopher A Roe, Patrizio E Tressoldi, Lorenzo Di Risio, "On the Correspondence between Dream Content and Target Material under Laboratory Conditions: A Meta-analysis of Dream-ESP Studies, 1966-2016", *International Journal of Dream Research*, 10, 2017, s 120-140.
- 12 Carlyle Smith, "Can Healthy, Young Adults Uncover Personal Details of Unknown Target Individuals in Their Dreams?", *Explore*, 9, 2013, s 17-25.
- 13 Detta resonemang utvecklas i kapitel 8, i vår bok *When Brains Dream: Understanding the Science and Mystery of Our Dreaming Minds*, 2021.
- 14 Ibid, s 113.
- 15 Etzel Cardeña, "The Experimental Evidence for Parapsychological Phenomena: A Review", *American Psychologist*, 73, 2018, s 663.
- 16 Arthur S Reber och James E Alcock, "Searching for the Impossible: Parapsychology's Elusive Quest", *American Psychologist*, 2019, DOI: 10.1037/amp0000486.
- 17 Richard Panke, *The Trouble with Gravity: Solving the Mystery beneath Our Feet*, Houghton Mifflin Harcourt, 2019; Rickard Panke, "Everything You Thought You Knew about Gravity Is Wrong", *Outlook, Washington Post*, August 2, 2019. www.washingtonpost.com.

# RYMDENS ESTETIK

Jonas Enander

**På bild ser rymden ut som ett färgsprakande, kosmiskt landskap. Men vad är det egentligen vi ser när vi hänförs av en lilaglitrande galax eller ett orangeglödande svart hål? I översättningen från teleskopets data till bilder söker astrofysikern Jonas Enander efter rymdestetikens jordiska rötter.**

"Idag är en historisk dag", säger USA:s president Joe Biden och tittar in i en av Vita husets kameror.<sup>1</sup> Det är den 12 juli 2022, och för första gången ska bilder tagna av James Webb Space Telescope presenteras för allmänheten. USA, Kanada och flera europeiska länder har byggt teleskopet tillsammans. På juldagen 2021 sköts det upp med en raket från den europeiska rymdbasen i Franska Guyana. Efter en 1,5 miljoner kilometer lång färd nådde teleskopet sin observationspunkt. Där vecklade det ut sina guldbelagda berylliumspegel och började samla in rymdens ljus.

I Vita huset fortsätter Biden: "Låt oss nu titta på de första bilderna från detta fantastiska teleskop." På en skärm bredvid honom dyker en bild upp. Den visar hur tusentals galaxer tycks lysa i röda, orangea och gula färger i universums mörker. Ljuset från vissa av galaxerna har färdats i mer än 13 miljarder år innan det nådde Webbteleskopet.

På nästa bild syns Carina-nebulosan i all sin prakt. Nebulosan ligger 7 500 ljusår bort från jorden. I dess gigantiska vätemoln föds nya stjärnor. På Webbteleskopets bild ser det ut som att rödbruna gasmassor snirklar sig upp mot blåskimrande dimmor.

Totalt presenteras fem nya bilder på Bidens och Nasas presskonferens. De sprids snabbt över världen. På sociala medier lägger astronomer upp reaktionsfilmer där de visar sin storögda förundran inför de nya bilderna. Men de färggranna bilderna ger upphov till en viktig fråga: Ser det verkligen ut så i rymden?

Vi kan inte se det infraröda ljus som Webbteleskopet observerar. Teleskopet registrerar ljuset i form av elektriska impulser, som omvandlas till nollor och ettor och sedan skickas till jorden via radiosignaler. Astronomerna på jorden får därför information om rymden i form av digital data snarare än direkta bilder. För att förvandla teleskopets data till en bild måste astronomerna fatta flera beslut: Vilken data ska användas? Hur ska bilden som skapas utifrån denna data beskäras och orienteras? Vilka detaljer ska lyftas fram? Och viktigast av allt: Vilka färger ska representera det ljus som våra ögon inte kan se?

Kanske blir riskerna i denna översättning som störst då astronomerna försöker visa det som egentligen är omöjligt att se: ett svart hål. Den 12 maj 2022 presenterade Event Horizon Telescope den första bilden någonsin av det gigantiska svarta hålet i mitten av Vintergatan. På bilden syns en glödande ring som omgärdar ett kompakt mörker. Bilden är resultatet av en komplicerad process där data från olika teleskop sammanfogas i superdatorer och sedan bearbetas av olika algoritmer. Denna process gör att det går att se vad som sker i närheten av själva kunskapens gräns: händelsehorisonten kring ett svart hål.

De nya rymdbilderna på svarta hål, galaxer och nebulosor ger oss möjlighet att fördjupa vår relation till kosmos. Men för att det ska ske måste vi vara medvetna om de teknologiska, ideologiska och estetiska villkor som präglar vår utvidgade perception av rymden.

#### Från teckning till fotografi

År 1609 riktade den italienske matematikern och fysikern Galileo Galilei ett teleskop mot himlen.

Han såg detaljer i månens kratrar, fläckar på solens yta och månar som kretsade kring Jupiter. Med hjälp av teleskopet hade en ny blick mot himlen öppnat sig, en blick som med Galileos ord ledde till ”storartade och underbara syner”.<sup>2</sup> Men han hade ett problem. Hur skulle han visa andra vad han såg?

Galileo valde att teckna. I boken *Sidereus Nuncius* [Stjärnornas budbärare] från 1610 presenterade han handritade bilder av månen, stjärnorna och Jupiters månar. Han ville ”visa blicken för alla”.<sup>3</sup> Galileo drog sig inte för att accentuera det han såg. Månens kratrar framhövdes med hjälp av skuggor och kontrastverkan. Jupiters månar markerades med hjälp av asterisker. I båda fallen handlade det om estetiska och pedagogiska tekniker för att lyfta fram det som Galileo tyckte var väsentligt.

Galileos teleskopobservationer blev början för den moderna astronomin. Tack vare teleskopet utvidgades människans perception. Den moderna

-----  
Carina-nebulosan består av gigantiska gasmoln som ligger 8500 ljusår från jorden. Formationen på bilden kallas även för ”De kosmiska klipporna”. Bilden skapades utifrån Webbteleskopets observationer av infrarött ljus. NASA, ESA, CSA, STScI.



astronomin blev därmed en visuell vetenskap, men dess visualiseringar var långt ifrån problemfria. Astronomens subjektiva blick och framställningstekniker präglade hur andra tog del av den nya visionen av natthimlen. Men allt eftersom teleskopet utvecklades förändrades också de bilder som astronomerna skapade. De två viktigaste aspekterna av denna förändring handlade dels om vilket slags ljus teleskopet samlar in, dels om hur detta ljus registreras.

Från början var det observatörens öga som registrerade ljuset som teleskopet samlade in. Detta ställde krav på att astronomen inte lät sina personliga nycker påverka vad hon eller han tyckte sig observera. Under första hälften av 1800-talet introducerades dock den teknik som kom att förändra astronomens roll i grunden: fotografiet. Rymdens ljus gick plötsligt att ”spara” på en plåt med hjälp av kemiska reaktioner. Istället för teckningar på papper blev de fotografiska plåtarna avgörande för hur de astronomiska bilderna skapades och spreds.

Fotografiet förändrade den ena viktiga aspekten hos teleskopet: hur ljus registreras. Den andra aspekten, vilket ljus som registreras, förändrades på 1930-talet.

Den 7 januari 1927 öppnade American Telephone & Telegraph den första kommersiella och radioburna telefonförbindelsen mellan New York och London. Istället för telefonledningar bar nu radiovågor kundernas röster över Atlanten. Men radiomottagarna plockade upp stora mängder brus. Bell Telephone Laboratories gav därför den 22 år gamle ingenjören Karl Jansky uppdraget att ta reda på var bruset kom ifrån.

Jansky spände upp flera metalltrådar på en 20 meter lång träram, som var placerad på fyra hjul. När han snurrade på konstruktionen fångades radiosignaler upp i olika riktningar med hjälp av en radiomottagare. På så sätt hoppades Jansky identifiera var bruset kom ifrån. Han upptäckte att åskoväder gav upphov till störningar, men det fanns också ett brus som varierade regelbundet när dag övergick till natt. Jansky kämpade i ett helt år med att ta reda på dess ursprung. Till slut skrev

han till sin far att bruset ”kommer från någonting som inte bara ligger bortom jorden, utan också bortom solsystemet”.<sup>4</sup>

Jansky lyckades identifiera var ”stjärnbruset” kom ifrån. Varje gång stjärnbilden Skytten svepte över himlen ökade brusets styrka, och just i den riktningen ligger Vintergatans centrum. Jansky drog därför slutsatsen att bruset som telefonbolagens kunder hörde kom från vår egen galax.

Janskys upptäckt blev förstasidesstoff. Den 5 maj 1933 utropade New York Times att ”Nya radiovågor kan härledas till Vintergatans centrum”. Jansky, som var radioingenjör snarare än astronom, hade gjort en av astronomins största upptäckter. Han hade visat att radiosignaler från rymden går att mäta på jorden. Inte bara synligt ljus, utan även ljus som våra ögon inte kan se, kan ge astronomer och fysiker information om universum.

#### Ljusets anatomi

Allt ljus är elektromagnetiska vågor. För synligt ljus är avståndet mellan två vågtoppar, dvs ljusets våglängd, ungefär 400 till 700 nanometer (en tusendel av en miljondel av en meter). Via en intrikat fysiologisk process översätter hjärnan dessa våglängder till färger. Lila och blått motsvarar den kortaste våglängden. Därefter kommer med växande våglängd grönt, gult, orange och slutligen rött. Bortom det röda ljuset, vid våglängder som är längre än 700 nanometer, finns infrarött ljus, vilket vi kan känna med vår hud i form av värmestrålning. Mikrovågor har längre våglängd än infrarött ljus, och bortom mikrovågorna kommer radiovågorna. Radioljusets våglängder kan sträcka sig från en millimeter till hundratals kilometer. Efter att Jansky hade fångat upp galaxens radiovågor med en radiomottagare, visade det sig senare att tv-apparater kan plocka upp vissa av de mikrovågor som härrör från universums begynnelse (vilket bidrar till bruset i äldre tv-apparaters vita flimmer). En glimt av universum dök upp i de nya medierna!

I den motsatta riktningen, bortom det blåa ljuset, finns det ultraviolette ljuset som består av våglängder som är kortare än synligt ljus. Därefter

kommer röntgenstrålningen, och de allra kortaste våglängderna består av de farliga gammastrålarna.

Efter Janskys upptäckt byggde astronomerna olika teleskop för att utforska allt större delar av det elektromagnetiska spektrat: från radiovågor till gammastrålning. Varje specifikt ljus krävde speciella teleskopkonstruktioner och mottagare. Idag kan en astronom viga hela sin karriär åt att utforska en enda liten del av rymdens elektromagnetiska spektrum.

När teleskopen började samla in ljus som våra ögon inte kan uppfatta var det inte längre bilder som sparades, utan istället data i pappersutskrift, på magnetiska band eller hårddiskar. Istället för att analysera visuell information genom att titta i ett teleskop eller på fotografiska plåtar blev astronomens roll att bearbeta abstrakt data.

Med hjälp av denna data har en ny vision av universum vuxit fram. För våra ögon ser natthimlen ut som en lugn plats, men astronomerna har visat att den är full av gammablixtrar, exploderande novor, intergalaktiska jetstrålar som slungas ut från gigantiska svarta hål och spår av galaxer som krockar med varandra på ofantliga tidsskalor. För att allmänheten ska kunna ta del av denna nya vision av universum måste astronomerna förvandla data till bild.

#### Så skapas Webbteleskopets bilder

När Joseph DePasquale för första gången sammanställer data från Webbteleskopet kan han knappt se vad grafiken på hans skärm föreställer. ”Det ser i princip ut som en svart bild med några vita fläckar”, berättar han i Nasas podcast Gravity Attractor.<sup>5</sup> DePasquale är bildtekniker vid Space Telescope Science Institute, som styr Webbteleskopets operationer och vetenskapliga arbete på uppdrag åt Nasa, och hans jobb är att förvandla Webbteleskopets data till en tydlig bild.

Anledningen till att bilden initialt är nästintill svart är teleskopets ljuskänslighet. Det kan uppfatta en större skillnad i ljusets intensitet än våra ögon. Därför finns det nyanser i de mörka delarna av bilden som våra ögon inte kan uppfatta. DePasquale lyfter fram detaljer ur mörkret genom

att ändra på hur ljusets intensitet representeras i bilden (ungefär som att ändra kontrasten på en bild tagen med en mobilkamera). Fram träder stjärnor, gasmoln eller galaxer.

DePasquale får på så vis fram en sekvens svart-vita bilder, eftersom teleskopet använder olika filter för att samla in infrarött ljus med specifika våglängder. Varje sådan våglängd ger upphov till en unik bild av samma motiv, och varje sådan bild visar den givna våglängdens intensitet i form av en gråskala. Rymdbilderna är således gråa innan DePasquale börjar färglägga dem.

”Vi använder ögats biologi som ramverk för hur vi färglägger bilderna,” berättar han. En av de vanligaste teknikerna för att representera färg är att utgå från grundkomponenterna rött, grönt och blått. DePasquale låter bilden som visar intensiteten hos den längsta våglängden som Webbteleskopet har samlat in representeras av rött. Den näst längsta våglängden representeras av grönt och den kortaste av blått. När tre olika bilder blandas på detta sätt uppstår en färgbild. Denna teknik kallas för kromatisk ordning, eftersom den bibehåller det inbördes längdförhållandet mellan de våglängder som Webbteleskopet observerar. DePasquale kan även kombinera fler färger än rött, grönt och blått.

I ett blogginlägg skriver DePasquale: ”[Jag] tappar andan när jag stirrar på min skärm och ser den komplexa tapeten av gas och stoft komma till liv i levande färger framför mina ögon.”<sup>6</sup> Tidigare kallade astronomerna de färger som tilldelas våglängder utanför det synliga spektrat för ”falska färger”. ”Jag ogillar termen ’falska färger’”, säger DePasquale, ”eftersom det låter som om vi fuskar”.<sup>7</sup> Idag använder astronomerna istället termen ”representativa färger”. Färgerna representerar helt enkelt våglängder som vi inte kan se med våra ögon. Bearbetningen av bilden är dock inte klar i och med att färgerna är på plats. DePasquale och hans kollegor fortsätter att bearbeta färgskalorna och lyfta fram olika detaljer i bilden.<sup>8</sup>

De astronomiska bilderna kan tjäna två syften. Det första är att framställa bilder för vetenskaplig analys. Det andra är att skapa bilder som går att

visa för allmänheten. Dessa är inte nödvändigtvis av vetenskapligt intresse. De spelar dock en viktig roll dels för att engagera allmänheten för det vetenskapliga projektet, och dels för att visa politiker och andra finansörer vad teleskopet kan åstadkomma.

De bilder som saknar vetenskapligt intresse och som piffas upp för att se bra ut kallas ofta för ”pretty pictures” bland astronomer. Hur färger används kan skilja sig åt beroende på om syftet är en ”pretty picture” eller en vetenskaplig bild som ska presenteras på konferenser. Exempelvis associerar astronomer oftast färgen blått till fenomen som har en högre temperatur, eftersom blått ljus har mer energi än rött ljus. Studier av hur allmänheten reagerar på färg visar däremot att rött upplevs som varmare än blått. Det har därför hänt att de som skapar rymdbilder har bytt färgerna blått och rött med varandra när en astronomisk bild ska presenteras för allmänheten.

Albert Bierstadts *A storm in the Rocky mountains, Mt. Rosalie* från 1866. Målningen är baserad på skisser som Bierstadt gjorde under en expedition i den amerikanska västern.



#### Från vilda västern till kosmos

I boken *Picturing the Cosmos* har den amerikanske kulturhistorikern Elizabeth Kessler analyserat rymdbilderna från Webbteleskopets föregångare Hubble Space Telescope utifrån ett estetiskt och ideologiskt perspektiv. Hon menar att bilderna knyter an till en konstnärlig tradition från 1800-talet som skildrade den amerikanska västern.

År 1871 deltog konstnären Thomas Moran i vetenskapliga expeditioner som kartlade geologin, floran och faunan i Grand Canyon. Ett av hans mest kända verk, *Grand Canyon of the Yellowstone*, härrör från en av dessa expeditioner. Målningen visar två människor som blickar ut över Grand Canyons väldiga dalgångar och bergsformationer. I fjärran syns ett vattenfall.

Konstnären Albert Bierstadt hämtade också inspiration från geografiska expeditioner. Under en av dessa såg han motivet till en av hans mest berömda målningar från 1863, *A Storm in the Rocky Mountains, Mt. Rosalie*. Målningen visar en storm som tornar upp sig över Klippiga bergen i Colorado och färger och kontraster används skickligt för att skapa en känsla av naturens storhet.

Den ideologiska naturrelationen som kommer till uttryck i dessa målningar handlar om begreppet *frontier*. De amerikanska nybyggarna etablerade ett flertal större utposter på den amerikanska östkusten i början av 1600-talet, och under de följande århundradena expanderade de västerut. Bosätternas gräns, deras *frontier*, utvidgades ständigt. År 1890 utropade Census Bureau att fronten var stängd: en amerikansk gräns hade etablerats från östkust till västkust.

I det inflytelserika verket *The Significance of the Frontier in American History* från 1893 menade historikern Frederick Jackson Turner att i relation till naturen handlar begreppet *frontier* om att ”erövra en vildmark”. Naturen skulle utforskas och exploateras. I denna ideologiska relation till naturen framställs ofta gränsområdena, i kolonial anda, som orörda av mänsklig påverkan, trots att den amerikanska urbefolkningen har vistats där sedan länge.

Om den ideologiska relationen till naturen i Bierstadts och Morans målningar handlar om viljan att ”erövra en vildmark”, handlar den estetiska relationen om mötet med naturens överväldigande krafter. Denna estetiska sida hämtar sin inspiration från romantikens idé om det sublima, det vill säga den känsla av rädsla som väcks inför ett naturfenomen som kan tillintetgöra människan, som stormar eller vulkanutbrott. Jaget krymper inför naturens fruktansvärda storhet. Enligt Immanuel Kant sätter den skräckinjagande sinnliga erfarenheten även förnuftet i rörelse. När naturens överväldigande krafter betraktas på avstånd kan människan med hjälp av förnuftet analysera både naturfenomenet och sin egen relation till det. Mötet med naturens sublima innebär därför ett möte med oss själva. ”[S]ublimt är det som hos sinnet, bara genom att det kan tänka det, påvisar en förmåga som överskrider varje sinnlig måttstock”, skriver Kant.<sup>9</sup> Den estetiska upplevelsen av det sublima är därför nära kopplad till den ideologiska idén om fronten: i båda fallen handlar det om att överskrida tankemässiga och rumsliga domäner för att utvidga människans verksamhetsområde och plats i naturen.

Den konstnärliga strömning som Bierstadt och Moran tillhörde kallas för ”det amerikanska sublima”. Samma estetiska och ideologiska naturrelation som verkar i denna konstnärliga tradition förekommer även i Hubbleteleskopets rymdbilder. I en intervju med Keith Noll, en av de astronomer som tagit fram rymdbilderna, berättar han för Elizabeth Kessler hur Bierstadts konstnärskap inspirerade arbetet med bilderna: ”Han lade till olika lager av ljus och djup som gav [målningarna] en väldigt suggestiv känsla av det majestätiska, av det förunderliga, av det mystiska – mycket av det som jag tror att vi eftersträvar i de här bilderna.”<sup>10</sup>

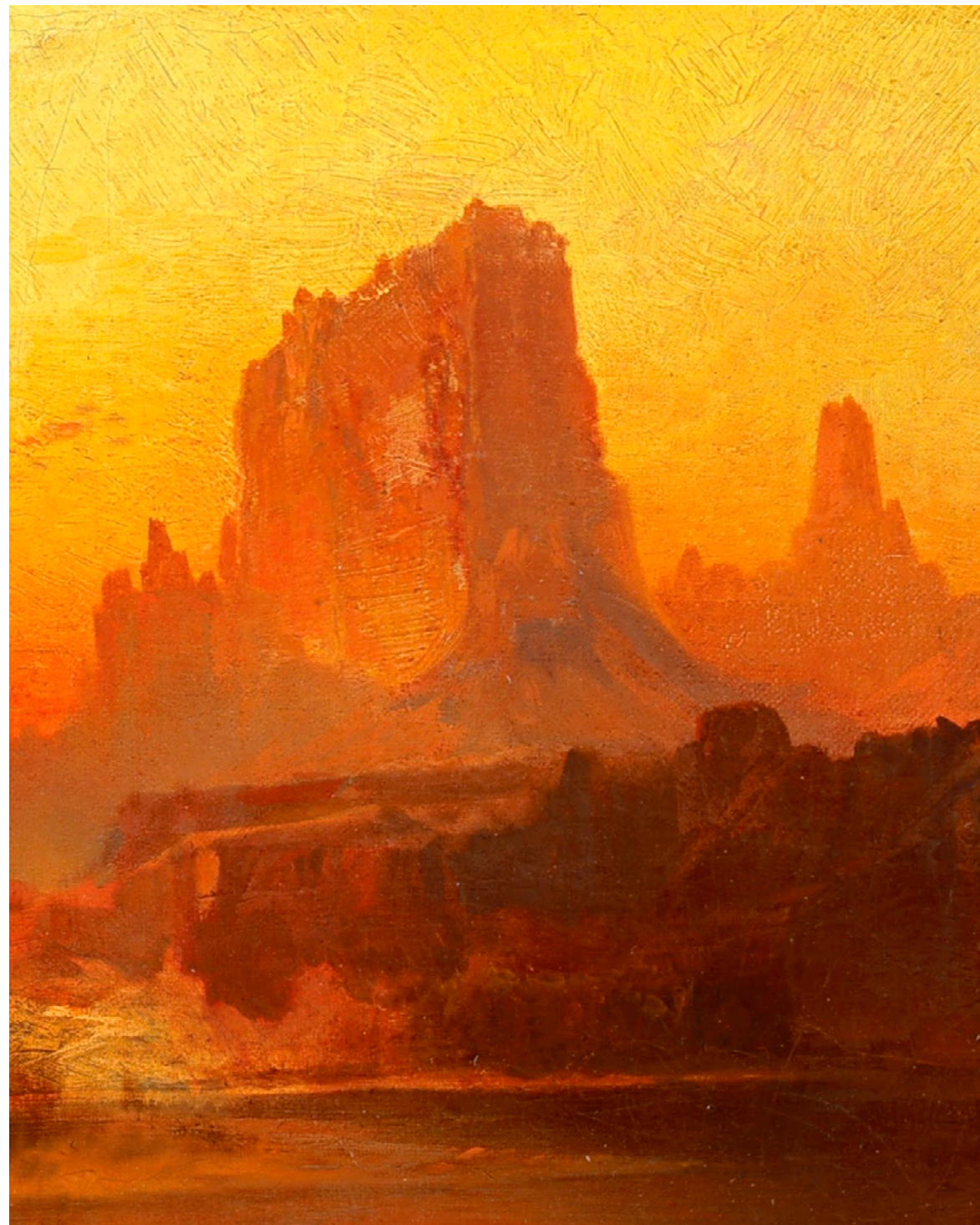
Denna ambition, som delar den romantiska estetikens strävan att uttrycka det sublima, kommer till uttryck i en av Hubbleteleskopets mest kända bilder. Den föreställer tre mörka moln i Örnnebulosan, som ligger 6 500 ljusår bort från jorden. Formationerna kallas för Skapelsens pelare, eftersom nya stjärnor bildas i gasmolnen. Färgerna på bilden motsvarar dock inte färgerna hos de våglängder som Hubbleteleskopet observerade med hjälp av olika filter, utan har valts enligt principen för kromatisk ordning som Webbteleskopet senare använde. Som Kessler påpekar så kan ”inget mänskligt öga någonsin se Örnnebulosan”<sup>11</sup> i de färger som syns på bilden.

En intressant aspekt av bilden av Skapelsens pelare är dess orientering. I rymden finns inget upp eller ner, och bilderna kan i princip vridas i vilken riktning som helst. Bilden på Skapelsens pelare har orienterats så att de tre pelarna ser ut att vara belysta ovanifrån. Denna orientering – med den ljusare delen överst – är vanlig i flera av Hubbleteleskopets bilder. Associationer väcks till bergpelare på jorden som blir belysta ovanifrån av solen. Både färger och orientering är element som har valts för att skapa en känsla av förundran och storhet i bilden.

När Webbteleskopet släppte en bild av samma motiv i oktober 2022 skrev Nasa att de ”tredimensionella pelarna ser ut som majestätiska

---

Utsnitt ur Thomas Morans *The golden hour*. Målningen föreställer bergsformationer i Wyoming, USA.





Bilden visar gasmoln i Örnnebulosan, 6500 ljusår från jorden. Den producerades med hjälp av Hubbleteleskopet 2014. Färgerna representerar strålning från väte, kväve, svavel och syre. Bilden är orienterad så att motivet ser ut att vara upplyst från ovan, precis som Morans berg. NASA/ESA.

bergsformationer” och jämförde delar av dem med ”smält lava”.<sup>12</sup> Nasa jämförde således rymdens främmande värld med välkända geologiska fenomen på jorden. Elizabeth Kessler har identifierat hur denna analogi förekom flitigt i Nasas pressmeddelanden om Hubbleteleskopet. Angående en bild av Orionnebulosan skrev Nasa att likt ”Grand Canyon så har Orionnebulosans yta en dramatisk topografi – av glödande gaser istället för sten – med toppar, dalar och väggar.”<sup>13</sup> En annan nebulosa beskrev Nasa som ”analog med formationen av kullar och pelare i Amerikas sydvästra öken.”<sup>14</sup>

Hubbleteleskopets rymdbilder presenteras i termer av det amerikanska landskapet. Precis som de amerikanska landskapsmålningarna kan bilderna också skapa en känsla av det sublima. Trots att rymdbilderna är vackra, påminner de oss också om rymdens dödliga och vittomfattande vakuum. Och precis som de amerikanska landskapsmålningarna skildrar geologiska formationer som är överväldigande och omöjliga att åskådliggöra i sin helhet är de kosmiska landskapen (som Carina-nebulosans gasmoln, vilka passande nog kallas för de Kosmiska klipporna) av sådana ofattbara dimensioner att de endast kan få en begränsad visuell framställning.

I estetiskt avseende har Hubbleteleskopets bilder starkt präglat vår upplevelse av rymden. Valet av färger, orientering och beskärning inger en speciell känsla som har påverkat rymdskildringar i allt från dokumentärer till science fiction. Som Elizabeth Kessler skriver: ”Hubbles bilder har betingat oss att se universum i levande färger”.<sup>15</sup>

I ideologiskt avseende är bilderna präglade av tanken på naturen som en gräns (*frontier*). Denna retorik är central i amerikanska rymdsammanhang. Begreppet dyker upp i allt från inledningsfrasen i Star Trek (”Space, the final frontier”), till boken *Science the Endless Frontier* från 1945 som påverkade USA:s vetenskapliga efterkrigsprogram, och vidare till Nasas rymdprogram *New Frontiers* som utforskar solsystemet. Efter att den amerikanska gränsen hade etablerats från kust till kust blev rymden nästa gräns att utforska. Elizabeth Kessler slår därför fast att ”myten om den amerikanska

gränsen fungerade som ett ramverk genom vilken en ny gräns betraktades”.<sup>16</sup>

Om de nya rymdbilderna från Webbteleskopet säger Joe DePasquale: ”När vi tittar på de här bilderna så är vi universum som tänker på sig självt.” Han reflekterar över hur bilderna ”för oss alla samman.”<sup>17</sup> Kanske är detta en av Hubble- och Webbteleskopets stora ironier. De ger oss en ny blick mot universum och påminner oss om det som vi människor har gemensamt: att vi bor på en liten planet som svävar i en ofantlig rymd. Men samtidigt som bilderna ger uttryck för den gränslösa rymden återkopplar de till gränserna på jorden. Elizabeth Kessler menar att på grund av *frontier*-retoriken och estetiken som hämtats från målare som Moran och Bierstadt så bär Hubbleteleskopets bilder på ”en stark nationalistisk ideologi som återskapar universum i bilden av det amerikanska landskapet”.<sup>18</sup> Denna ideologiska dimension var närvarande på Vita husets presskonferens för Webbteleskopets bilder då Joe Biden sade att ”bilderna kommer att påminna världen om att USA kan göra stora saker”.<sup>19</sup>

#### Att fotografera ett svart hål

Den 12 maj 2022 presenterade forskare från Event Horizon Telescope (EHT) den första bilden någonsin av vad som finns längst in i vår egen galax: ett gigantiskt svart hål. På bilden syns en ring i rödororangea färger. Den lysande ringen uppstår då en glödhet gas virvlar kring ett svart hål. Gasen skickar iväg strålning i alla riktningar och det svarta hålet, som har en massa motsvarande flera miljoner solar, böjer av och slukar delar av strålningen. Därför skapas en mörk del i mitten av ringen. Denna mörka del kallar EHT:s forskare för det svarta hålets skugga.

År 2019 släppte EHT en liknande bild. Den föreställde det gigantiska svarta hålet i mitten av galaxen M87, som ligger 53 miljoner ljusår från jorden. Bilden av det svarta hålet i M87 blev snabbt ikonisk. Enligt uppskattningar från medicanalytiker såg över en miljard människor bilden inom loppet av några dagar.

Båda dessa bilder visar att det är möjligt att avbilda hur det ser ut väldigt nära ett svart hål. Men precis som med Webbteleskopets bilder väcker EHT:s bilder frågan om det verkligen ser ut på samma sätt i rymden som på bilderna.

Det svarta hålet i mitten av vår galax ligger 26 000 ljusår från jorden. Dess diameter är ungefär lika stor som Merkurius omloppsbanan runt solen. För att urskilja vad som händer kring det svarta hålet behövs ett teleskop som nästan är lika stort som hela jorden. Ett sådant teleskop är förstas omöjligt att bygga, och därför använder EHT teleskop placerade på olika kontinenter för att samla in så mycket information som möjligt om det svarta hålet. Genom att kombinera den data som teleskopen samlar in går det att med hjälp av superdatorer och avancerade bildalgoritmer rekonstruera vad ett jordstort teleskop skulle ha sett om det observerade det svarta hålet.

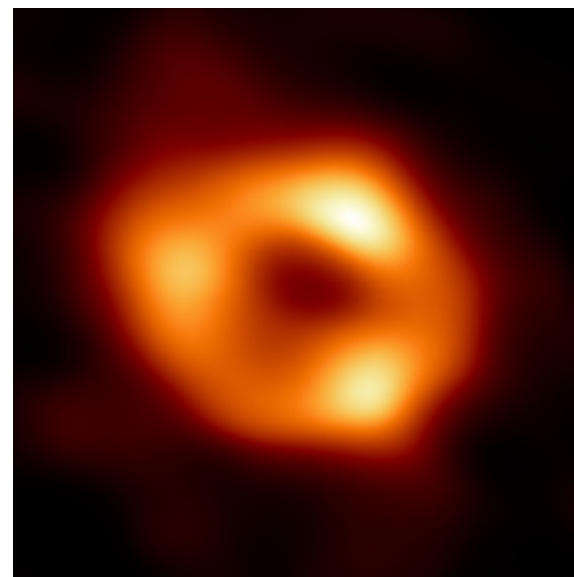
Men denna databehandling skapar inte en entydig bild av hur det ser ut kring ett svart hål. Antag till exempel att du ska fotografera ett ansikte. Du har dock inte tillgång till en kamera som kan fotografera hela ansiktet, utan endast flera små kameror som kan fotografera olika delar. Du får därför information om en bit av ett öra, en bit av ett öga, lite av håret och så vidare. Utifrån dessa delar kan du med hjälp av anatomiska modeller rekonstruera hur hela ansiktet ser ut. Helt olika slags ansikten kan dock stämma överens med de detaljer som du har fotograferat. För att avgöra vilken av de olika bildrekonstruktionerna som är den rätta måste du i slutändan jämföra med det riktiga ansiktet.

Med sina teleskop samlar EHT in delar av strålningen från gasen som rör sig kring det svarta hålet. Till skillnad från fotografiet av ett ansikte består EHT:s data dock inte av enskilda pixlar av en bild, utan ett slags matematiska grundkomponenter som innehåller visuell information. Utifrån dessa grundkomponenter går det att skapa flera möjliga bilder av hur det ser ut kring ett svart hål. EHT:s forskare ägnade flera år åt att utveckla och testa sina bildalgoritmer. Men till skillnad från exemplet med att fotografera ett ansikte kan

de inte jämföra sin bild med förlagan. Ingen har skapat en liknande bild tidigare, och än mindre sett hur det ser ut kring ett svart hål med egna ögon. De två bilder som EHT presenterade av de svarta hålen i Vintergatan och galaxen M87 är därför *de mest sannolika* bilderna av hur det ser ut kring dessa objekt.

Radiostrålningen som EHT:s teleskop observerar kan vi inte uppfatta med våra ögon. Färgen i bilderna representerar istället intensiteten i denna radiostrålning. Den vitgula färgen motsvarar mer strålning, den röda färgen mindre. EHT:s forskare valde dessa färger eftersom gasen som virvlar runt det svarta hålet har en temperatur på flera miljarder grader. Den rödororangea färgskalan representerar hetta, trots att blått rent fysikaliskt motsvarar en högre temperatur än rött. Precis som med andra rymdbilder har allmänhetens färgassociationer präglat bilderna av svarta hål.

Astronomiska organisationer gör ofta konstnärliga gestaltningar av hur det ser ut i rymden.



Det svarta hålet Sagittarius A\* i mitten av Vintergatan, som ligger 26 000 ljusår från jorden. Bilden är skapad av den internationella organisationen Event Horizon Telescope. Färgerna representerar intensiteten hos radiostrålningen från den gas som virvlar kring det svarta hålet.

Dessa gestaltningar används i exempelvis pressmeddelanden och utställningar för att ge allmänheten en känsla av vad som händer vid de platser vi inte kan besöka eller avbilda. Efter EHT:s bilder noterade den danska vetenskapshistorikern Emilie Skulberg – som har studerat den visuella representationen av svarta hål – hur dessa konstnärliga gestaltningar förändrades. Nasa anammade exempelvis den rödororangea färgskalan, och färgerna användes även när ett svart hål dök upp i science fiction-serien Star Trek. Skulberg konstaterade att ju mer EHT:s bilder spreds, desto mer förändrades också ”förväntningarna från betraktare som inte är specialister på de visuella representationerna av svarta hål”.<sup>20</sup>

Precis som Hubble- och Webbteleskopet har förändrat våra förväntningar av hur nebulosor borde se ut, så har EHT förändrat våra förväntningar på hur det borde se ut kring svarta hål. Men det finns en skillnad mellan Webbteleskopets och EHT:s bilder. I båda fallen spelar färgerna en viktig roll, men i de senare bilderna visar det svarta hålet sin närvaro genom frånvaron av ljus. Mörkret är bildens centrala motiv.

Det är denna frånvaro, som EHT kallar för det svarta hålets skugga, som är det vetenskapligt mest intressanta i bilden. Därför ville inte EHT:s forskare göra en åtskillnad mellan vetenskapliga bilder för specialister och ”pretty pictures” för allmänheten. Bilderna de visade upp på presskonferenserna var samma bilder som de använde i sin vetenskapliga analys.

Bilderna av svarta hål fick därför en dubbel roll. De var bilder som var tillgängliga för vetenskapliga studier, men också bilder som tog plats i ett större kulturellt sammanhang. Exempelvis valde Museum of Modern Art i New York att placera bilden av det svarta hålet i galaxen M87 i muséets fotografiska samlingar.

I en essä publicerad i muséets tidskrift reflekterar vetenskapshistorikern Peter Galison, som också deltog i EHT:s arbete med att avbilda svarta hål, över bildens status som fotografi. Vi föreställer oss ofta ett fotografi som en bild skapad

med hjälp av en kamera som samlar in synligt ljus. Bilden av det svarta hålet är, som nämnts tidigare, däremot skapad med hjälp av radiostrålning som är insamlad av flera teleskop. Teleskopens data är processad i superdatorer och behandlad med algoritmer. Går det då verkligen att säga att bilden är ett fotografi?

När Galison analyserar frågan i detalj visar det sig att det inte är så enkelt att säga vad ett fotografi egentligen är. Redan 1922 tog konstnären Man Ray fotografier utan kamera då han lade sitt och sin partners huvud på en fotografisk plåt. Fotografier tagna med infraröda kameror är också sedan tidigare en del av muséets utställningar. Och idag är de fotografier vi tar med mobiltelefoner bearbetade av algoritmer och filter innan de sparas i ett digitalt format. Galison menar därför att ”jakten efter en bestämd definition av vad ett fotografi är, med en uppsättning kriterier som är fastslagna en gång för alla, är dömd att misslyckas.”<sup>21</sup>

I slutändan är frågan därför inte om bilderna på svarta hål är fotografier, utan vad dessa bilder säger om våra förväntningar på vad ett fotografi är och vad det kan åstadkomma. Svarta hål är universums allra mest extrema objekt, där materia har tryckts ihop till oigenkännlighet och vid vars yta själva rummet och tiden bildar en gräns för vår kunskap. För att avbilda vad som händer vid denna gräns måste forskarna driva sina observationsmetoder till sin spets. De måste länka samman teleskop över hela jorden, mobilisera superdatorer för att behandla all data och utveckla nya bildalgoritmer för att göra det osynliga synligt. Men det sista steget i denna process handlar inte om teknologin utan om oss själva. Vid kunskapens gränser utmanas vår visuella förmåga till sitt yttersta. Bilderna på svarta hål tvingar oss att kritiskt granska hur vi gör världen tillgänglig för våra sinnen då vi försöker se vad som händer vid gränsen för det osynliga.

I denna bemärkelse är avbildningarna av svarta hål också en del i den estetiska traditionen av att skildra det sublimala. Svarta hål är några av de mest skräckinjagande naturfenomen vi kan tänka

oss, men tack vare avancerade teknologier kan vi avbilda och studera dem. Om ett par år kommer vår visuella förmåga att sättas på prov igen, då EHT förhoppningsvis når sitt nästa mål: att inte bara skapa bilder, utan även filmer av vad som händer kring ett svart hål.

#### Människans rymd

De flesta bilder vi ser idag är bearbetade på något sätt. Varje gång vi tar ett fotografi med en digital kamera, vanligtvis en mobiltelefon, förvandlas ljus till data. Olika filter och algoritmer styr hur denna data översätts till en bild. Precis som med nebulosor och svarta hål, omvandlas data från exempelvis ansikten och solnedgångar till bilder. Den stora skillnaden mellan rymdbilderna och kamerafotografierna är att vi kan jämföra bilderna som vi tar med våra kameror med motivet för att avgöra hur trogen bilden är motivet. Med rymdbilderna är denna jämförelse oftast omöjlig. Endast ett fåtal himlakroppar går att studera med ögat, en kikare eller ett hyfsat billigt optiskt teleskop. Det är därför omöjligt att bedöma om de flesta rymdbilderna motsvarar vad vi skulle se med våra

egna ögon, eftersom vår teknologiskt förmedlade upplevelse av rymden är så begränsad.

Bilderna sätter därför fingret på en avgörande fråga som handlar om mycket mer än bara rymden: hur påverkar all teknologi vår upplevelse av världen? Tack vare en teknologiskt utvidgad perception kan vi uppleva sådant som ligger bortom vår fysiologiska varseblivningsförmåga. Detta handlar inte bara om rymden, utan även om möjligheten att via exempelvis medicinska bildtekniker studera insidan av våra kroppar eller med hjälp av geoakustiska metoder skapa tredimensionella rekonstruktioner av jordens inre.

Samtidigt som vårt synfält har vuxit till att innefatta nya domäner vill vi ofta ta del av de teknologiskt skapade bilderna ”som om” vi ser verkligheten direkt utan teknologins mellanhand. Den tyske filosofen Walter Benjamin kallade denna längtan efter att ta del av verkligheten utan teknologisk förmedling för ”den blåa blomman i teknikens land”.<sup>22</sup> Den blåa blomman är en symbol från den tyska romantiken och representerar en diffus längtan som inte går att uppfylla. Benjamin menar att längtan efter en upplevelse som inte förmedlas

av olika apparater är den ouppnåeliga drömmen i en värld där vår perception allt mer förmedlas av olika teknologier. Tag exempelvis den på Instagram ofta förekommande hashtaggen #nofilter, vilken indikerar att en bild inte har bearbetats av några medvetet valda filter. Det ironiska i hashtaggen är att en digital kamera alltid bearbetar en bild med algoritmer och filter innan den sparas som en fil. #nofilter är den blåa blomman i teknikens land.

Istället för romantikens blåa blomma är astrofysikens svarta hål kanske en bättre symbol för hur vi bör förhålla oss till vår utvidgade visuella förmåga. Avbildningarna av vad som sker kring ett svart hål bygger på avancerade teknologier och bildalgoritmer. Utan dessa skulle vi aldrig få reda på hur det kan se ut vid universums mest extrema platser. När vi ser det svarta hålets skugga kan det också göra oss uppmärksamma på de teknologiska villkoren för vår utvidgade perception. Om vi lär oss betrakta en bild inte bara utifrån vad den visar, utan också utifrån dess tillkomstshistoria, kan vi utveckla vårt visuella tänkande, och, i fallet med rymdbilderna, därigenom få en fördjupad relation till kosmos. Just ordet ”relation” är viktigt, eftersom

vi inte kan undvika det faktum att vi blickar ut mot kosmos utifrån en specifik plats i rymden, och med de unika erfarenheter och fysiologiska villkor som präglar vår blick. Fotografierna (ja, låt oss kalla dem för det) av svarta hål låter oss därför reflektera över villkoren för vår teknologiskt utvidgade perception och hur dessa villkor styr vårt visuella tänkande.

Bilderna av rymden bär spår av människans erfarenheter på jorden. Att låta rött och orange representera hetta, att orientera bilderna så att de påminner om geologiska formationer och att översätta dem till färger som motsvarar våra ögons fysiologi är exempel på hur bilderna är anpassade till våra mänskliga erfarenheter.

De nya rymdbilderna är därför inte bara bilder av rymden. De är också bilder av vårt mänskliga sätt att betrakta rymden, och, i slutändan, bilder av gränserna för vår mänskliga perception. Om vi lär oss att kritiskt hantera dessa bilders estetiska och ideologiska element belönas vi inte bara med en klarare blick mot rymden, utan också en tydligare bild av vår egen mänskliga plats i kosmos.

#### Noter

- 1 Presskonferensen går att se på [www.youtube.com/watch?v=ySalPoHisRg&ab\\_channel=TheWhiteHouse](https://www.youtube.com/watch?v=ySalPoHisRg&ab_channel=TheWhiteHouse).
- 2 Galileo Galilei, *Sidereus Nuncius*, Thomas Baglioni, 1610.
- 3 Ibid.
- 4 W T Sullivan III, ”Karl Jansky and the discovery of extraterrestrial radio waves”, i *The Early Years of Radio Astronomy*, Cambridge university press, 1984.
- 5 Avsnittet är publicerat den 8 juli 2022 på hemsidan [www.nasa.gov/mediacast/gravity-assist-how-we-make-webb-and-hubble-images](https://www.nasa.gov/mediacast/gravity-assist-how-we-make-webb-and-hubble-images).
- 6 Se <https://illuminateduniverse.org/2022/09/08/tangled-in-the-tarantula-nebula/>.
- 7 Gravity Attractor, 8 juli 2022, [www.nasa.gov/mediacast/gravity-assist-how-we-make-webb-and-hubble-images](https://www.nasa.gov/mediacast/gravity-assist-how-we-make-webb-and-hubble-images).
- 8 Se <https://illuminateduniverse.org/2022/09/08/tangled-in-the-tarantula-nebula/>.
- 9 Immanuel Kant, *Kritik av omdömeskraften*, övers Sven-Olov Wallenstein, Thales, §25.
- 10 Ibid.
- 11 Ibid.

- 12 Se <https://webbtelescope.org/contents/news-releases/2022/news-2022-052>.
- 13 Elizabeth Kessler, *Picturing the Cosmos*, University of Minnesota Press, 2012.
- 14 Ibid.
- 15 Ibid.
- 16 Ibid.
- 17 Gravity Attractor, 8 juli 2022, [www.nasa.gov/mediacast/gravity-assist-how-we-make-webb-and-hubble-images](https://www.nasa.gov/mediacast/gravity-assist-how-we-make-webb-and-hubble-images).
- 18 Elizabeth Kessler, *Picturing the Cosmos*.
- 19 Se [www.youtube.com/watch?v=ySalPoHisRg&ab\\_channel=TheWhiteHouse](https://www.youtube.com/watch?v=ySalPoHisRg&ab_channel=TheWhiteHouse).
- 20 Emilie Skulberg, *The event horizon as a vanishing point*, doktorsavhandling framlagd vid St John's College, 2021.
- 21 Peter Galison, ”How Do You Photograph a Black Hole?”, MoMA Magazine, 2021.
- 22 Walter Benjamin, ”Konstverket i reproduktionsåldern”, övers Carl-Henning Wijkmark, i *Bild och dialektik*, Daidalos, 2014.