INNSATSEN ER EN SUKSESS!

Store rovdyr er tilbake i Europa





ILLUSTRER VITENSKAP

2545

FORDI DU ER FØDT NYSGJERRIG

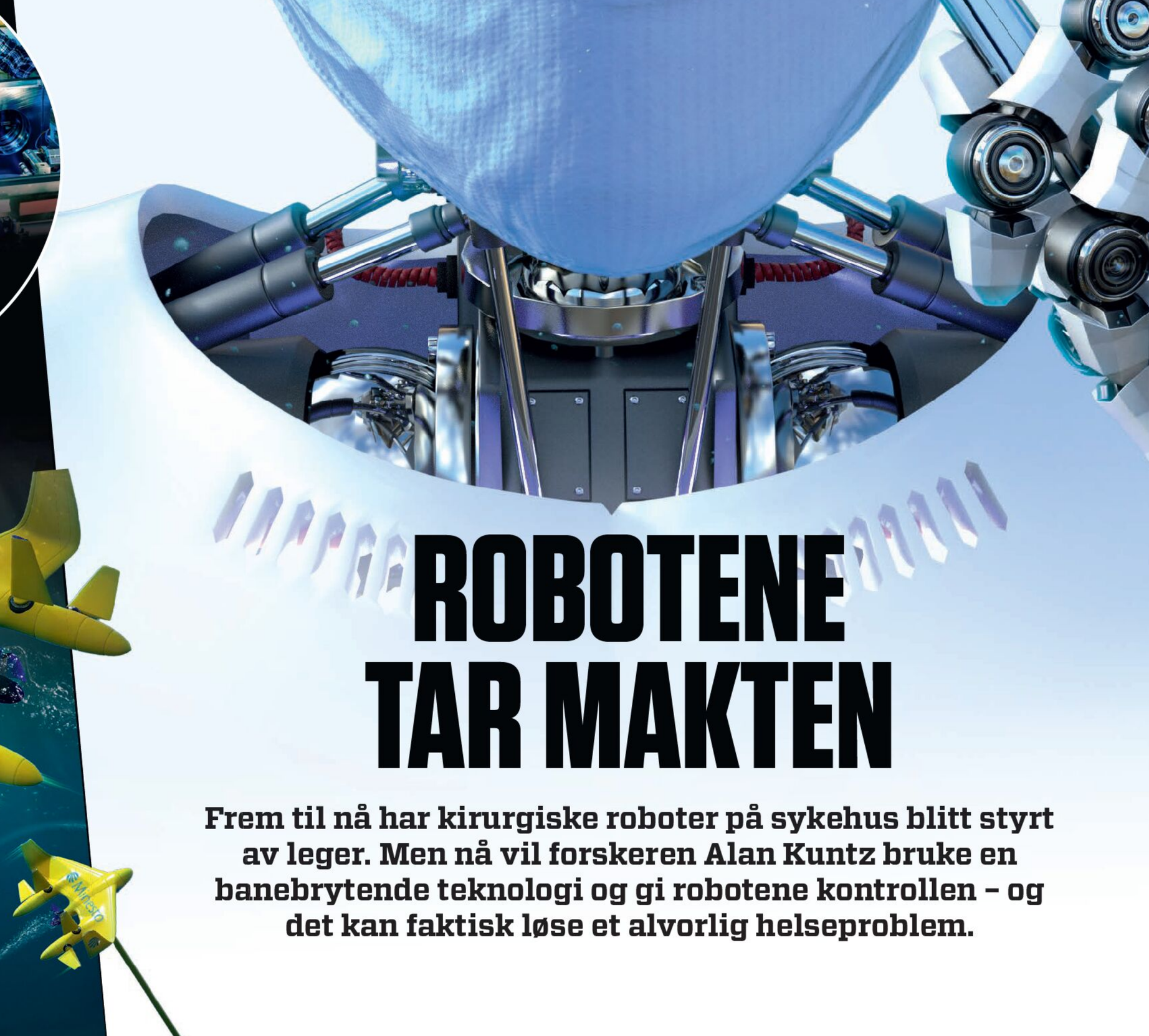
Melkeveiens fartsbøller suser gjennom galaksen



Forskere vil skape stoff av ingenting

Nå skal havet TAPPES FOR ENERGI





ROBOTENE TAR MAKTEN

Frem til nå har kirurgiske roboter på sykehus blitt styrt av leger. Men nå vil forskeren Alan Kuntz bruke en banebrytende teknologi og gi robotene kontrollen – og det kan faktisk løse et alvorlig helseproblem.

Nr. 18/2025 · PRIS: 109,95 kr.

HISTORIE/ VITENSKAP

BC | 582 | 018

7 023061 005824 54018

HISTORIE SPESIAL

LÆR MER OM ROMERRIKETS MILITÆRE OVERMAKT



FÅ FØRSTE UTGAVE FOR KUN

KR 99

Inkl. porto og eksp.

SPAR KR 80

HISTORIE SPESIAL er en temautgave fra magasinet Historie. Hver utgave tar for seg et spesielt utvalgt tema og har den dramatiske fortellingen som omdreiningspunkt.

I den første utgaven kan du tre inn i Romas uovervinnelige krigsmaskin. Hvem var mennene som med disiplin, mot og strategi sikret Romerrikets dominans i flere hundre år? Hvordan ble legionærene trent opp til å adlyde uten å nøle – og hvilke ingeniørmessige genistreker fra gjorde det mulig å føre krig i selv de fjerneste delene av verden? Dykk ned i historien om de romerske legionene – fra anonyme fotsoldater til tidens mest ambisiøse feltherrer – og finn ut hvordan antikkens mest effektive militærapparat ble bygd, drevet og fryktet.

HISTORIE SPESIAL gis ut fire ganger i året og er på 124 sider.

Bestill på: historienet.no/hisspesiell

Bonnier Publications International AS, Kundeservice, postboks 1188 Sentrum, 0107 OSLO, tlf. 23 06 87 00. Kundeservice.com

Skann og gå direkte til bestilling!

Møt din nye kirurg: roboten

Forestill deg at du ligger på operasjonsbordet. Kirurgen og sykepleierne står rundt deg. En av dem stryker deg over hånden, og du glir inn i narkosens tåke.

Det scenariet kan snart være en saga blott.

Den amerikanske robotforskeren og KI-eksperten Alan Kuntz har fått betydelig økonomisk støtte til et prosjekt som skal presse kirurger og leger ut av operasjonsstuen. Målet er en fullt funksjonell operasjonsrobot som om bare tre år vil kunne gjennomføre en hel operasjon uten menneskelige inngrep.

Allerede i dag utfører roboter noen av de mer rutinemessige inngrepene i verdens operasjonssaler, og de utfører både snorrette kutt og presise sting. Felles for disse robotene er imidlertid at de styres av en kirurg.

Det nye prosjektet skal bruke en robot som er utviklet av selskapet Virtuoso Surgical. Dagens versjon styres av leger og har ennå ikke inntatt verdens sykehus. Den skapte imidlertid overskrifter tidligere i år da den utførte sine første operasjoner på mennesker. Roboten fjernet til sammen elleve svulster fra seks pasienter med blærekreft. Roboten skar ut hele svulster i stedet for å ta en liten bit om gangen, som er vanlig praksis.

Nå skal roboten utføre hele operasjonen på egen hånd.

I dette nummeret kan du på sidene 20–27 lese om hvordan Alan Kuntz ønsker å få kirurgiske roboter til å tenke selv, og hvordan denne øvelsen – hvor skremmende den enn høres ut – faktisk kan bidra til å avverge en alvorlig helsekrise. God fornøyelse!



Karen Grubbe

Karen Grubbe / sjefredaktør



CLAUS LUNAU/ISTOCK/GETTY IMAGES PLUS/KEN IKEDA MADSEN & SHUTTERSTOCK AI/ JACQUELINE RAMSEYER ORRELL/SLAC NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY

DETTE FÅR DU MED ILLUSTRERT VITENSKAP

... overblikk over det folk er opptatt av

Månens tyngdekraft er en pålitelig og uuttømmelig kilde til grønn energi. Nå vil et svensk selskap utnytte den med en helt ny teknologi som vil hente rikelig med strøm direkte fra tidevannet.

SIDE 44

... de viktigste nyhetene fra forskningsfronten

Astronomer har oppdaget en stjerne som raser gjennom Melkeveien i to millioner km/t. Men hastigheten er ikke det mest overraskende. Målinger tyder på at stjernen ikke er alene.

SIDE 64

DU FÅR OGSÅ

... åpnet øynene for en fantastisk verden

Ulv og bjørn var nesten utryddet, men i dag er de i ferd med å innta Europa igjen. Til glede for naturen – og til skrekk og gru for mange. Nå viser en studie av mange angrep kan unngås.

SIDE 52

ILLUSTRERT VITENSKAP **Masterclass**

Vil du øke IQ-en din på 5 uker?



Prøv vår Masterclass

- 10 minutter daglig hjernetrim
- råd fra de viktigste ekspertene
- innsikt i den nyeste hjerneforskningen

ILLUSTRERT VITENSKAP

FORDI DU ER FØDT NYSGJERRIG

Prøv for kr 0

Start din Masterclass på
illvit.no/masterclass

Bonnier Publications International AS, kundeservice,
postboks 1188 Sentrum, 0107 Oslo, tlf. 23 06 87 00, kundeservice.com

// INNHOLD

NR. 18
2025

ARTIKLER

8 **Blinkskudd:** Forskere jakter skyer på fjelltopp.

20 **Helse:** Kirurgiske roboter skal treffe livsviktige valg.

28 **Klima:** Årelange tørker brer seg over hele jorden.

34 **Blinkskudd:** Sjøhestfar føder flere hundre unger.

36 **Fysikk:** Fysikere vil skape materie av ingenting.

44 **Teknologi:** Nå skal tidevannet tappes for energi.

52 **Naturen:** De store rovdyrene gjenerobrer Europa.

58 **Blinkskudd:** Stjerne sender mystiske radiosignaler.

60 **Fysikk:** Max Planck ga fysikken et kvantesprang.

64 **Universet:** Melkeveiens fartsbøller suser gjennom galaksen.

SEKSJONER

6 **Skriv til oss**
Leserbrev og kommentarer

10 **Ny viten**
Nye resultater og oppdagelser fra hele verden

40 **Stjernehimmelen**
Din guide til himmelen akkurat nå

72 **Spør oss**
Vitenskapens svar på lesenes spørsmål

78 **Tenkeboks**
Logisk hodebry og kunnskap på tvers

82 **På gjensyn**
Gled deg til neste nummer av Illustrert Vitenskap



KEN IKEDA MADSEN/SHUTTERSTOCK/AI

28

Jorden visner

Årelange tørkeperioder sprer seg over hele kloden – og det blir bare verre. Det er konklusjonen til et forskerteam som har kartlagt 13 000 tørkeperioder fra de siste 40 årene. Heldigvis har de også en idé om hvordan vi kan unngå å tørke helt ut.



HUGO ERFURTH

60

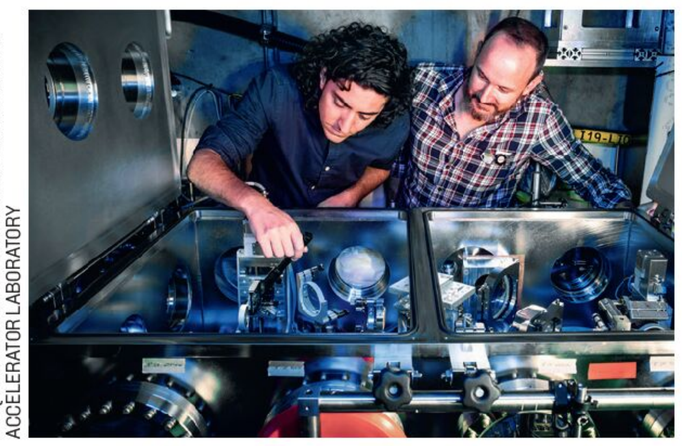
Max Planck ga fysikken et kvantesprang

På universitetet ble Max Planck fortalt at alle fysikkens spørsmål snart var besvart. Men da han forsøkte å tette et av de siste hullene i forskernes kunnskap med en ny formel, oppdaget han at den førte inn i en ny, ukjent verden.

36

Fysikere vil lage materie av ingenting

Kan noe komme fra ingenting? Ja, sier fysikerne. Men det krever et fenomen som er så voldsomt at det tomme rom rives fra hverandre. Det er det et team av fysikere nå prøver å skape i laboratoriet.



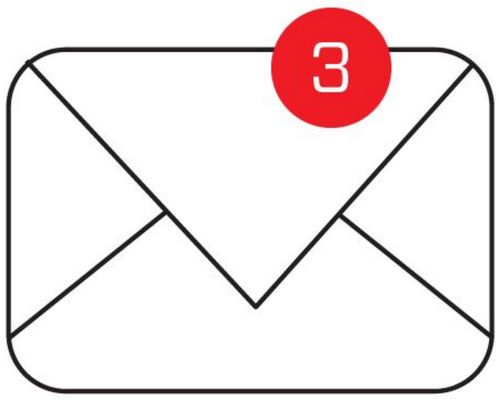
JACQUELINE RAMSEYER ORRELL/SLAC NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY



NAVNET FORPLIKTER

I 1984 kom Illustrert Vitenskap til verden båret av én idé: at selv det vanskeligste emne kan formidles slik at folk flest synes det er interessant. Den ideen forfølger vi fortsatt. Men det krever en spesiell type formidling, og når ordene ikke strekker til, må det visuelle ta over, og vi stopper ikke før poenget er fulgt helt til dørs med gjennomarbeidede tekster og forklarende illustrasjoner. Vi tar med andre ord navnet vårt ganske bokstavelig: Illustrert Vitenskap.

// SKRIV TIL OSS



FORTELL OSS HVA DU MENER

Har du kommentarer eller spørsmål til artikler du har sett i Illustrert Vitenskap? Send oss gjerne en e-post via **www.illvit.no/skrivtiloss**

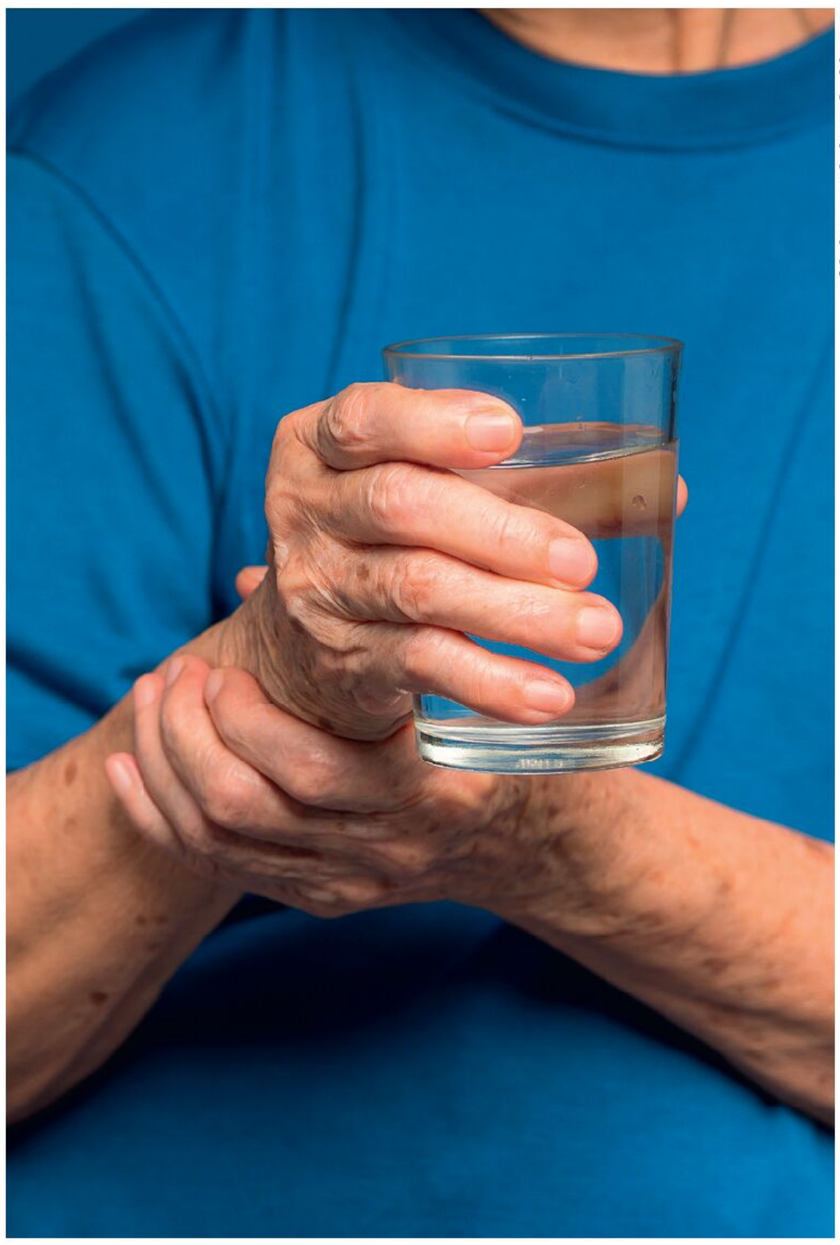
Infrarødt lys kan hjelpe hjernen

I artikkelen «Nå vil forskere 'fjernstyre' hjernen til parkinson-pasienter» skriver dere at det ikke finnes noen kur mot Parkinsons sykdom. Men forskning fra 2023 viser at infrarødt lys er en effektiv behandling. **A. Kværne**

Ny forskning tyder på at infrarød stråling med bølgelengder på rundt 3–16 mikrometer har potensial til å hjelpe personer med parkinson. I hvert fall viser forsøk på mus at strålingen kan forbedre balanse og bevegelse – noe parkinson-pasienter ofte sliter med.

Effekten skyldes trolig at strålingen styrker hjerneceller som er skadet. Forsøk på små grupper av parkinson-pasienter er også i gang og viser lovende resultater. Det er imidlertid fortsatt for tidlig å konkludere med sikkerhet, men forhåpentligvis vil vi få vite mer om noen år.

Red.



MEEBOONSTUDIO/SHUTTERSTOCK

Parkinsons sykdom resulterer blant annet i skjelving, dårlig balanse og langsomme bevegelser.

Arbeid med flytende by er i full gang

I «Byer stikker til sjøs» i nr. 6/2025 får dere det til å høres ut som om de nevnte byene er under bygging. Men så langt er de ikke kommet. **T. Kvaløy**

Riktignok er flere av de nevnte prosjektene bare kommet til tegnebrettet – men noen av dem er allerede under bygging. Det gjelder blant annet Maldives Floating City. Her har de lokale myndighetene og selskapet som skal lede byggingen, undertegnet offisielle avtaler, penger er sprøytet inn i prosjektet, og de første flytende plattformene er bygget.

Red.



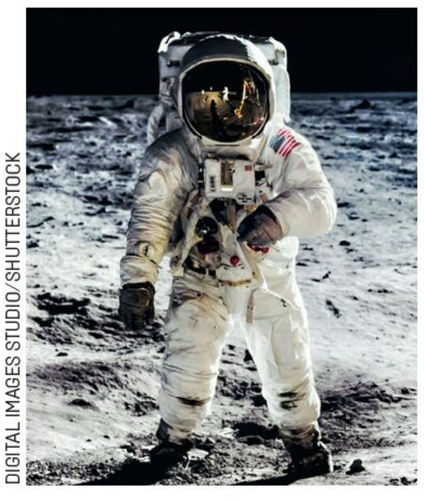
OCEANIX/BIG-BJARKE INGELS GROUP.

Flere flytende byer er under utvikling rundt om i verden.

FEIL OG MANGLER

I artikkelen «Oppsiktsvekkende funn: 76 millioner år gammelt funn i park kan rokke ved vår oppfatning av dinosaurene» på våre nettsider skrev vi at et 76 millioner år gammelt økosystem var hjemsted for dinosaurer som Triceratops, Ankylosaurus og Tyrannosaurus rex. Dette er ikke riktig, ettersom disse dinosaurene levde for 68–66 millioner år siden. I stedet var det aktuelle økosystemet hjemsted for en rekke nære slektninger av de tre dinosaurene.

Astronautene bør unngå å dra med seg månestøv inn i farkosten.



DIGITAL IMAGES STUDIO/SHUTTERSTOCK

Nasa-forskere advarer om månestøv

Dere skriver om byggematerialer laget av månestøv i «Romforskere leker med legoklosser» i nr. 3/2025. Men kan ikke månestøv være helseskadelig? **S. Björling**

Ifølge forskere fra Nasa kan månestøv være helseskadelig. Det skyldes blant annet at støvet inneholder små partikler som kan pustes inn og reagere kjemisk med vevet i lungene. Det inneholder også større partikler med skarpe kanter som kan forårsake irritasjon, for eksempel i øynene. Så langt er forskernes kunnskap på området basert på eksperimenter med støv fra jorden, for eksempel vulkansk aske. Derfor er det fortsatt usikkert nøyaktig hvordan månestøv påvirker kroppen. **Red.**

VERDENSNYHET!

e VITARA

SUZUKI

PRIS OG AVGIFTSVINNER
FIREHJULSTREKK 2025

Elektrisk SUV med firehjulstrekk
Som skapt for norske forhold

Avansert ALLGRIP-e 4x4 inkl. i prisen
Fire kjøremodus inkl. Trail-mode
412km WLTP rekkevidde
Suzuki Connect App
40/20/40 Justerbart baksete
Opptil over 500 l bagasjerom
Høy bakkeklaring
Les mer på suzuki.no

Leasing
1.995,-* pr mnd

Introduksjonspris
e VITARA ALLGRIP-e 4X4 fra kun 334.500,-

SNOWTRAIL-UTSTYRSPAKKE INKLUDERT I PRISEN

19 tommer mørke aluminiumsfelger · 10-veis elektrisk justerbart førersete · Ambient stemningsbelysning · Adaptive fjern- og hovedlys Ikonisk 3-point led matrix · Trådløs mobillading · Stemmestyring· INFINITY by Harman lydsystem med subwoofer · Oppvarmet ratt & frontrute · 10.25-tommers skjerm & 10.1-tommers senter skjerm · Apple Carplay og Android Auto · 360 graders kamera

*Suzuki e VITARA Allgrip-e 4x4 Basecamp 1.995,- pr. mnd. inkl. mva. Egenkapital kr 100.000,-. Etableringsgebyr 5.225,-. Rente 6,49%. Effektiv rente 6,7%. o/10 år. Totalt kr. 177.741,-. Frakt, klargjøring, metallic lakk og vinterhjul kommer i tillegg.



Forskere jakter på skyer fra en fjelltopp

Skyer dannes når vanndamp i luften kondenserer til dråper på støvkorn eller andre små partikler i atmosfæren, også kjent som aerosoler. Mengden menneskeskapte aerosoler har sunket betydelig de siste tiårene, i takt med at det har blitt mindre luftforurensning, og forskningsprosjektet CleanCloud studerer hvilken innvirkning dette har på skydannelsen. Her har CleanCloud-forskere fra Swiss Federal Institute of Technology satt opp en værballong på toppen av Helmos-fjellet i Hellas for å måle aerosoler i luften.

Fotograf // Lionel Favre

Søvnmangel medfører farlig betennelse

Svenske forskere har undersøkt hva som skjer når unge menn sover for lite. Etter bare tre dager med søvnmangel viste de ellers friske deltakerne tegn på alvorlige sykdommer.

HELSE Tidligere studier har vist at det å sove for lite eller for mye over en lengre periode kan ha store konsekvenser for helsen.

Nå har forskere fra Uppsala i Sverige satt en gruppe ellers friske unge menn med sunne søvnvaner til å sove få timer i noen få dager.

Forskerne beskriver resultatene som ganske interessante fordi de kunne påvise endringer som tydet på hjerte- og karsykdom etter bare tre netter.

«Vi oppdaget at nivåene av en rekke betennelsesproteiner økte hos friske personer etter tre netter med delvis søvnmangel», forklarer lege Jonathan Cedernaes fra Uppsala universitet i en e-post til Illustrert Vitenskap.

Forskerne tok 16 friske menn med gode søvnrutiner inn i et laboratorium. De ba dem først om å sove 8,5 timer i tre dager. Deretter ble de i ytterligere tre dager bedt om å sove bare 4 timer og 15 minutter hver natt.

Målinger av 88 proteiner i mennenes blod viste økte nivåer av visse proteiner som tidligere har vært forbundet med høyere risiko for hjerte- og karsykdommer, som for eksempel hjertesvikt, forklarer Cedernaes til Illustrert Vitenskap.

«Det er interessant at bare noen få netter med begrenset søvn kan fremkalle disse endringene. Det støtter ideen om at gode søvnvaner også er viktig for hjerte- og karsykdommer i ung alder,» sier Cedernaes.

Forskerne stoppet imidlertid ikke der. De ønsket også å undersøke om de gunstige effektene av trening ble redusert hvis deltakerne fikk mindre søvn.

Det viste seg at noen av de gunstige proteinene som øker under og etter trening, ikke økte like mye etter 4-timersnettene som etter nettene da mennene sov 8,5 timer.

«Dette tyder på at noen av effektene av fysisk trening kan endre seg under søvnmangel», forklarer Cedernaes.

Derfor er hans råd å sørge for å få nok søvn og ikke erstatte søvn med trening.

Helsemyndighetene anbefaler at voksne får mellom sju og ni timers søvn hver natt.

En ny studie om søvn og helse viser at selv unge, friske menn ikke bør kutte ned på søvnen, ettersom det kan få langsiktige konsekvenser.

RED CRISTAL/SHUTTERSTOCK



Hormon styrer døgnrytmen

Søvn er avgjørende for helsen. Derfor har hjernen en innebygd mekanisme for å sikre at du får riktig mengde søvn.

Biologisk klokke er av

1 Hjernecenteret SCN styrer den biologiske klokken. Mens det er natt, holder SCN seg i ro.

Melatonin får deg til å sove

2 Konglekjertelen i midten av hjernen fortsetter å produsere hormonet melatonin (gult) så lenge den ikke får beskjed om noe annet fra SCN. Hjernen fortsetter derfor å sove.

Lyset får deg til å våkne

3 Når det blir lyst, registrerer SCN dette via gangliecellene i netthinnen. SCN gir konglekjertelen beskjed om å stanse produksjonen av melatonin fordi det er på tide å våkne.

CLAUS LUNAU & OLIVER LARSEN

Hulrom på havbunnen bugner av nye arter

En undervannsdrone har gitt forskere et innblikk i et uvanlig miljø dypt under Polhavet. I hulrom i havbunnen fant dronen blant annet koraller, snegler og kråkeboller.

NATUREN Da dyphavsforskere oppdaget hittil ukjente hulrom 700 meter under havoverflaten i et øde område av verden, var det et «magisk øyeblikk».

Det er i hvert fall slik Schmidt Ocean Institute beskriver de nye funnene som ble gjort under en ekspedisjon til de avsidesliggende Sør-Sandwichøyene.

Forskerne fant ikke bare tomme hulrom – stedet var fullt av liv. De mener faktisk at de har oppdaget arter som aldri har blitt sett før.

Alt fra koraller til kråkeboller ser ut til å trives i de avsidesliggende hulene som finnes i havet øst for den sørligste delen av Sør-Amerika og like nord for Antarktis, ifølge forskere.

Forskerne sendte en undervannsdrone ned til lange åpninger i havbunnen for å undersøke hva de kunne finne der. Åpningene kalles hydrotermiske skorsteiner og er utstrømninger av næringsrikt vann, med en temperatur på opptil 400 grader, 700 meter under havoverflaten.

Allerede før dronen kom inn i hulene, skal den ha støtt på flere «blomstrende korallhager», skriver forskerne i en pressemelding.

Inne i hulrommene ble det funnet koraller, snegler, svamper, kråkeboller og sjøstjerner. Forskerne er fortsatt ikke ferdige med sine studier av alle artene og kan derfor ikke si nøyaktig hva de heter eller hvor mange det er. Men de mener at mange av dem er helt nye for vitenskapen.



Havbunnen vrimlet av krepsdyr, blekksprut, fisk og merkelige sjøsnegler, som den på bildet.

JIALING CAI / THE NIPPON FOUNDATION – NEKTON OCEAN CENSUS

Ny dinosaurart var stamfar til T. rex

Undersøkelser av et gammelt dinosaurskjelett har avslørt at den berømte T. rex hadde en tidligere ukjent stamfar. Oppdagelsen kan avsløre nye detaljer om hvordan dinosaurenes konge ble til.

NATUREN På 1970-tallet fant forskere et dinosaurskjelett i den sørøstlige delen av Mongolia.

Den gang og frem til nå har de trodd at skjelettet tilhørte en mellomstor dinosaurart kalt Alectrosaurus, som levde i Asia for millioner av år siden. Men i en ny studie har forskere fra Canada og Mongolia nå slått fast at knoklene faktisk tilhører en nyoppdaget art som også er den nærmeste slektningen til T. rex.

Og det kan gi forskerne tidligere ukjente detaljer om den nyoppdagede artens verdensberømte og ikoniske slektning.

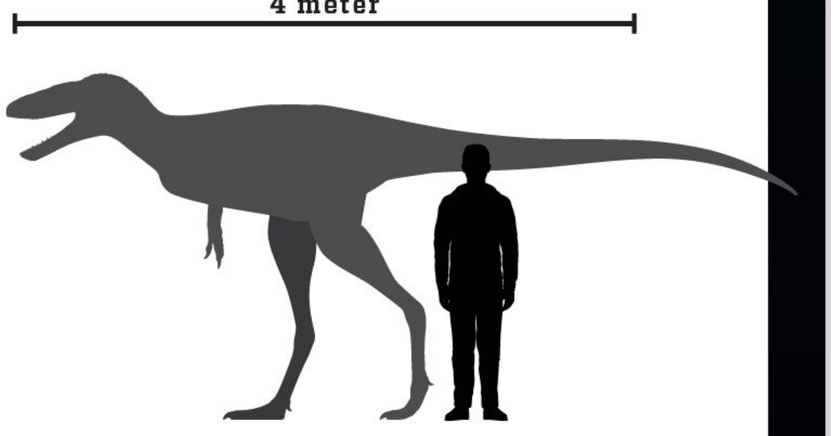
«Den nye arten åpner et vindu inn i vår forståelse av tyrannosaurenes evolusjon», sier Jared Voris, forsker ved det naturvitenskapelige fakultetet ved University of Calgary i Canada, i en pressemelding.

Hvis du spør en rekke tilfeldige mennesker om å nevne en dinosaur, vil mange sannsynligvis si T. rex. Nå ser det ut til at T. rex har en tidligere ukjent stamfar ved navn Khankhuuluu. Navnet kan oversettes til «drageprinsen», fordi den levde før kongen, T. rex, kom til, skriver forskere i pressemeldingen.

Forskerne mener at den nye arten kan gi innsikt i hvordan og når Tyrannosaurus rex utviklet seg til å innta toppen av næringskjeden og bli den største arten i Tyrannosaurus-familien.

Khankhuuluu, derimot, var sannsynligvis lengre nede i næringskjeden, skriver forskerne, og legger til at den sannsynligvis brukte farten sin til å nedlegge byttedyr. Khankhuuluu levde for 86 millioner år siden og delte mange trekk med sine etterkommere. Den hadde imidlertid ikke samme styrke i kjevene til å knuse byttedyrs knokler som T. rex, og den var også noe mindre.

Forskerne anslår at arten veide om lag 750 kilo. Med andre ord var etterkommerne to til tre ganger tyngre.





RILEY BRANDT / UNIVERSITY OF CALGARY

Forskerne sammenligner et beinfragment fra den nye arten med et kranium fra en annen type tyrannosaur.



Orbiter spionerer på solen

Romsonden Solar Orbiter bruker sine instrumenter til blant annet å overvåke solstormer.

Tre instrumenter måler magnetfelt

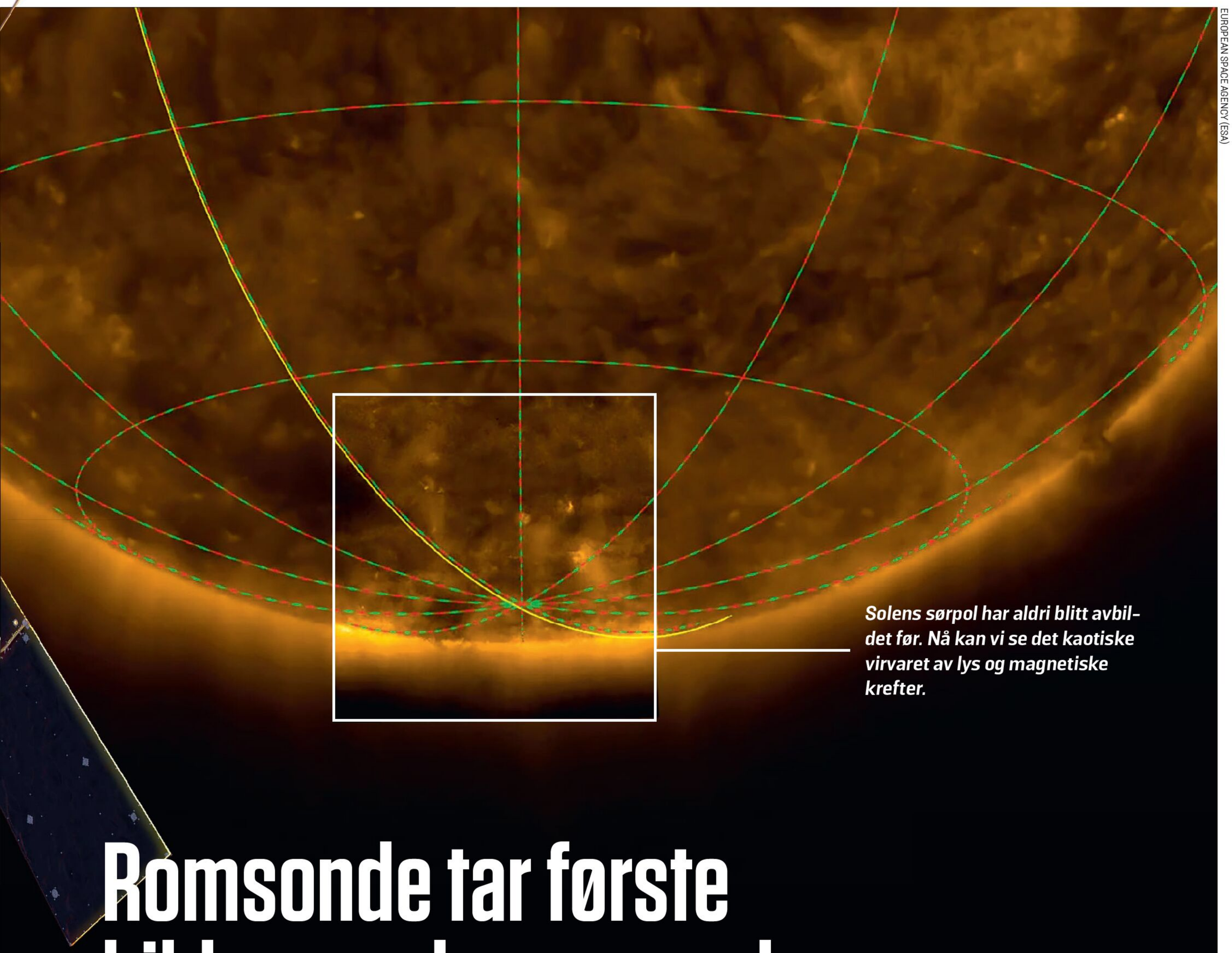
1 Detektorer på en stang bak Orbiter måler både langsomme og plutselige endringer i solas magnetfelt. Målingene kan fastslå aktiviteten i solens syklus mer presist og forklare hva som leder opp til et solutbrudd.

Teleskoper viser solens ytre lag

2 De tre teleskopene EUI, METIS og PHI overvåker solens nedre atmosfære (kromosfæren), koronaen og den lysende overflaten – fotosfæren. Et fjerde teleskop, SoloHI, ser sollys som blir spredt av elektroner fra solutbrudd.

Hullete skjold beskytter Orbiter

3 Et titanskjold på 7,5 m^2 skjermer sonden mot sollyset, som er 13 ganger varmere enn på jorda og varmer opp skjoldet til 500 grader. Teleskopene ser via hull i skjoldet. Under solutbrudd dekkes lokk over hullene.



EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA)

Solens sørpol har aldri blitt avbildet før. Nå kan vi se det kaotiske virvaret av lys og magnetiske krefter.

Romsonde tar første bilde av solens sørpol

Sonden Solar Orbiter har for første gang fotografert en av solens poler. Bildene kan blant annet gi ny kunnskap om solstormer.

UNIVERSET Alle bilder du noen gang har sett av solen, er tatt fra omtrent samme vinkel – den flate banen som jorden og de fleste romfartøyer følger rundt stjernen.

Men for første gang har ESA og Nasas romsonde Solar Orbiter løftet blikket. Ved å vippe banen sin ut av solplanet har romsonden avslørt solen fra en helt ny vinkel – og sendt tilbake bilder av det skjulte området. Et sted ingen har sett før.

Bildene avslører et kaotisk teppe av magnetisk aktivitet som forskerne lenge har forsøkt å forstå. Det er kanskje her de kan finne nøkkelen til hvordan solens magnetfelt skifter retning om lag hvert ellevte år – en prosess som påvirker både solstormer og rommet rundt jorden.

Solar Orbiter har reist rundt solen siden 2020. I mars dykket farkosten ned til 15° under Solens ekvator og tok de historiske bildene.

Det mest overraskende funnet var et virvar av nord- og sørpolaritet i solens magnetfelt – akkurat slik datamodeller har spådd, men aldri før bekreftet.

Men oppdraget er langt fra over. Snart vil bilder av solens nordpol ankomme jorden – noe forskerne venter spent på. I de kommende årene vil Nasas og ESAs romfartøy Solar Orbiter nå enda høyere vinkler, så snart kan vi kanskje få et enda bedre innblikk i solens skjulte sider.



Elektroder i hjernen gir 45-åring stemmen tilbake

En mann med ALS snakker nå med familien sin takket være en revolusjonerende teknologi som oversetter tanker til tale på et brøkdels sekund.

Mikroelektrodene implantert i pasientens hjerne fanger opp hjerne-aktivitet og gjør det mulig for ham å kommunisere via en datamaskin.

TEKNOLOGI Forestill deg at du ikke har kunnet si et eneste ord på flere år. Tankene og følelsene dine sitter fast fordi kroppen ikke vil samarbeide.

Slik har det vært for en 45 år gammel mann med ALS som ikke har kunnet snakke på mange år. Men nå har han funnet stemmen igjen – uten å bevege en eneste muskel.

Alt takket være en ny teknologi som leser tankene hans og oversetter dem til tale i sanntid, slik at han kan føre samtaler med familien sin uten forsinkelser – som om han snakket med sin egen stemme.

Tidligere metoder oversatte hjerneaktivitet til tekst, noe som var tregt og gjorde det vanskelig å føre samtaler. Forskere fra University of California, Davis, har utviklet en teknologi som kan fange opp hjernens elektriske signaler fra det området som styrer tale. Fire små elektroder implanteres i hjernen til mannen. Når han tenker på ord eller setninger, fanger elektrodene opp signalene og sender dem til en datamaskin.

Datamaskinen bruker kunstig intelligens til å oversette signalene til tale – nesten uten forsinkelse. Det betyr at mannen kan føre samtaler som om han snakker med sin egen stemme. Og det er ikke bare en robotstemme eller tekst på en skjerm, men hans egen stemme, som tidligere er tatt opp og lagret.

Det som er ekstra spesielt med den nye teknologien, er at mannen ikke bare kan snakke, men også synge små melodier. Systemet gjenkjenner også stemmeleie, spørsmål og uttrykk som «hmm» og «aah». Det gjør samtalene mer naturlige og levende enn tidligere eksperimenter, som bare kunne konvertere tanker til tekst – en treg og klønete prosess, ifølge forskerne.

«Det gamle systemet var som å sende en tekstmelding – det var tregt og tungvint. Det nye systemet er som å snakke i telefonen, der du kan endre tonefall og uttrykke følelser i øyeblikket», sier Sergey Stavisky, som ledet studien og er nevrologisk kirurg ved UC Davis, i en pressemelding.

Forskerne skal nå teste systemet på pasienter med andre former for talevansker. Håpet er å gi dem stemmen tilbake, slik at de kan delta i samtaler på en naturlig måte.

UC REGENTS

Ny kilde til litium skal sikre fremtidens batterier

Det ekstremt sjeldne mineralet jadaritt kan få avgjørende betydning i kappløpet om grønn energi. Nå har forskere oppdaget nøyaktig hvilke forhold som skal til for å danne det.

TEKNOLOGI Europa står overfor en stor utfordring: Hvordan kan vi sikre nok råvarer til den grønne omstillingen uten å legge for stort press på klodens ressurser?

Spesielt litium – som brukes i batterier til elbiler, datamaskiner og energilagring – har blitt et avgjørende råstoff i kappløpet om å fase ut fossilt brensel. Men dagens metoder for utvinning av litium er ofte både energikrevende og miljøskadelige.

Forskere ved Natural History Museum i London har derfor utviklet en presis «oppskrift» på et sjeldent, litiumholdig mineral med et mye mindre karbonavtrykk. Det kalles jadaritt – med den kjemiske formelen $LiNaSiB_3O_7(OH)$ – og er et sjeldent hvitt mineral som regnes som en viktig kilde til litiumutvinning.

Jadaritt ble oppdaget i 2004 i Jadardalen i det vestlige Serbia, og har vakt stor interesse fordi det i tillegg til litium også potensielt inneholder store mengder utvinnbart bor, et annet viktig råstoff i grønn teknologi.

Forskerne mener at jadaritt kan vise seg å være en mer miljøvennlig kilde til litium enn tradisjonelle gruver, fordi det krever mindre energi å utvinne den.

«Etter hvert som etterspørselen etter litium fortsetter i jakten på fornybar energi, kan jadaritt, hvis det utvinnes, ha et enormt potensial», sier Robin Armstrong, geolog ved Natural History Museum.

I en ny studie har britiske geologer undersøkt nøyaktig hvordan det lovende mineralet dannes. Og det viser seg at jadaritt bare dannes under helt spesielle forhold.

Blant annet litiumrikt vulkansk glass, alkaliske saltsjøer og visse typer leire som omdannes til krystaller.

Det er litt som å bake en kake, påpeker forskerne: Alle ingrediensene og temperaturene må være helt riktige, ellers vil det ikke fungere.

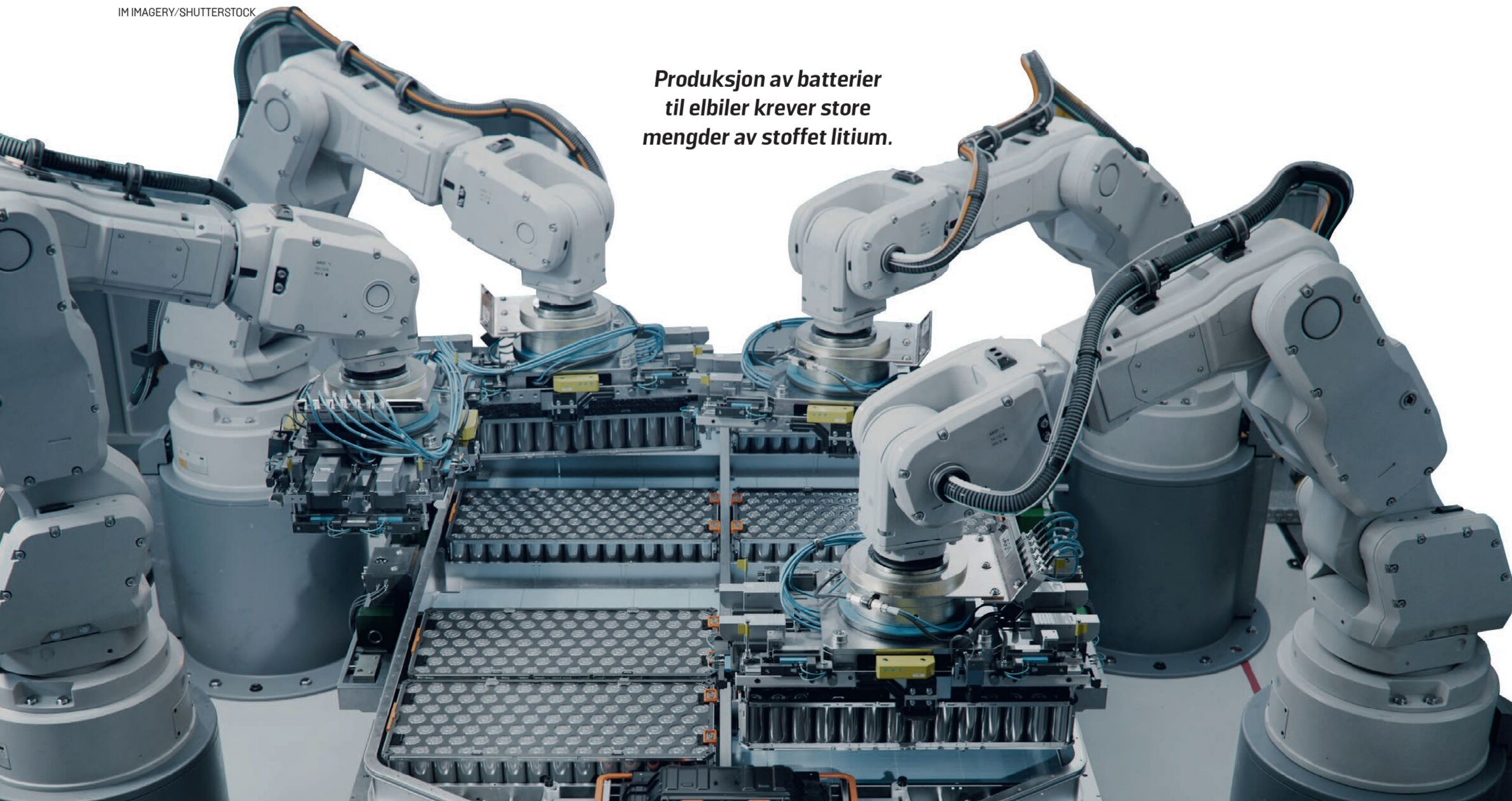
«Hvis ikke ingrediensene er helt riktige, for eksempel hvis forholdene er for sure eller for kalde, vil det ikke dannes jadaritt. Kriteriene ser ut til å være så presise at vi ennå ikke har sett det gjenskapt andre steder på jorden», sier Francesco Putzolu, postdoktor ved Naturhistorisk museum, i en pressemelding.

Forskningen, som er publisert i Nature Geoscience, kan gi håp om at vi i fremtiden kan gjenskape forholdene i laboratorier – og potensielt finne nye steder der det sjeldne mineralet skjuler seg.



Mineralet jadaritt ble først oppdaget i borekjerner fra Jadardalen i Serbia.

IM IMAGERY/SHUTTERSTOCK



Produksjon av batterier til elbiler krever store mengder av stoffet litium.

Knølhvalers syn gjør dem sårbare

Knølhvaler kan bli opptil 18 meter lange, men en ny studie viser at gigantene har overraskende dårlig syn. Dette koster mange av dem livet.

NATUREN De synger, de hopper, og de reiser tusenvis av kilometer gjennom verdenshavene hvert år.

Knølhvalen er noen av havets mest fascinerende og mystiske skapninger – berømt for sine akrobatiske opptredener og dype, melodiske sanger. Men midt i alt dette finnes det en overraskelse: De er temmelig nærsynte.

En ny oppdagelse gjort av forskere ved Duke University og University of North Carolina har avslørt at havets giganter faktisk har overraskende dårlig syn. Dette til tross for at knølhvalen har øyne på størrelse med en appelsin.

Forskerne undersøkte et øye fra en strandet knølhval i North Carolina. Med målinger fra øyet kunne de lage modeller som viser hvordan hvalen ser verden. Og resultatene viste at synet er langt mer begrenset enn størrelsen på øyet skulle tilsi.

Knølhvaler kan oppfatte store former på avstand, men har problemer med å se detaljer med mindre de er helt tett på. De er med andre ord nærsynte og mangler evnen til å skille mellom små objekter på lang avstand.

«Arbeidet vårt bidrar til å fylle et stort hull i vår forståelse av hvordan knølhvaler opplever sin verden», sier Lori Schweikert, forsker i biologi og marinbiologi ved University of North Carolina, i en pressemelding.

Det dårlige synet deres gjør dem sårbare, spesielt i områder med båter og fiskeredskaper. Faktisk er det å vikle seg inn i fiskeredskaper en av de vanligste dødsårsakene for knølhvaler.

Den nye kunnskapen kan derfor få praktiske konsekvenser: Hvis fiskeredskapene utformes slik at hvalene lettere kan se og unngå dem, kan det bidra til å redde liv.

Samtidig setter oppdagelsen spørsmålstegn ved hvor mye vi egentlig vet om disse kjempene – og hvordan de opplever det enorme havet de lever i.

JODY ANN/SHUTTERSTOCK

Knølhvaler er livsviktige for havet

Livet i havet er dypt avhengig av hvalavføring. Den inneholder store mengder jern, som algene trenger. Jo flere alger, desto mer krill, som knølhvaler og andre bardehvaler lever av.

Alger drar nytte av hvalens avføring

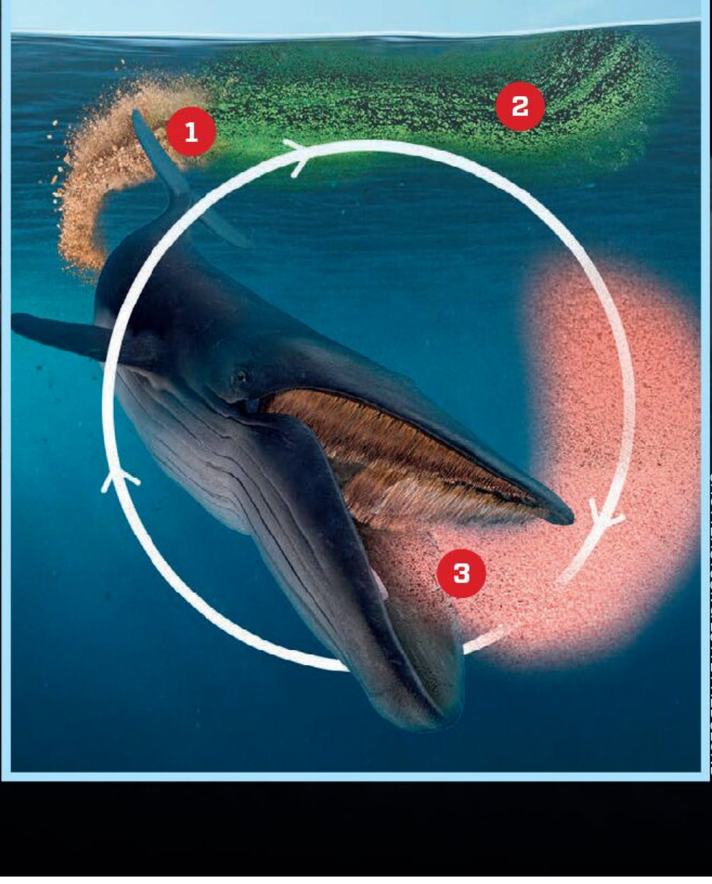
1 Hvalene legger igjen jernrik avføring på overflaten når de går opp til overflaten for å puste. Jernet tas opp av alger, som bruker det til å danne stoffet klorofyll. Jernet er derfor viktig for at algene skal kunne drive fotosyntese og vokse.

Krill mesker seg med alger på overflaten

2 Om natten svømmer krillen opp til overflaten for å spise alger. Store mengder alger gir tilsvarende store mengder krill. Krepsdyrene samler seg i gigantiske stimer med tettheter på opptil 100 000 dyr per kubikkmeter vann.

Hvaler dykker dypt etter krill

3 Når bardehvalene jakter om dagen, dykker de ned til 100 meters dyp for å finne de store krillstimene. I løpet av én dag kan en bardehval ta inn millioner av liter sjøvann, som den filtrerer for de næringsrike krepsdyrene.



SHUTTERSTOCK & LOTTE FREDSLUND



Forskerne målte radioglimt fra fjerne galakser, svarte hull og nøytronstjerner.

AZSTARMAN/SHUTTERSTOCK

Kosmiske lommelykter avslører manglende materie

Ved hjelp av ultrakorte radioglimt fra fjerne objekter kan astronomene nå ha funnet den siste, manglende resten av synlig materie i universet.

UNIVERSET Universet består av vanlig synlig materie som stjerner og planeter er laget av, mørk materie som holder galaksene sammen, og mørk energi som får universet til å ekspandere stadig raskere.

Så langt har man funnet nesten all synlig materie, men den siste prosentandelen er fortsatt skjult. Nå kan den siste delen være funnet, ved hjelp av det astronomene ved Centre for Astrophysics ved Harvard & Smithsonian og Caltech i USA kaller kosmiske «lommelykter». De har trolig funnet den manglende andelen av vanlig materie i kosmiske stjernetåker ved hjelp av raske radioblink.

Gjennom hele 1990-tallet viste observasjoner fra romteleskopet Hubble at bare halvparten av den synlige materien i universet var funnet. Dette er ikke det samme som mørk materie, som astronomene også leter febrilsk etter. Mens mørk materie forblir usynlig fordi den ikke vekselvirker med lys, blir vanlig materie synlig. Dette skyldes at vanlig materie består av atomer som er sammensatt av baryoner (tunge partikler som protoner og nøytroner).

I årenes løp begynte astronomene å finne små fragmenter av den manglende synlige materien. Det store gjennombruddet kom i 2020 da forskerne innså at de kunne bruke raske radioglimt til å måle den totale mengden baryoner i det intergalaktiske rommet. Raske radioglimt – fast radio bursts (FRB) – er kortvarige utbrudd av radiobølger, som ofte bare varer i noen millisekunder, men som kan sende ut ekstreme mengder energi.

De stammer fra fjerne galakser, mest sannsynlig fra magnetarer (en type nøytronstjerner), svarte hull og andre ekstreme objekter. I studien analyserte forskerne 69 FRB-er, som de kjente opprinnelsen til.

Når FRB-er passerer gjennom vanlig materie, splittes lyspartiklene i ulike bølgelengder. Vinkelen på separasjonen mellom bølgelengdene kan brukes til å måle hvor mye materie som finnes i gasskyer og andre strukturer i verdensrommet. Resultatene deres viser at rundt 76 prosent av den synlige materien i universet er gjemt i rommet mellom galaksene, mens 15 prosent er fanget i store haloer rundt galaksene. De siste ni prosentene utgjøres av stjerner og kald gass i galaksene.

De nye resultatene kan føre til en bedre forståelse av hvordan galakser vokser og utvikler seg.

Histories Årbok 2025

I HISTORIEs nye årbok får du bakgrunnshistorien til årets viktigste hendelser. Måned for måned forteller årboken bakgrunnen for nyhetene og setter hendelsene i perspektiv.

13.-22. juni 2025



200 bombefly og jagerfly deltok i Israels angrep på Iran – deriblant høyteknologiske F-15-jagerfly.

Israel og USA angriper Iran

På en uke bomber først Israel og deretter USA flere atomanlegg i Iran. Donald Trump truer med flere angrep hvis Iran ikke slutter fred med Israel og dropper sitt atomprogram.

Natt til fredag 13. juni angriper Israel 100 mål i Iran med 200 bombefly og jagerfly.

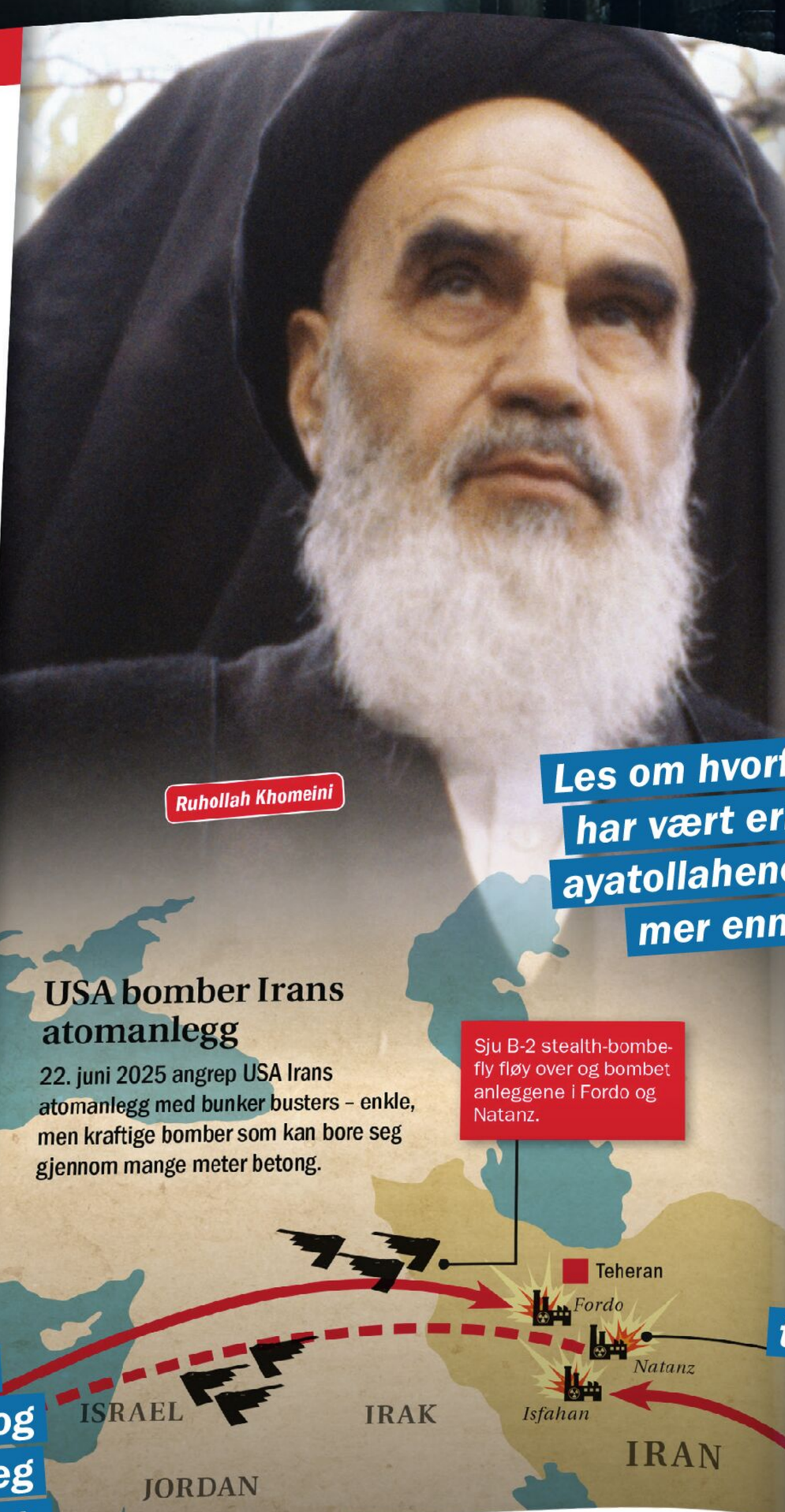
Et av hovedmålene er Natanz, hovedkvarteret for Irans atomprogram. Også Irans hovedstad Teheran rammes av bombeangrep fra israelske styrker.

Flere høytstående iranske tjenestemenn meldes senere drept i angrepet, deriblant Hossein Salami, øverstkommanderende for Irans revolusjonsgarde.

Konflikten eskalerer da USA bomber tre av Irans viktigste atomanlegg 22. juni.

«Enten blir det fred, eller så blir det en langt større tragedie for Iran enn det vi har vært vitne til de siste åtte dagene», sa USAs president Donald Trump i en tale etter angrepet.

Ifølge Trump må det iranske regimet in... fredsav... atomvåp... «I... Hvis ... langt



Irans har sp fra be

I 1979 styrtet den iranske Målet var et regime som sa ayatollah Ruhollah Khomei

Av Else Christensen

Les om hvorfor Iran og Israel har vært erkefiender siden ayatollahene tok makten for mer enn 40 år siden.

Få overblikket i tidslinjer, og utforsk årbokens store, grafiske kart.

Bli med tilbake til USAs gullalder, da milliardærer og industrimagnater kjøpte seg til både innflytelse og makt.

Angrepet på Irans atomanlegg markerer en dramatisk

20. januar 2025



Verdens rikeste mann, Elon Musk, får i oppgave å slanke den amerikanske staten.

Milliardærer får mer makt under Trump

Trump inviterer verdens rikeste menn inn i maktens sentrum da han innsettes som president. Kritikerne frykter at den nye lederen vil forvandle USA fra et folkestyre til et oligarki.

«I dag er det i USA i ferd med å ta form et oligarki med ekstrem rikdom, makt og innflytelse som i praksis truer hele vårt demokrati, våre grunnleggende rettigheter og vår frihet».

Dette var ordene fra Joe Biden i hans siste tale som president i USA 15. januar 2025. Da Donald Trump tiltrådte fem dager senere, gjorde han ingenting for å dempe frykten for et fåmannsvelde der USAs rikeste ville få en avgjørende rolle.

Minst 13 av Trumps nyutnevnte ministre var milliardærer, og under innsettelsen sto de fire fremtredende teknologisjefene Elon Musk, Mark Zuckerberg, Jeff Bezos og Sundar Pichai rundt den nye makthaveren. Til sammen hadde disse rikingene en samlet formue på svimlende 1.2 milliarder dollar – om lag 12 000 000 000 000 kroner. Donald Trump selv avviste raskt beskyldningene om at han er i ferd med å gjøre USA til et oligarki.

«De får ikke noe fra meg. Jeg trenger ikke penger, men jeg vil at det skal gå bra med nasjonen, og de er smarte mennesker som skaper mange arbeidsplasser», uttalte han.

Donald Trump flagger kanskje sitt nære forhold til USAs rikeste mer åpent enn noen president før ham. Men politikk og penger har vært uløselig knyttet sammen i USA siden midten av 1800-tallet, da jernbanemagnater og avismoguler trakk i de politiske trådene.

1869-1921 / Oligarki





1888-2025 / Seriemo



Jack the Ripper var en gjenganger på forsiden av aviser over hele landet. Her viser en avisforside de bestialske mordene på prostituerte i Whitechapel i London, som fant sted fra august til november 1888.

1979-1989 / Iran

s prestestyre predt terror egynnelsen

ske befolkningen den regjerende sjahen og startet en revolusjon. m satte Iran og iranernes behov først. Men revolusjonens leder, meini, hadde andre planer.

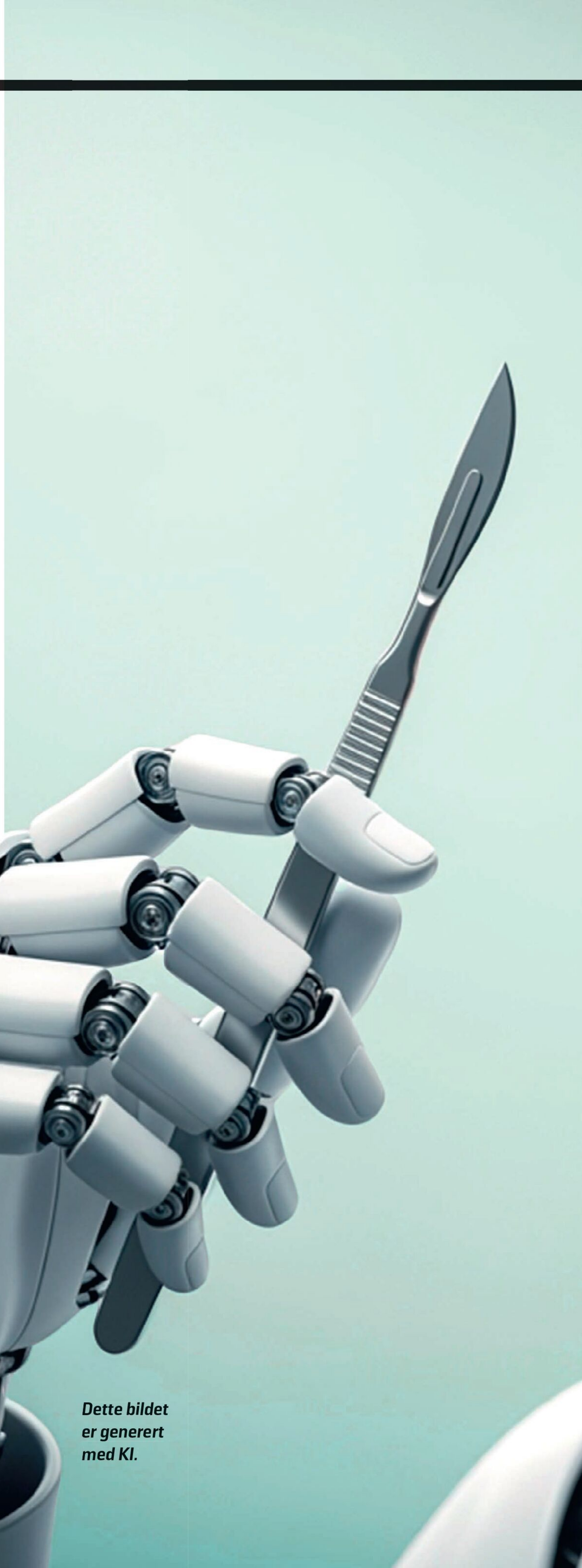


Forsker tar makten fra legene:

KIRURGISKE ROBOTER SKAL TA LIVREDDENDE BESLUTNINGER

Frem til nå har sykehusenes operasjonsroboter vært styrt av leger. Men nå er forskeren Alan Kuntz på god vei til å overlate kontrollen til robotene selv – og hans banebrytende teknologi kan snart løse en alvorlig helsekrise.

STOCKY AI



Dette bildet er generert med KI.

Av **Christian Ammitzbøll Juul**

KUNSTIG INTELLIGENS GIR ROBOTER DØMMEKRAFT.

To armer av metall strekker seg gjennom et lite hull i huden. Armene blir lengre og lengre mens de vrir seg mot målet – en kreftsvulst. Armene er bare noen millimeter tykke, og bevegelsene er overmenneskelig rolige og presise. De styres nemlig ikke av et menneske.

I stedet styres de av en intelligent robot som selv tar de avgjørende beslutningene under operasjonen. Og roboten nøler ikke. Den griper resolutt tak i svulsten med den ene armen og skjærer den fri med den andre.

Tidligere har legene ansett en slik prosedyre for å være ren science fiction, men den avanserte roboten kan bli en realitet om bare tre år takket være et av medisinens mest ambisiøse prosjekter til nå. Prosjektet, som gjennomføres av forskere ved en rekke ledende universiteter i USA, har som mål å presse legene ut av operasjonssalen og la roboter ta livreddende beslutninger på egen hånd. Faktisk har forskerne allerede valgt ut en bestemt gruppe pasienter som forsøkskaniner.

Prosjekt skal dempe krise

En av hjernene bak det nye prosjektet er Alan Kuntz, robotforsker ved universitetet i Utah i USA og en av verdens ledende eksperter på kunstig intelligens.

Sammen med kolleger ved universitetene Johns Hopkins og Vanderbilt mottok han rundt tolv millioner dollar fra forskningsfondet ARPA-H i slutten av 2024 for å fullføre prosjektet.

Målet er en fullt funksjonell operasjonsrobot som i løpet av bare tre år er i stand til å gjennomføre en hel operasjon uten innblanding fra leger. For Kuntz handler ikke utviklingen bare om ny og spennende teknologi, men like mye om å forebygge en helsekrise.

2,63

millioner operasjoner ble utført i 2024 ved hjelp av da Vinci-roboter bare i USA.

«Verdens befolkning blir stadig eldre, noe som vil kreve flere kirurgiske inngrep, men antallet kirurger holder ikke tritt. Robotkirurgi kan bidra til å løse problemet», forklarer han.

Det gjelder blant annet den såkalte da Vinci-roboten, som har vært i bruk siden 2000. Her sitter kirurgen ved et kontrollpanel og styrer robotarmene som utfører snorrette snitt og presise sting dypt inne i kroppen. I dag brukes da Vinci-systemet i millioner av rutineoperasjoner med høy presisjon hvert år, for eksempel fjerning av prostata og tarm- eller livmoroperasjoner. Fordelene er blant annet mindre blodtap, færre komplikasjoner og raskere rekonvalesens.

Det nye prosjektet er basert på en annen robot som er utviklet av selskapet Virtuoso Surgical. Den har ennå ikke inntatt verdens sykehus, men har likevel kommet langt i utviklingen. Virtuoso-roboten henger i en stor arm over operasjonsbordet og er utstyrt med et langt, tynt rør som føres frem til den delen av pasienten der inngrepet skal utføres. Fra tuppen av slangen beveger to tynne armer seg inn i pasienten og utfører operasjonen.



Den nåværende versjonen av roboten styres av en kirurg, og den skapte overskrifter i mai 2025 da den utførte sin første operasjon på et menneske. Roboten fjernet til sammen elleve svulster fra seks blærekreftpasienter. Robotens presise bevegelser gjorde det mulig å skjære ut svulstene hele i stedet for å ta en liten bit om gangen, som er vanlig praksis. Dette er en forbedring som forskerne forventer vil redusere risikoen for at sykdommen kommer tilbake.

Nå skal Virtuoso-systemet utføre lignende operasjoner på egen hånd.

Det er her ekspertisen til Alan Kuntz kommer inn i bildet. I flere år har han jobbet med å skape roboter som kan tenke selv.

Roboten lærer av sine feil

Kuntz og forskningsgruppen hans ønsker å gi roboten selvstendighet – ikke bare i hvordan bevegelsen utføres, men også i å vurdere situasjonen, tilpasse seg uforutsette endringer og ta egne beslutninger underveis.

De siste årene har Alan Kuntz tatt en rekke store skritt i denne retningen. Teamet hans har utviklet programmer som kan lage 3D-kart av pasientvev ved hjelp av robotkameraet, og programmer som hjelper roboten med å styre armene trygt frem til målet.

Kuntz har også gitt roboten selvinnsikt. Hvis den oppdager endrede forhold i kroppen eller økt risiko for vevsskade, »

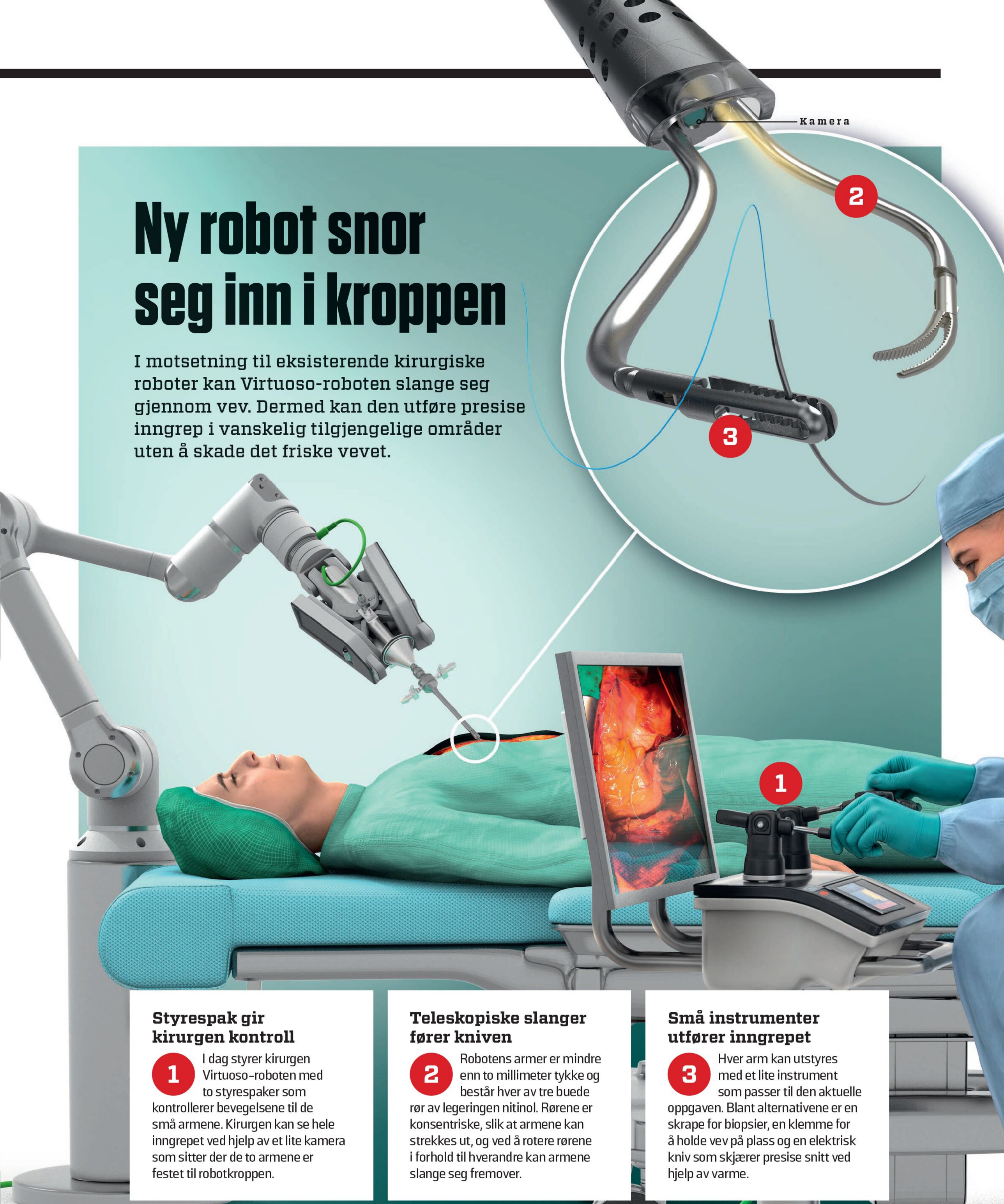


2023 VIRTUOSO SURGICAL, INC.

I 2024 ble da Vinci-roboten brukt til 2,63 millioner operasjoner i USA og 410 000 i Europa – og dette tallet øker betydelig år for år.

Ny robot snor seg inn i kroppen

I motsetning til eksisterende kirurgiske roboter kan Virtuoso-roboten slange seg gjennom vev. Dermed kan den utføre presise inngrep i vanskelig tilgjengelige områder uten å skade det friske vevet.



Styrespak gir kirurgen kontroll

1 I dag styrer kirurgen Virtuoso-roboten med to styrespaker som kontrollerer bevegelsene til de små armene. Kirurgen kan se hele inngrepet ved hjelp av et lite kamera som sitter der de to armene er festet til robotkroppen.

Teleskopiske slanger fører kniven

2 Robotens armer er mindre enn to millimeter tykke og består hver av tre buede rør av legeringen nitinol. Rørene er konsentriske, slik at armene kan strekkes ut, og ved å rotere rørene i forhold til hverandre kan armene slange seg fremover.

Små instrumenter utfører inngrepet

3 Hver arm kan utstyres med et lite instrument som passer til den aktuelle oppgaven. Blant alternativene er en skrape for biopsier, en klemme for å holde vev på plass og en elektrisk kniv som skjærer presise snitt ved hjelp av varme.

CLAUS LUNAU

Roboter inntar sykehusene

Roboter er på vei til å gjøre sitt inntog på sykehus over hele verden – og det utvikles stadig nye teknologier. Vi har samlet fem av de mest banebrytende.



DRONER



JASON VAN BRUGGEN/AFP/RITZAU SCANPIX

Droner flyr med organer

Tid er en kritisk faktor ved organtransplantasjoner – et hjerte kan for eksempel bare være utenfor kroppen i noen få timer. I flere land testes derfor droner til organtransport som et raskere alternativ til bil eller helikopter. I 2019 leverte universitetet i Maryland i USA for første gang en nyre med drone til en ventende pasient – og operasjonen var vellykket. Dronen var utstyrt med en boks som kontinuerlig målte temperatur, trykk, fuktighet og vibrasjoner, og som umiddelbart kunne sende varsler hvis organets tilstand var truet. På sikt kan droner forkorte ventelistene og forbedre overlevelsesraten.

FORMÅL: Raskere organtransport.

MÅLGRUPPE: Hundretusenvis av mennesker trenger en organtransplantasjon hvert år.

MIKROKAMERAER



ROBIN NELSON/ALAMY STOCK PHOTO

Kameraet reiser gjennom kroppen

For pasienter med mage-tarm-problemer kan en tradisjonell kikkertundersøkelse være ubehagelig og upresis. Den svelgbare kamerakapselen PillCam løser dette problemet. Kapselen er på størrelse med en vitaminpille og inneholder et kamera, LED-lys, batteri og sender. Når pasienten svelger den, vandrer den gjennom hele fordøyelsessystemet og tar opptil femti tusen bilder. Bildene sendes til en opptaker som er festet rundt livet på pasienten. Teknologien brukes i dag på sykehus over hele verden for å diagnostisere blant annet blødninger, betennelsestilstander, Crohns sykdom og svulster.

FORMÅL: Diagnostisering av sykdommer i tarmen.

MÅLGRUPPE: 40 prosent av verdens befolkning lider av tarmsykdommer.

ROBOTHENDER



MICROSURE MUSA

Robot opererer i mikroskopisk skala

Såkalt mikrokirurgi utføres på legemer som bare er noen hundredeler av en millimeter tykke – som lymfekar, nervetråder og små blodårer. Det er vanskelig selv for en dyktig kirurg, men ikke noe problem for MUSA – verdens første godkjente mikrokirurgirobot. Systemet kobles til en kontrollkonsoll, og når kirurgen beveger hånden, oversetter MUSA det til ørsmå bevegelser som utføres av robothendene med en presisjon på ned til 0,003 millimeter. Roboten har vært brukt til å feste sammen lymfekar ved behandling av lymfeødem og til å rekonstruere vev etter kreftoperasjoner.

FORMÅL: Mer presis kirurgi.

MÅLGRUPPE: Tusenvis av pasienter trenger mikrokirurgi hvert år.

TATIANA SHEPELEVA/SHUTTERSTOCK & LOTTE FREDSLUND

EKSOSKJELETTER



JOHN GILES/PA IMAGES VIA GETTY IMAGES

Robotdrakter får pasienter på beina

Mange pasienter mister evnen til å gå etter et hjerneslag, en ulykke eller en nervesykdom. Tradisjonell rehabilitering krever intensiv støtte fra fysioterapeuter og innebærer ofte manuell hjelp. Her kan teknologi avlaste personalet og motivere pasienten. Et eksoskjelett er en robotdrakt som støtter pasientens bein og styrer bevegelsene når han eller hun går. Drakten reagerer på kroppens tyngdeforskyvning og aktiverer motorer som hjelper brukeren med å reise seg opp og ta skritt. Systemet gir også kontinuerlig tilbakemelding til terapeutene. Pasienter som tidligere bare kunne sitte i rullestol, kan gå igjen med eksoskjelettene.

FORMÅL: Bedre rehabilitering.

MÅLGRUPPE: Om lag 1 av 50 mennesker lider av lammelser.

ANALYSEROBOTER



BISPEBJERG HOSPITAL

Robotene leverer 30 000 testresultater per døgn

På noen sykehus håndteres blodprøvene allerede av avanserte automatiserte systemer. Blodet plasseres i et rør med en strekkode som forteller systemet hvilke analyser som skal utføres. Deretter føres røret gjennom et lukket system med robotarmer, sentrifuger, pipetter og analysatorer. Systemet transporterer prøvene mellom modulene, utfører testene og sender resultatene til pasientens journal. Teknologien brukes på Bispebjerg sykehus i København, der systemet kan sende ut opptil 30 000 testresultater i døgnet.

FORMÅL: Raskere analyse.

MÅLGRUPPE: Millioner av pasienter tar blodprøver hvert år.



ALAN KUNTZ

Alan Kuntz leder en gruppe forskere ved University of Utah og har i flere år arbeidet med å utvikle roboter som er i stand til å planlegge og utføre oppgaver på egen hånd.

» kan den velge å stoppe opp og be om hjelp.

En kirurg trer da inn og instruerer roboten. Instruksjonen løser ikke bare det umiddelbare problemet, men lagres også i minnet til roboten slik at den kan håndtere lignende situasjoner i fremtiden.

«Vi kan ta eksemplene der en kirurg tar over, og bruke kirurgens handlinger som ekstra opplæringsdata for det autonome systemet. Slik kan roboten forbedre seg over tid», forklarer Kuntz.

På denne måten lærer roboten på samme måte som en kirurg under opplæring. Foreløpig må det fortsatt være en kirurg til stede for å hjelpe roboten hvis den er i tvil.

«Vi jobber mye med det man kan kalle autonomi i samarbeid – der roboten og kirurgen deler ansvaret», forklarer Kuntz. Kirurgen er til stede og overvåker inngrepet, men i stedet for å styre systemet direkte gir han eller hun bare roboten tillatelse til å gjøre det den skal. Roboten planlegger sin egen rute og fører nålen frem trinn for trinn, men alltid med mulighet for menneskelig inngripen.

Systemet måler kontinuerlig sin egen sikkerhet og justerer kursen hvis omgivelsene endrer seg – for eksempel hvis pasienten puster litt annerledes enn forventet. Kombinasjonen av bildedata, mekanisk sansing og kunstig intelligens gjør at robo-

STOCKY AI

Roboten går i lære hos kirurgen

Robotene til Alan Kuntz må på mange måter læres opp som en menneskelig kirurg, ved å herme etter læremesteren og stille spørsmål når de er i tvil.

Dette bildet er laget ved hjelp av KI.

ten kan ta stadig mer opplyste valg uten forutgående programmering.

For å teste teknologien i praksis utførte Alan Kuntz og forskergruppen hans flere operasjoner på levende griser. I disse forsøkene ble roboten satt til å føre en bøyelig nål – uten menneskelig inngripen – gjennom lungevevet og treffe en rekke små mål i lungene.

Selv om grisene pustet, slik at vevet hele tiden beveget seg opp og ned, klarte roboten å treffe målet med stor presisjon og uten å gjøre skade på lungen.

Første oppgave er kreftsvulster

Neste skritt for Kuntz og kollegene hans er å videreutvikle teknologien slik at de har en fullt fungerende robot om tre år. De ambisiøse forskerne har allerede valgt ut en bestemt pasientgruppe som de første testpersonene: pasienter med kreft i luftrøret eller prostata. Her skal robotens mobilitet, intelligens og presisjon sikre effektiv fjerning av svulstene, noe som ikke er mulig med dagens kirurgiske roboter.

Senere regner forskerne med at roboten også kan brukes til å fjerne muskelsvulster i livmoren og blæresvulster og cyster i hjernen og til ulike inngrep i ryggmargen.

Før roboten kan tas i bruk på pasienter, må forskerne imidlertid teste den grundig. Denne testperioden vil trolig ta noen år til, og det er derfor uklart akkurat når de første forsøkene på mennesker vil finne sted. Erfaringer fra andre prosjekter viser imidlertid at utviklingen kan gå raskt.

Hvis alt går bra, vil roboten bli godkjent for bruk på sykehus. Den kan gi effektiv behandling på steder der det er mangel på kirurger, eller i situasjoner der menneskehender ikke er i stand til å utføre inngrepet. Dette krever imidlertid at både leger og pasienter stoler på roboten og den kunstige intelligensen.

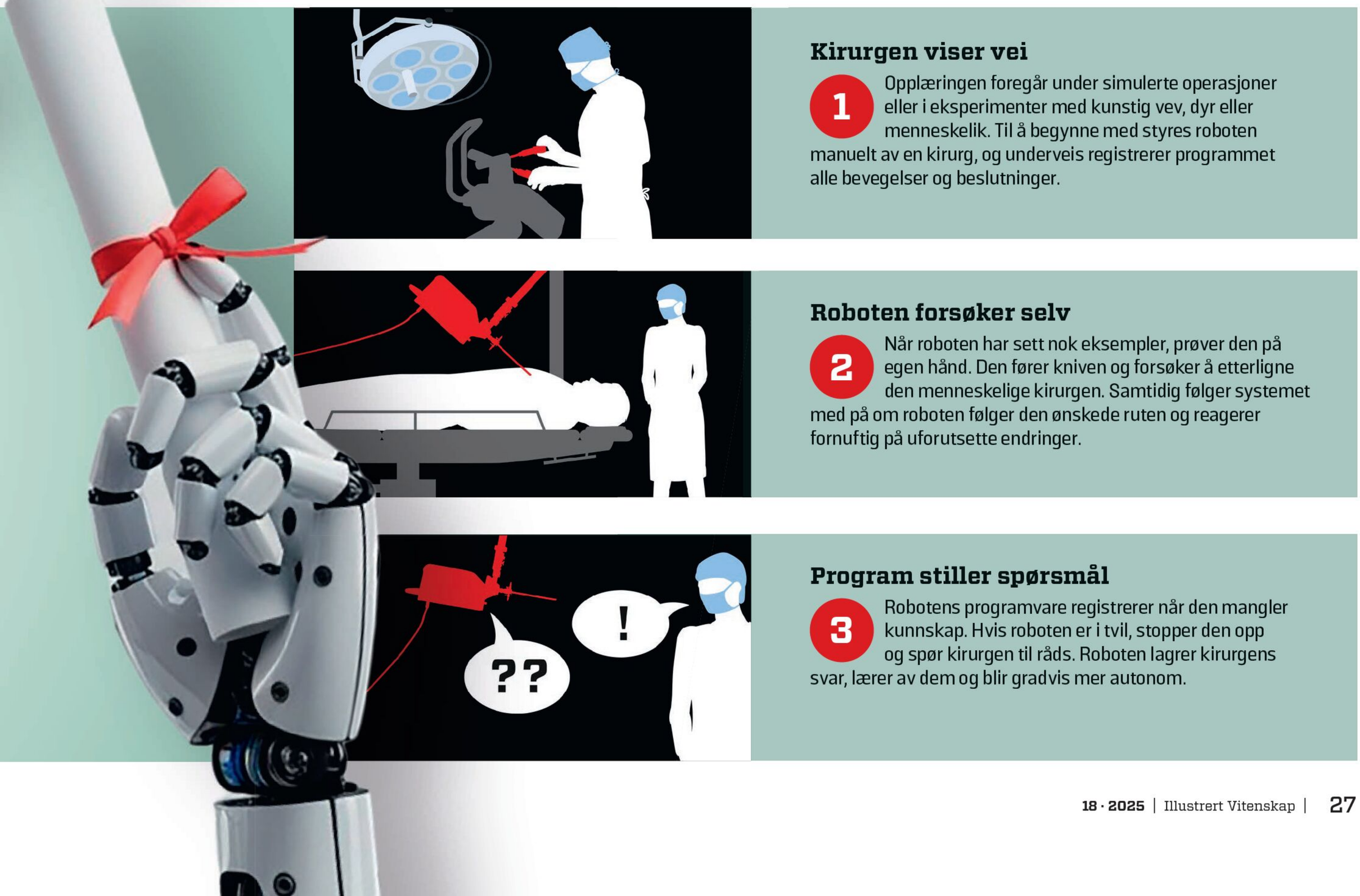
Derfor jobber Kuntz og kollegene hans med å videreutvikle roboten slik at den kan forklare beslutningene sine. Den må også bli mer presis og kunne oppdage når den mangler nødvendig kunnskap.

«Vi prøver å skape systemer som vet hvor sikre eller usikre de er på neste skritt – og som vet hvordan de skal be kirurgen om hjelp når usikkerheten blir for stor», forklarer han.

Målet er en gjennomtenkt og tilpasningsdyktig robot som til sjuende og sist ikke bare kopierer legene, men overgår dem i tekniske ferdigheter: en kunstig kirurg som arbeider med større presisjon, som aldri skjelver på hendene, som aldri blir sliten, og som stopper opp og finner en ny vei hvis pasienten plutselig puster litt dypere enn forventet.

Med ro, presisjon og dømmekraft. □

LES VIDERE
Skann koden for å lese flere artikler om HELSE på illvit.no



LOTTE FRED SLUND & SHUTTERSTOCK

Flere år med tørke sprer seg over hele kloden:

JORDEN VISNER!

Megatørke sprer seg over hele planeten, konkluderer et team av forskere som nettopp har kartlagt 13 000 tilfeller av flerårig tørke de siste førti årene – og i fremtiden vil det bare bli verre. Heldigvis har forskerne også noen ideer til hvordan vi kan redde planeten fra å tørke helt ut.

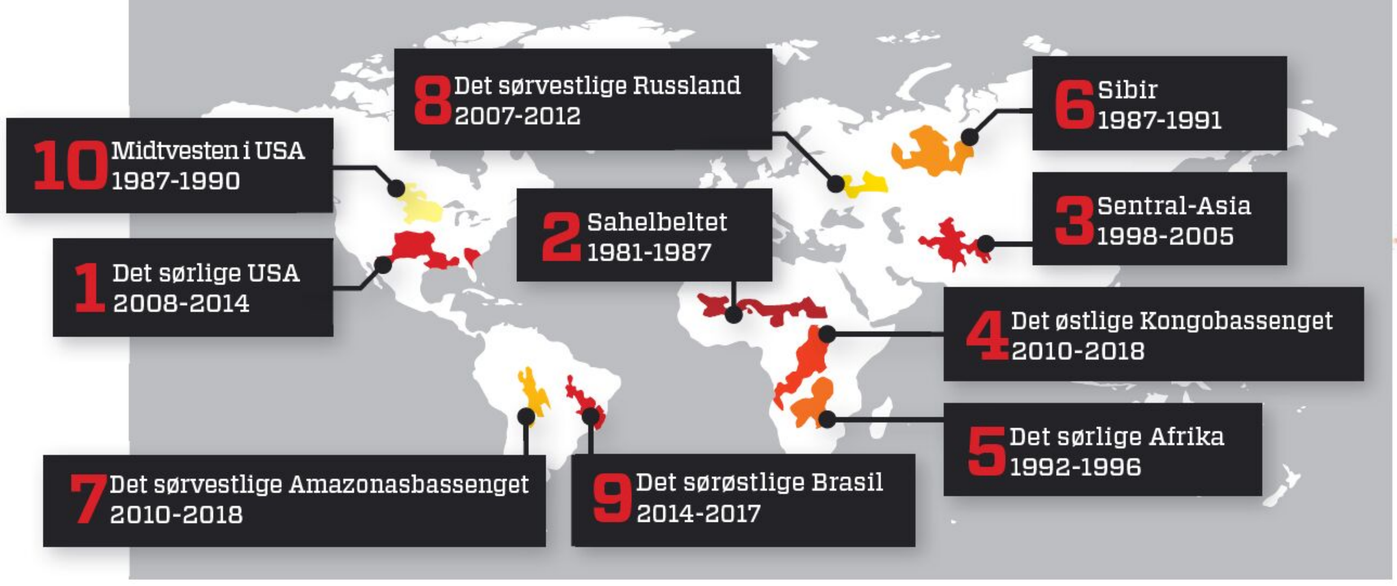
KEN IKEDA MADSEN/SHUTTERSTOCK/AI



SHUTTERSTOCK

DE TI VERSTE MEGATØRKENE 1980–2018

Forskere har rangert de verste flerårige tørkeperiodene basert på intensitet, varighet og omfang. Fem av sju verdensregioner ble rammet av alvorlige megatørker, og Nord-Amerika, Afrika og Sentral-Asia var verst.



Av **Jens E. Matthiesen**



Den lengste tørken vi kjenner til, rammet det østlige Kongobassenget mellom 2010 og 2018, og dekket et område tre ganger så stort som Sverige. Men hele jorden står i fare for å bli rammet.

I 2022 var det sørvestlige USA på randen av en katastrofe. To tiår med tørke hadde tømt Mead-sjøen, og nå var innsjøen, som er oppdemmet bak den berømte Hoover-demningen, nesten tom.

Hvis reservoaret tørket helt ut, ville konsekvensene bli enorme. Avlingene på åkrene ville visne, drikkevann ville bli mangelvare, og vannkraftverket ved demningen ville stanse. Regionen ville bokstavelig talt stå uten mat, vann og strøm.

Situasjonen i California og nabodelstatene var resultatet av en såkalt megatørke, der mangel på nedbør over flere år truer med å undergrave hele økosystemet. Slike flerårige tørkeperioder er ikke noe nytt fenomen, men nå kan forskere avsløre at selv områder som i første omgang slipper unna, vil bli rammet av en overraskende effekt – og at få kontinenter kan unnslippe tørke i fremtiden.

Tørken blir stadig lengre

Vannkrisen i California, Nevada og Arizona ble heldigvis avverget da det falt betydelige snømengder i desember 2022 og vinteren 2023, men det sørvestlige USA er fortsatt plaget av sviktende nedbør som har holdt megatørken gående i 25 år til nå. Så lange tørkeperioder er fortsatt uvanlige, men det kan være i ferd med å endre seg. Ny forskning tyder på at tørke i økende grad vil strekke seg over flere år i stedet for bare ett enkelt år med lavere nedbør enn normalt.

Et team av forskere ved det sveitsiske statlige instituttet for skog-, snø- og landskapsforskning satte seg som mål å lage en oversikt over langvarige tørkeperioder som har påvirket jorden fra 1980 til 2018. Forskerne brukte databaser med meteorologiske data for å finne perioder med redusert nedbør og økt fordampning fra planter og fra jordoverflaten.

13,5

million mennesker mistet hjemmet sitt da en megatørke rammet Afrikas horn mellom 2020 og 2023.

Studien avslørte at det i løpet av 38 år hadde vært 13 176 tilfeller av tørke som hadde vart i minst to år. Basert på tørkeperiodenes intensitet, varighet og geografiske fordeling pekte forskerne ut de ti verste for å få en enklere oversikt over trendene. Halvparten av dem inntraff i løpet av de siste elleve årene av den undersøkte perioden, noe som bekrefter den gjennomgående trenden i alle forskernes data: Langvarig tørke blir stadig vanligere.

I tillegg til at de flerårige tørkeperiodene blir stadig hyppigere, blir de også tørrere og varmere, og for hvert år blir det totale arealet som rammes av tørke, større og større. Hvert år vokser det med rundt 50 000 kvadratkilometer, et areal som er større enn Danmark. Og forskerne er ikke i tvil om årsaken.

Vannmangel dreper

Mellom 1980 og 2018 steg gjennomsnittstemperaturen på kloden med rundt én grad, og i samme periode har vær- og nedbørsmønstrene blitt mer ekstreme og uforutsigbare. Med andre ord skyldes de hyppigere og mer alvorlige tørkeperiodene den globale oppvarmingen.

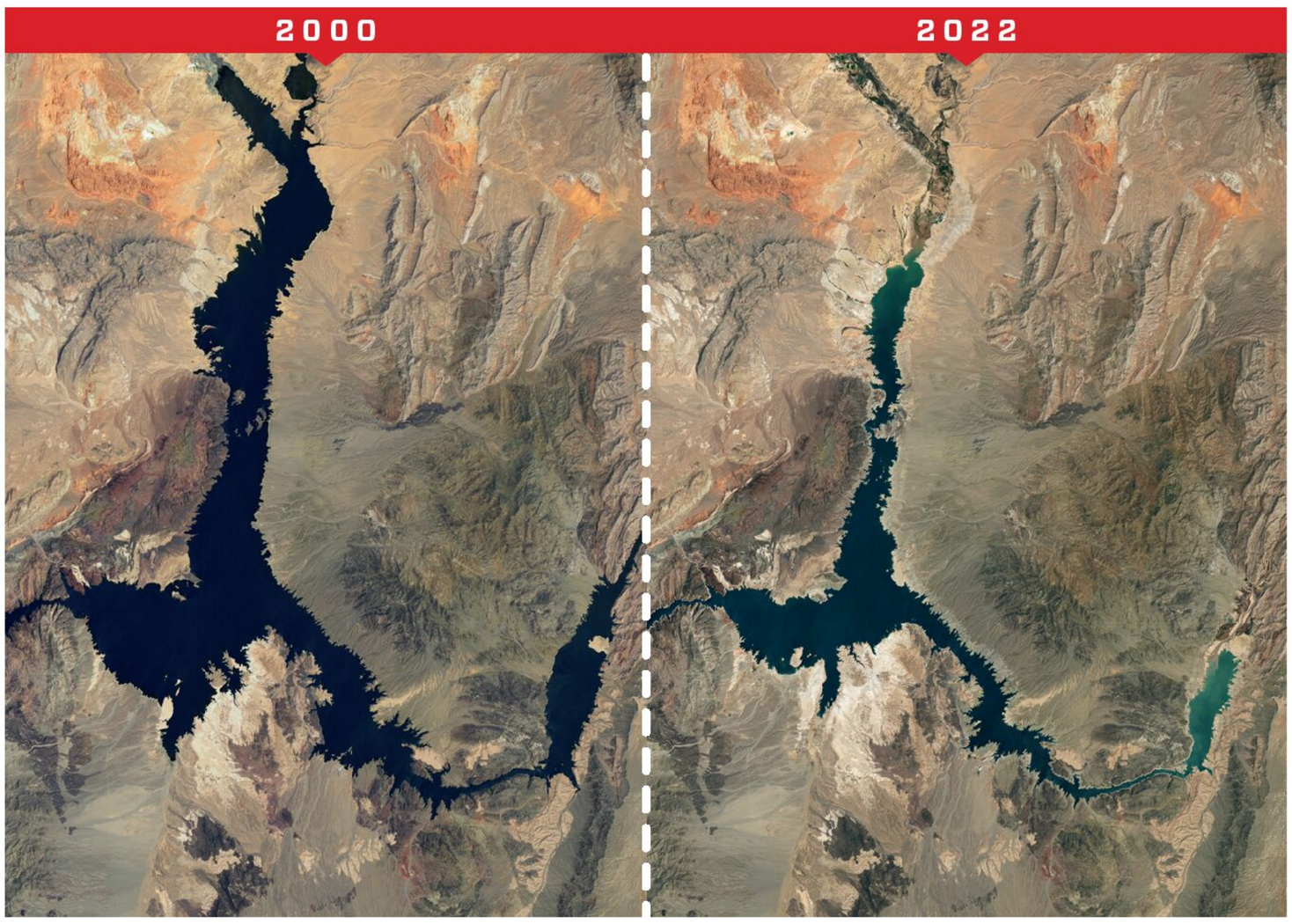
Som med andre ville værfenomener er vi mest oppmerksomme på tørkeperioder som har menneskelige konsekvenser. Og dem er det dessverre mange av.

Blant de siste er tørken på Afrikas horn, som varte fra 2020 til 2023 og rammet Somalia, Kenya og Etiopia. Nedbøren uteble i fem regnsesonger på rad og var historisk lav, særlig i 2022. Den langvarige tørken tørket ut åkrer og beitemarker, noe som førte til avlingssvikt og til at millioner av storfe og geiter døde. Minst 13 ½ million mennesker ble fordrevet fra hjemmet, og bare i Somalia døde over 40 000 mennesker av sult.

Selv om vi kjenner til de menneskelige konsekvensene av årelange tørkeperioder, er det fortsatt mye vi ikke vet om virkningene på ulike økosystemer.

En måte å måle hvor stor påkjenning tørke er for et landskap, er ganske enkelt å følge med på hvor grønt det er sett ovenfra. Det sveitsiske forskerteamet sammenlignet dataene sine om årene med tørke med satellittbilder for å se hvordan ulike vegetasjonstyper reagerte. Resultatene viste at gressletter er den mest sårbare landskapstypen. Den lave vegetasjonen tørker raskt ut og får overflaten til å skifte farge fra grønt til gult.

I den andre enden av skalaen finner vi tropisk regnskog, som beholder grønnfargen selv etter flere år med mindre ned- »



NASA

Satellittbilder fra Nasa avslørte i juli 2022 at USAs største vannreservoar, den kunstige innsjøen Lake Mead, hadde krympet til bare 27 prosent av sin kapasitet.



Tørr dødsspiral herjer jorden

Den globale oppvarmingen har gitt oss mer ustabilt vær, og risikoen for å oppleve en årelang periode med mindre nedbør har økt. Når dette skjer, er det en rekke faktorer som forsterker hverandre og tørker ut landskapet.

KEN IKEDA MADSEN/SHUTTERSTOCK/AI

KEN IKEDA MADSEN/SHUTTERSTOCK/AI

Temperaturen stiger

1 Drivhuseffekten har økt temperaturen og gjort skydannelsen og nedbøren mer uforutsigbar. Når nedbøren uteblir flere år på rad, blir konsekvensen en flerårig tørkeperiode.

Fordampningen øker

2 Høyere temperaturer betyr at fordampningen fra planter og jordoverflaten øker. For å kompensere for den økte fordampningen suger trærne mer vann ut av bakken.

Reservoarer tørker ut

3 Mangelen på nedbør fører til at elvene krymper og vannstanden i vannmagasinene synker. Samtidig må landbruket hente enda mer vann fra reservoarene for å redde avlingene.

Grunnvannet synker

4 Uten nedbør siver det ikke vann gjennom jordsmonnet. Dette fører til at grunnvannsnivået synker. Hvis tørken fortsetter, kan grunnvannet til slutt ikke lenger forsyne reservoarene med vann.



SIMON MAINA/AFP/RITZAU SCANPIX

Opptil én million barn under fem år og hundretusener av mødre led av underernæring bare i Nord-Kenya under den alvorlige tørken i 2022.

» bør enn normalt. Forskerne understreker imidlertid at selv om regnskogen er god til å holde seg grønn gjennom tørke, kan den bli forstyrret. Samtidig viser andre studier at regnskogen er sårbar hvis tørken fortsetter i mange år.

I 2022 oppdaget kinesiske forskere at regnskoger som hadde vært tørkepåvirket i mer enn et tiår, hadde betydelig lavere vekst og et dramatisk fall i trærnes evne til å produsere nye skudd. Og i 2018 undersøkte et forskerteam fra Nasa trekronetettheten i Amazonas og oppdaget at tre tørkeperioder i 2005, 2010 og 2015 fortsatt hadde konsekvenser minst tre år senere, da trekronene fortsatt var tynnere enn normalt.

Regnskogen blir en klimaskurk

Basert på målingene regnet forskerne ut hva den tynnere vegetasjonen betydde for regnskogens evne til å ta opp karbon i form av CO_2. Resultatene var enda mer alarmerende: Under normale omstendigheter absorberer skogen mer CO_2 enn den frigjør, men dette bildet ble snudd på hodet av tørkene.

I de tre årene som fulgte etter en tørke, frigjorde Amazonas 270 millioner tonn karbon, noe som økte drivhuseffekten i stedet for å redusere den, fordi døde trær råtner eller brenner og dermed frigjør CO_2.

Det ser altså ut til at regnskogen er en joker når det gjelder fremtidige tørkeperioder. Hvis tørkeutsatte regnskoger øker den globale oppvarmingen, kommer vi inn i en ond sirkel fordi oppvarmingen vil føre til enda flere tørkeperioder.

Tørkerammede regnskoger kan også forårsake tørke andre steder gjennom en annen mekanisme. Vanligvis er fordampning fra den tropiske regnskogen en viktig bidragsyter til dannelsen av skyer og nedbør i andre deler av verden, ikke minst i områder der det meste av jordbruksproduksjonen foregår. Amazonas leverer regn til Midtvesten i USA, mens regnskogene i Sørøst-Asia bidrar til å vanne jordbruksland i India og Kina.

Men når regnskogen tynnes ut på grunn av tørke, reduseres fordampningen og dermed skydannelsen. Det betyr at en tørke i de tropiske regnskogene kan bidra til å utløse en annen tørke tusenvis av kilometer unna.

Vi må leve med tørken

Løsningen på tørken er tilsynelatende enkel – stopp den globale oppvarmingen – men selv om vi på magisk vis stopper alle CO_2-utslipp nå, vil det fortsatt ta minst et århundre før den globale temperaturen begynner å gå ned.

I mellomtiden kan bevaring av regnskog bidra til å redusere risikoen for nye tørkeperioder. Nyplantet regnskog vil lagre karbon og senke drivhuseffekten samtidig som den øker fordampningen og sikrer nedbør over jordbruksland. På kort sikt må vi også bli flinkere til å leve med tørkeperioder, det vil si å klare oss gjennom dem ved å spare på vannet. Det er flere ting landbruket kan gjøre.

En av dem er å bruke såkalt dryppvanning, der avlingene vannes via slanger som slipper vannet langsomt ned i rotsonen gjennom små hull. Dette gjør at plantene kan absorbere mye mer av vannet før det fordamper. Avhengig av type avling kan dryppvanning spare mellom 60 og 80 prosentav vannet sammenlignet med tradisjonelle vanningsmetoder.

En annen måte å tilpasse seg en tørrere fremtid på er skogslandbruk. Som navnet antyder, innebærer det en blanding av jordbruk og skogbruk. Ved at man planter trær sammen med andre avlinger, blir jordsmonnet mer motstandsdyktig mot tørke. Skygge fra trærne sørger for mindre fordampning fra jordoverflaten og avlingene samtidig som de trekker vann til overflaten fra dypere jordlag.

Et tredje alternativ er å bruke tørkeresistente avlinger som enten er avlet frem eller genmodifisert for å overleve tørkeperioder. Studier viser for eksempel at planter med én enkelt genmodifisering kan bli bedre til å «spare på vannet». Genmodifiseringen gjør at planten ikke åpner bladporene like mye og derfor slipper ut 25 prosent mindre vann gjennom fordampning.

Mange vannbesparende tiltak vil være avgjørende for å dempe de verste konsekvensene av fremtidige megatørker. I det sørvestlige USA har megatørken vart i 25 år så langt, og med dagens klimautsikter kan innbyggerne forvente flere klimakriser, der vannstanden i Lake Mead bak Hoover-demningen synker så lavt at hele livsgrunnlaget i regionen er truet.

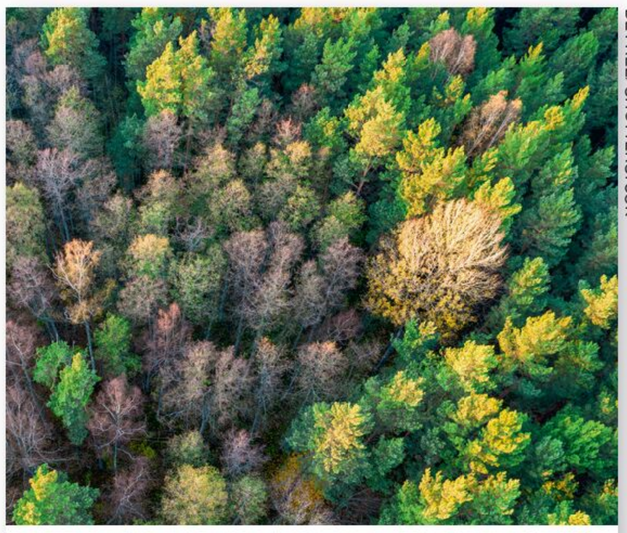
Bare tiden vil vise hva som vil skje med de 25 millioner menneskene som er avhengige av vannet i reservoaret for å overleve. □

LES VIDERE

Skann koden for å lese flere artikler om KLIMA på **illvit.no**

Tørke påvirker naturen ulikt

Satellittbilder avslører at verdens vegetasjon reagerer svært ulikt på flerårig tørke. Ved første øyekast ser gressletter ut til å være de mest sårbare og regnskogene de mest hardføre, men på lang sikt kan det være omvendt.



DE FREE/SHUTTERSTOCK

Skogene i nord holder seg grønne

1 Skogtypen som dominerer i tempererte strøk, klarer seg relativt godt i tørkeperioder. Selv om noen trær dør, oppveies dette av at den globale oppvarmingen har forlenget vekstsesongen i de nordlige områdene.



KERRY HARGROVE/SHUTTERSTOCK

Gressområder rammes hardt, men kort

2 Det første offeret for langvarig tørke er gressletter. Her visner vegetasjonen raskt bort, og jorden blir tørr og gold. På den annen side er gress også den vegetasjonstypen som kommer seg raskest når tørken endelig er over.

Regnskogen får langvarige skader

3 Tropiske regnskoger holder seg grønne gjennom tørkeperioder fordi det fortsatt kommer noe nedbør. År med tørke kan imidlertid føre til at tredøden sprer seg, noe som øker risikoen for skogbrann. Det tar flere tiår før regnskogen kommer seg igjen.

De verste brannene på 20 år herjet Amazonas-skogen i 2024, med over 20 000 branner bare i juli.

KEN IKEDA MADSEN/SHUTTERSTOCK/AI



Sjøhest-pappa føder flere hundre unger

Sjøhesten er det eneste dyret der hannen blir drektig. Under paringen plasserer hunnen eggene sine i en rugepose på hannens buk. Eggene befruktes inne i posen, som tilfører oksygen og næring på samme måte som en livmor. Når hannen skal føde, vrir han seg som om han hadde veer og presser ut hundrevis av unger. Forskerne tror at det «mannlige» svangerskapet gjør det mulig for sjøhesten å få flere avkom, fordi hunnen kan bruke energien på å produsere egg.
Bildet fikk hederlig omtale i konkurransen Ocean Art.

Fotograf // Todd Aki

OCEAN ART 2023



Energien tilsvarer tusen milliarder lynnedslag:

NÅ VIL FYSIKERNE SKAPE MATERIE UT AV INGENTING

Kan noe oppstå fra ingenting? Ja, sier kvantefysikerne – men det krever et fenomen som er så voldsomt at det river selve det tomme rommet fra hverandre. Og det er akkurat det forskerne ved SLAC-laboratoriet i USA nå er i ferd med å skape.

Før universet ble fylt med stjerner, planeter og galakser, var det ingenting. Nøyaktig hva som skjedde da ingenting plutselig ble til noe, vet vi ikke. Men vi kjenner til én avgjørende ingrediens i den kosmiske bakeoppskriften.

For å skape materie ut av ingenting måtte det et voldsomt energiutbrudd til – nok energi til å rive selve det tomme rommet fra hverandre, slik at de første partiklene kunne dannes og historien begynne.

I dag, nesten 14 milliarder år senere, prøver fysikerne å gjenskape deler av prosessen. Og nå har forskere ved det nasjonale akseleratorlaboratoriet SLAC i USA tatt et stort skritt tilbake til begynnelsen av alt. De har utviklet en teknikk som komprimerer elektroner til en ekstremt kort og intens stråle. På brøkdelen av et sekund frigjør strålen mer energi enn en million kjernekraftverk.

Neste skritt er å begynne å trekke materie

Av **Christian Bierlich**



Fysikere har laget en stråle som kan gjøre det mulig å etterligne big bang.

JACQUELINE RAMSEYER ORRELL/SLAC NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY

ut av det tomme rommet – og hemmeligheten er en mekanisme som fungerer som fjæringen på en bil.

Tomrommet er alt annet enn tomt

I fysikken kalles et tomrom et vakuum, men zoomer vi inn på kvantenivå, er tomrommet fullt av aktivitet.

Ifølge moderne kvantefysikk er det tomme rommet fylt med usynlige lag av energi som kalles felt. Og når feltene vibrerer, er det som om partikler dukker opp og forsvinner igjen.

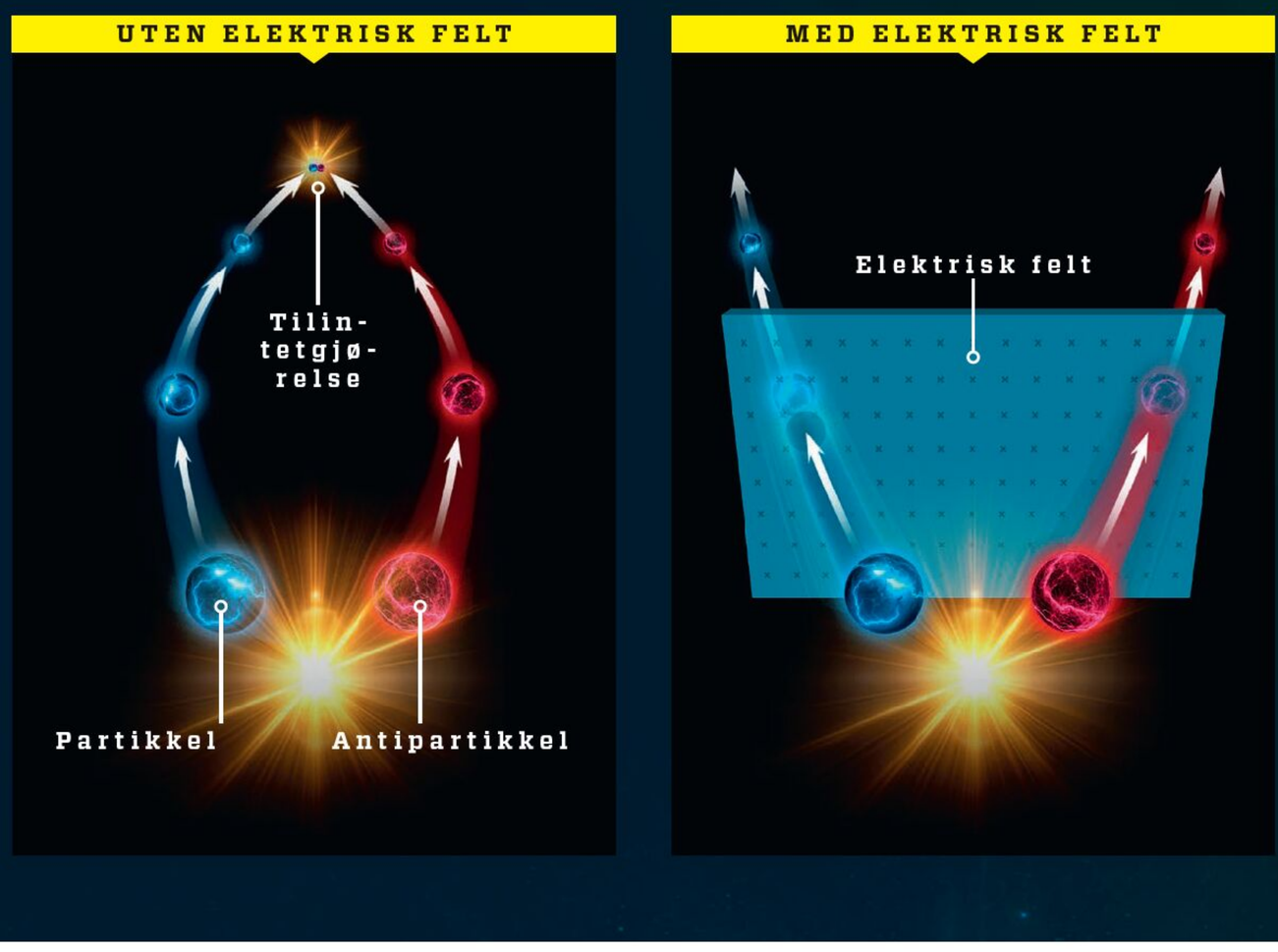
At partikler dukker opp og forsvinner, er en konsekvens av det som kalles Heisenbergs uskarphetsrelasjon, etter den tyske fysikeren Werner Heisenberg, og som er en av hjørnesteinene i kvantefysikken.

Ifølge det prinsippet kan man låne energi fra et vakuum for å skape partikler ut av ingenting – så lenge man gir den raskt tilbake, slik at energiregnskapet går i null.

Vakuumet kan for eksempel låne nok energi til å skape et elektron og antipartikkelen, et positron. Men de to partiklene må kollidere og tilintetgjøre hverandre igjen før det har gått omtrent 10–21 sekunder – mindre tid enn det tar for lyset å krysse en atomkjerne. Det er »

ELEKTRISK FELT TREKKER PARTIKLER UT AV INGENTING

Det tomme rommet er ikke tomt. Ifølge kvanteteorien er det fullt av kvantefluktuasjoner, det vil si spontant oppståtte partikler. Partiklene (til venstre) oppstår som par av en partikkel (blå) og en antipartikkel (rød) som raskt kolliderer og opphever hverandre igjen. Ifølge fysikkens energibevaringslov er energien konstant. Men ifølge en teori kan et sterkt elektrisk felt (til høyre) tvinge partikkelen og antipartikkelen fra hverandre og la dem leve videre. Dermed blir det mulig å skape noe ut av ingenting.



KEN IKEDA MADSEN/SHUTTERSTOCK



MY OCEAN PRODUCTION/SHUTTERSTOCK

Den intense elektronstrålen kan brukes i nye strålebehandlingssystemer som vil være både mer kompakte og mer presise enn i dag.

» likevel nok tid til at partiklene kan påvirke prosesser i den virkelige verden, og utallige eksperimenter har bevist at partiklene faktisk er der.

Under ekstreme forhold kan de to såkalte virtuelle partiklene bli til «virkelige» partikler. Hvis du har et elektrisk felt som er sterkt nok til å oppveie partiklenes «energiregning», kan du rive dem fra hverandre før de kolliderer. Det kalles Schwinger-mekanismen, etter den amerikanske fysikeren Julian Schwinger, som beskrev prinsippet teoretisk i 1951. Selv om det har gått mer enn sju tiår siden den gang, er det ennå ingen som har påvist Schwinger-mekanismen i eksperimenter. Det skyldes at den krever en energiutladning like intens som tusen milliarder lynnedslag. Men det er her SLAC-forskernes intense elektronstråle kommer inn i bildet.

Fjæring gjør strålen stabil

En elektronstråle består av korte, konsentrerte grupper av elektroner som beveger seg raskt og ensartet fremover. Strålen pulserer, og hver gruppe elektroner utgjør en enkelt puls.

For at strålen skal bli så intens som mulig, må alle elektronene ha omtrent samme retning og energi. Målet er å samle elektronene i både tid og rom for å skape en ultrakort, men ekstremt intens puls. Du kan sammenligne den svært korte, voldsomme energiutladningen fra elektronstrålen med et lynnedslag.

Men selv små forskjeller i energi mellom elektronene kan vokse og ødelegge formen på strålen, slik at intensiteten synker, og det er dette problemet fysikerne ved SLAC har funnet en effektiv løsning på med en såkalt laservarmer. Laservarmeren gjør strålen mer ensartet ved først å gjøre den litt uensartet. Det

Ujevnheter gjør strålen sterkere

Fysikere har skapt verdens hittil mest intense elektronstråle. Hemmeligheten er en såkalt laservarmer, som gjør strålen mer stabil ved å tilføre den små uregelmessigheter. Dermed kan den komprimeres til en ultrakort, konsentrert puls.



Fotokatode tryller lys om til elektroner

1 En såkalt fotokatode bruker ultrafiolett lys til å slå elektroner ut av en metallplate, slik at elektronstrålen dannes. Ved å justere bølgelengden på lyset kan fysikerne gi elektronene samme energi og retning, slik at strålen blir velordnet.

10^{-21} sekunder er alt som skal til før de to virtuelle partiklene kolliderer og tilintetgjør hverandre igjen.

høres kanskje paradoksalt ut, men prinsippet er faktisk det samme som i fjæringen på en bil. Sammenlignet med en ufjæret olabil gynger en personbil litt mer på en jevn vei, men til gjengjeld reagerer den på en hump i veien på en mye mer behagelig måte.

På samme måte tilfører laservarmeren et lite, kontrollert støt – en liten variasjon i elektronenergien – som forhindrer at det oppstår større ujevnheter. Dette gjør strålen mye mer stabil når den deretter sendes gjennom en magnetisk kompressor som komprimerer elektronene til en enda kortere og tettere puls.

Den siste elektronstrålen i eksperimentet varte bare noen få femtosekunder – milliontedels milliarddeler av et sekund – men i dette korte glimtet frigjorde den mer energi enn en million atomkraftverk. Intensiteten, den såkalte feltstyrken, var ti millioner ganger så stor som ved et lynnedslag.

Åpner døren til det første øyeblikket

Den nye elektronstrålen er mer enn bare en teknisk bragd. Den har også potensial til å forandre verden. Intense elektronstråler er en nøkkelkomponent i såkalte plasmakjølvannsakseleratorer – en ny type partikkelakselerator som kan gi energi til partikler over svært korte avstander.

I sykehusverdenen betyr dette for eksempel at store og dyre strålebehandlingssystemer kan erstattes med kompakte og billigere systemer som kan levere mer presise stråledoser direkte til en svulst.

Men fremfor alt åpner SLAC-forskernes elektronstråle døren til en ny forståelse av vakuum som et aktivt rom. De ekstreme elektriske feltene som skapes i strålen, nærmer seg grensen der Schwinger-mekanismen vil kunne rive partikler ut av vakuumet og skape materie ut av ingenting.

Det var akkurat dette som skjedde i universets første øyeblikk. Først var det bare voldsomme felt og energi, men etter hvert som feltene vokste i styrke, ble vakuumet ustabilt, og partikler oppsto spontant.

Ved å nærme seg slike sterke felt kan forskerne kanskje gjenskape prosessen i laboratoriet, for selv om forskerne har en teori om big bang og kan lære mye av å observere universet, er det ennå ingen som har skapt materie ut av ingenting.

Når vi kan det, vil vi være nærmere en forståelse av ikke bare hva som skjedde da universet ble til, men også hvordan det skjedde. □

LES VIDERE

Skann koden for å lese flere artikler om FYSIKK på **illvit.no**

Laservarmeren tilfører kunstig støy

2 Forstyrrelser gjør strålen ujevn. Laservarmeren løser problemet ved å tilføre kunstig støy (nederst) som får strålen til å reagere kontrollert på forstyrrelser (bul). Uten laservarmeren fører forstyrrelsene til kaotiske svingninger (øverst).

Komprimering gjør strålen intens

3 Strålen komprimeres til en kort puls. Uten laservarmeren forsterker den forskjellen i elektronenes hastighet (øverst), slik at strålen mister form. Med laservarmeren holder elektronene seg samlet, slik at strålen blir intens (øverst).

KEN IKEDA MADSEN/SHUTTERSTOCK



DETTE KAN DU OPPLEVE I **NOVEMBER**

20. NOVEMBER

Vår kosmiske nabo er synlig

Den er 2,54 millioner lysår unna. Likevel kan du se den med det blotte øye. Akkurat nå kommer Melkeveiens nabo, Andromedagalaksen, til syne på himmelen.

Akkurat nå har du mulighet til å se Melkeveiens nærmeste nabo, Andromedagalaksen. Den ligger 24 trillioner kilometer – eller 2,54 millioner lysår – fra jorda og er det fjerneste himmellegemet du under normale forhold kan se med det blotte øy.

Med en billion stjerner er Andromeda ikke bare dobbelt så stor som vår galakse, Melkeveien, men også den største galaksen i Den lokale gruppen – den galaksehopen Melkeveien tilhører. Melkeveien og Andromeda ligner på hverandre: Begge er såkalte spiralgalakser og dessuten er omgitt av en lysende ring – en halo – av kuleformede stjernehoper som i både utseende og struktur er ganske like.

Andromeda har lenge forundret forskerne, for den oppfører seg ikke som den burde: Galaksen roterer for raskt, og inne fra kjernen strømmer det energi som kan stamme fra mørk materie.

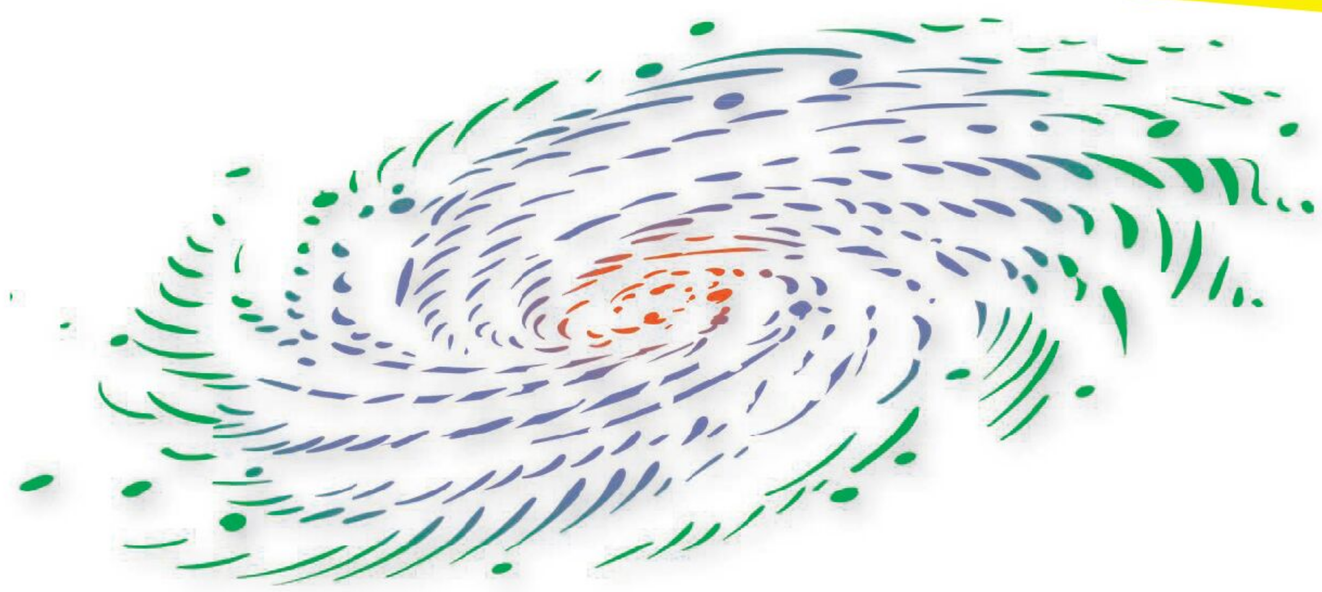
HOLD DEG OPPDATERT PÅ STJERNEHIMMELEN

Fargerike gasståker, fjerne planeter og fantastiske stjerneskudd. Vi sørger for at du alltid vet hva som skjer på nattehimmelen: **illvit.no/stjernehimlen**

Andromeda styres av mørk materie

BAK FENOMENET

Den mørke materien styrer kanskje Andromedagalaksen, som ikke ser ut til å følge tyngdeloven, og som sender ut mystisk stråling fra kjernen.



Mørk materie kan bidra til at Andromedas ytterkant roterer raskere enn den burde ifølge beregningene.

Andromeda ser ut til å veie mer enn summen av de synlige objektene i galaksen. Det kan skyldes massen fra mørk materie.

Gammastråling strømmer fra galaksens kjerne, og kan ifølge forskere stamme fra mørk materie.



Av **Jesper Grønne**

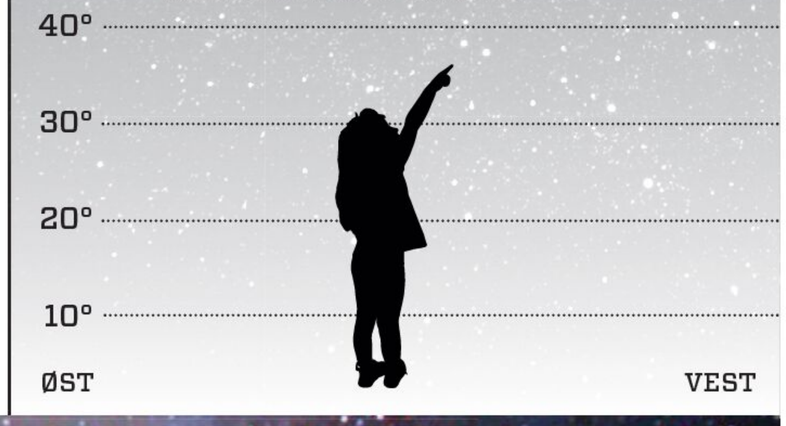
SLIK GJØR DU

Andromeda sees best om nettene rundt 20. november, når månelyset er ganske svakt. Klokken 22 er galaksen omtrent 70 grader over horisonten i sørvest.

Med det blotte øye kan du se galaksens sentrale kjerne, som består av millioner av stjerner som henger tett sammen. Galaksens fulle utstrekning er bare synlig med teleskop.

Hvis du vil ta bilder av Andromeda, kan du montere et kamera med teleobjektiv på teleskopet. Det må ha kamerafeste og en motor som følger himmelens bevegelse.

SE SELV



Andromedagalaksen er dobbelt så stor som Melkeveien og befinner seg 2,54 millioner lysår unna.

KEES SCHERER



DETTE KAN DU OGSÅ OPPLEVE I NOVEMBER

HELE NOVEMBER

Opplev stjernenes nærmeste fødestue

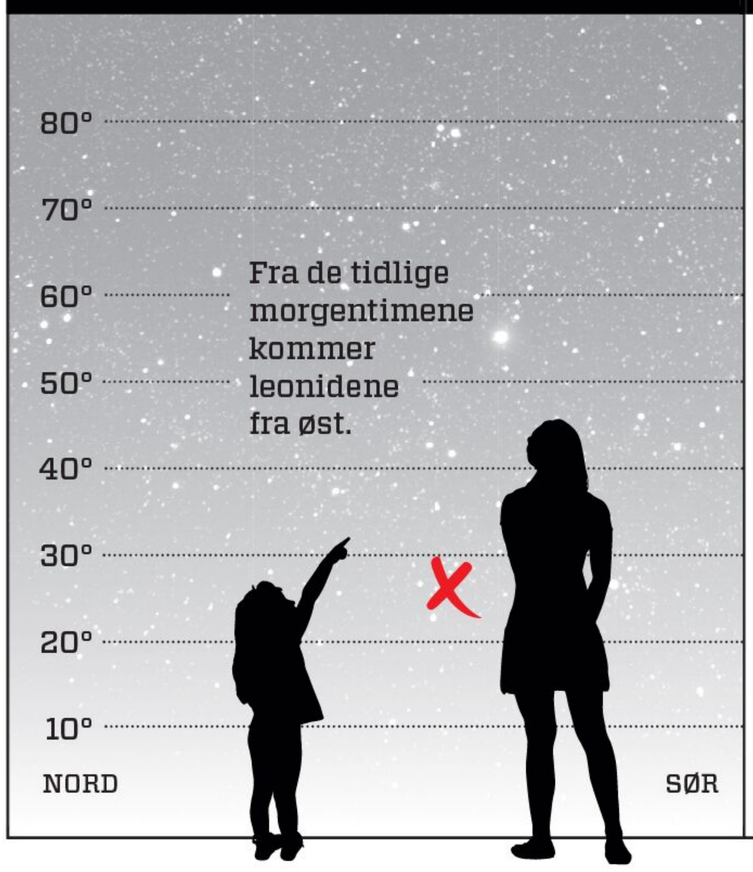
Over 700 unge stjerner holder til i Oriontåken, og flere kommer til hele tiden. Den gigantiske, glødende støvskyen, som er 24 lysår i diameter, er fødestedet for nye stjerner – og du kan se den med det blotte øye.

Tåken befinner seg i stjernebildet Orion, som består av en rekke klare stjerner. I midten ligger tre stjerner på en rett linje – Orions belte – og over og under er det fire stjerner som danner Orions føtter og skuldre – en firkantet ramme rundt beltet. Oriontåken ligger mellom føttene og beltet og er med på å danne Orions sverd.

Med en avstand fra jorda på om lag 1344 lysår er Oriontåken den stjernetåken som er tettest på oss. Derfor har den også vært gjenstand for mye forskning. Forskerne har blant annet funnet stjerner i tåken som har en sky av støv og gass rundt seg – en sky som etter hvert vil danne planeter.



SE SELV



SLIK GJØR DU

Leonidene når toppen natten mellom 17. og 18. november, og du kan se flest i de tidlige morgentimene, for eksempel mellom klokken 2 og 3. Finn helst et sted uten store mengder lysforurensning.

Meteorene kan opptre overalt på himmelen, men ser ut til å komme fra et punkt 20–30 grader oppe mot øst. **Hele den østlige halvparten av himmelen vil være et godt sted å se.**

Hvis du vil oppleve mange meteorer, må du være tålmodig, godt kledd og komfortabel – for eksempel i en stol. **Vil du ta bilder, så bruk en lang lukkertid, gjerne 30 sekunder, samt en bred bildevinkel.**

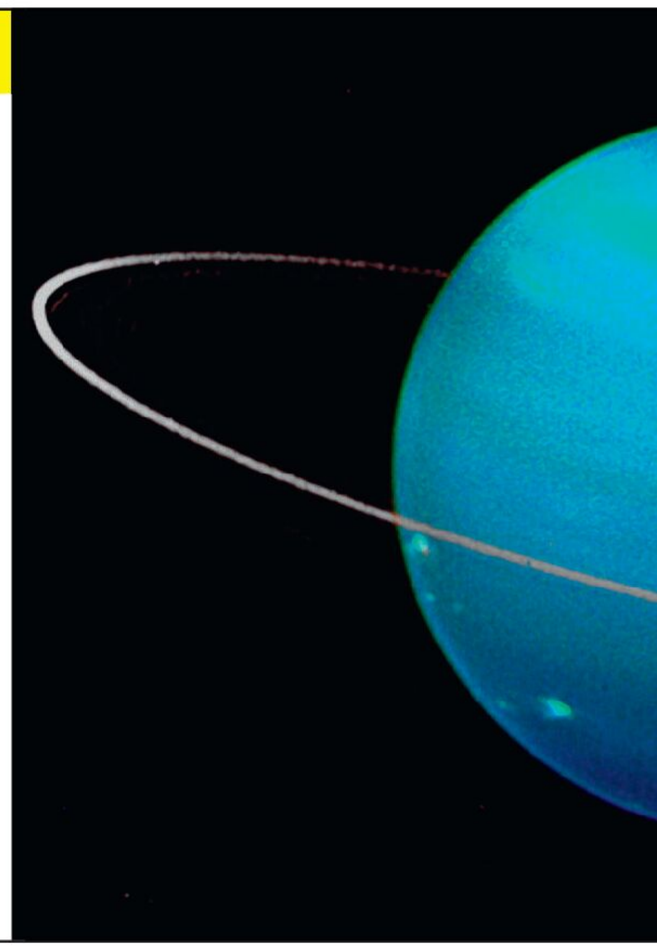
Leonidene lyser grønt når de møter oksygenet i atmosfæren med ekstrem høy hastighet.

JESPER GRØNNE, HVADIHIMLEN.DK

21. NOVEMBER

Fjern isplanet står fram på himmelen

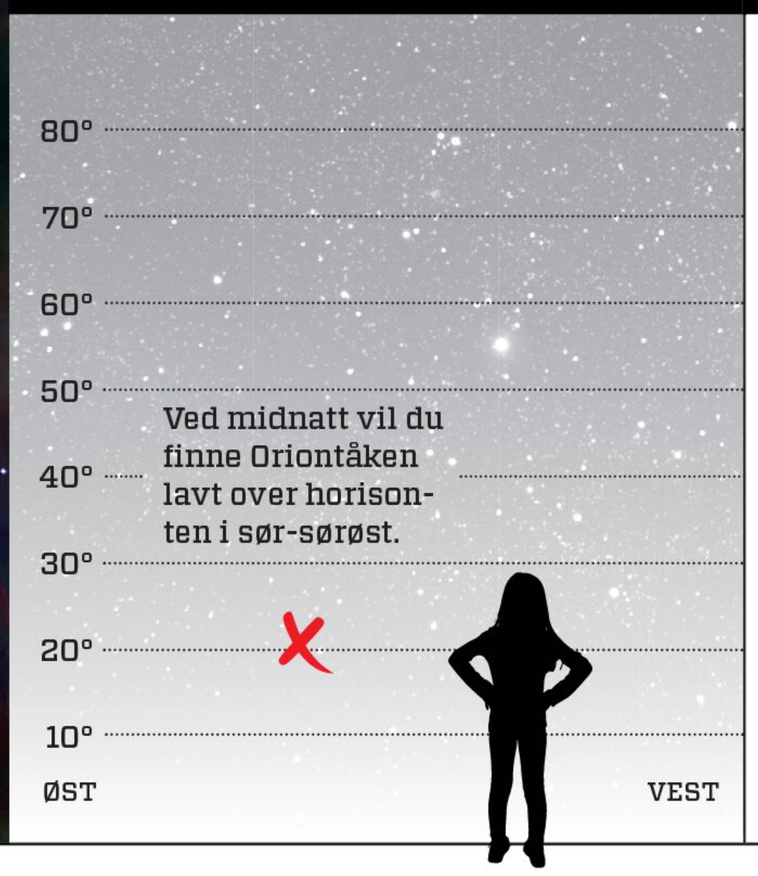
2,8 milliarder kilometer unna – og du kan se den med det blotte øye. Uranus er den sjuende og nest ytterste planeten i solsystemet. Den er en såkalt iskjempe med en diameter på vel 50 000 kilometer – fire ganger større enn jorda. Akkurat som Saturn har Uranus ringer, men de består av mørke partikler som er vanskelige å få øye på. Det er i alt ni ringer – den tykkeste er 100 kilometer bred, mens de andre bare er noen få kilometer tykke. I ringsystemet finnes det også to små måner på henholdsvis 20 og 30 kilometer i diameter. Uranus har tippet over på siden. Rotasjonsaksen er ikke parallell med solas rotasjonsakse – i motsetning til de andre planetene. Aksen til Uranus heller hele 98 grader i forhold til sola. Det skyldes antagelig at planeten har blitt utsatt for en rekke store kollisjoner tidlig i solsystemets historie. Dermed tippet den over på siden.





Det meste av lyset i Oriontåken kommer fra stjernehopen Trapezium i sentrum av tåken.
NASA/ESA

SE SELV



SLIK GJØR DU

Orion-tåken kan sees i hele november, men er best synlig rundt nymånen 20. november.
Ved midnatt vil du finne den lavt over horisonten i sør-sørøst – mellom Orions belte og føtter.

Hvis du finner et sted uten lysforurensning, kan du se tåken med det blotte øye. En kikkert eller et lite teleskop gjør det lettere å se den.

Du kan ta bilder av tåken hvis du stiller kameraet på et stativ og eksponerer i 10–30 sekunder. Bruk selvutløser slik at du ikke rister på kameraet når du trykker på utløseren.

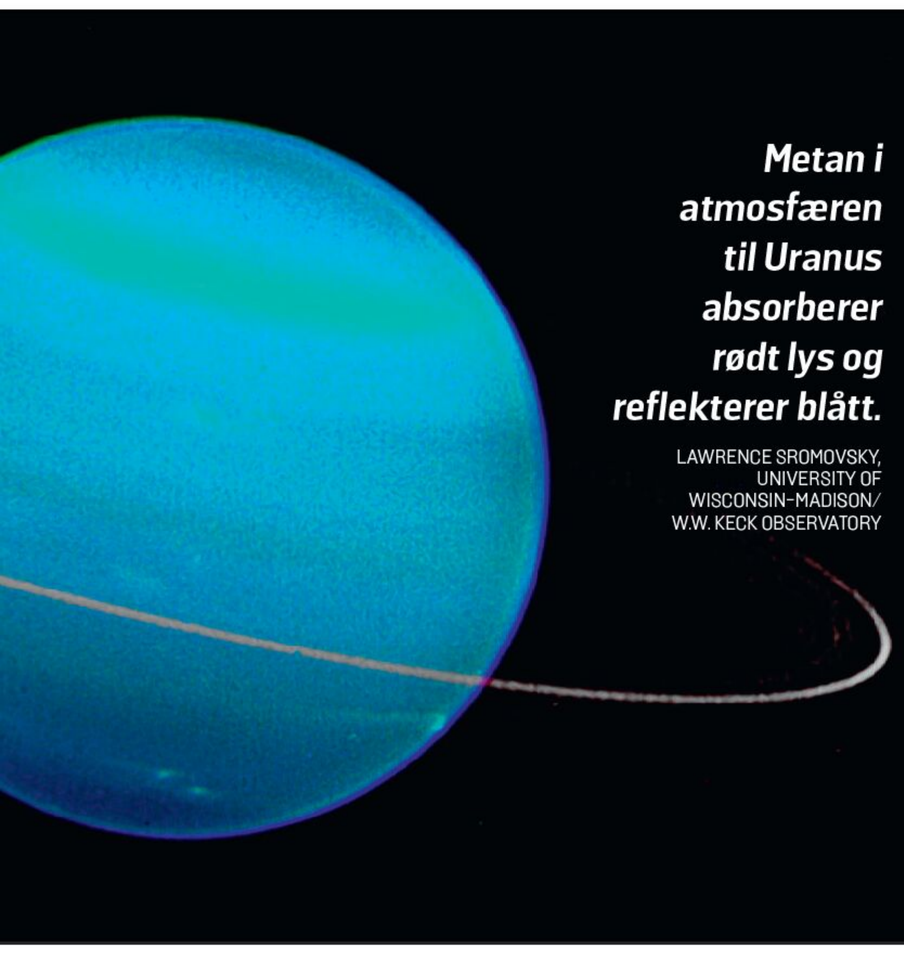


17.-18. NOVEMBER

Stjernehimmelens raskeste meteorer treffer i november

I den siste halvparten av november, hvert eneste år, treffer meteorregnet Leonidene jordens atmosfære med omkring 70 kilometer i sekundet. Det er 200 ganger raskere enn en geværkule, og dermed er Leonidene de raskeste meteorene som regelmessig treffer jorden. De små ildkulene lyser sterkere enn noe annet på nattehimmelen, med unntak av månen. Lyset oppstår når meteorene varmer opp luften rundt seg, og avhengig av sammensetningen av gasser i luften kan lyset ha blant annet grønne eller blålige farger.

Leonidene er rester fra kometen 55P/Tempel-Tuttle, som besøker det indre solsystemet – og dermed jordens nabolag – hvert 33. år. Neste gang er i 2031, så da vil Leonidene antagelig levere et ekstra kraftig meteorregn.



Metan i atmosfæren til Uranus absorberer rødt lys og reflekterer blått.
LAWRENCE SROMOVSKY, UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON/ W.W. KECK OBSERVATORY

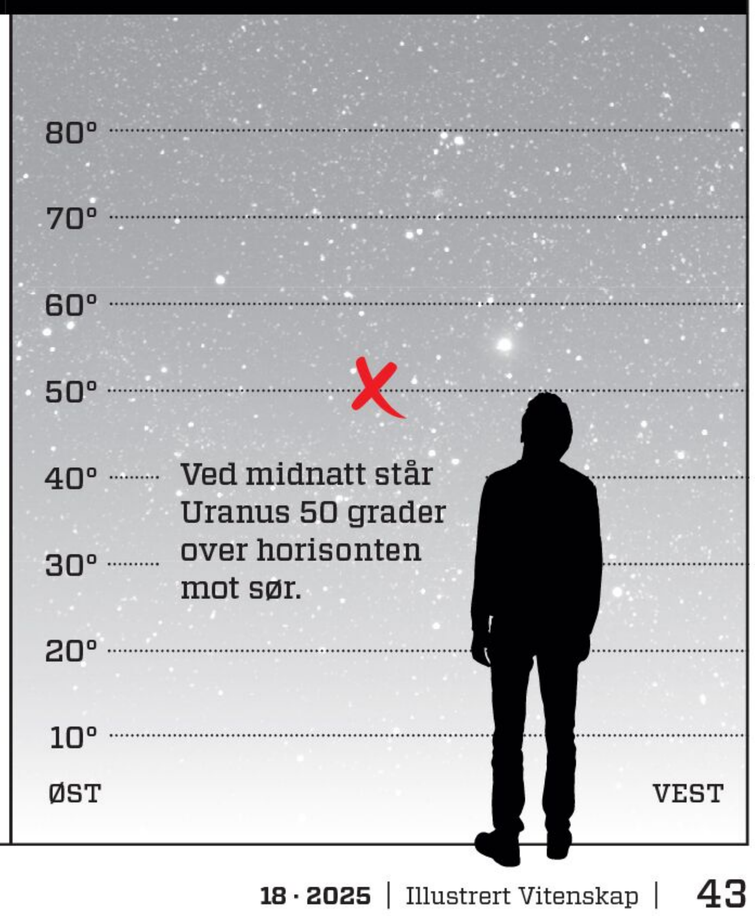
SLIK GJØR DU

Natt til 22. november er Uranus fullt opplyst av solen sett fra jorden, og planeten er derfor relativt lyssterk. **Ved midnatt befinner den seg 50 grader over horisonten i sør.**

Under mørke forhold kan du skimte Uranus med det blotte øye. Med en kikkert kan du se planetens blågrønne farge. Ringene er dessverre ikke synlige – selv ikke med et godt amatørteleskop.

Du kan lett fotografere Uranus gjennom et teleskop. Omkring midnatt står planeten høyest på himmelen, noe som gir de beste forholdene for å observere eller fotografere.

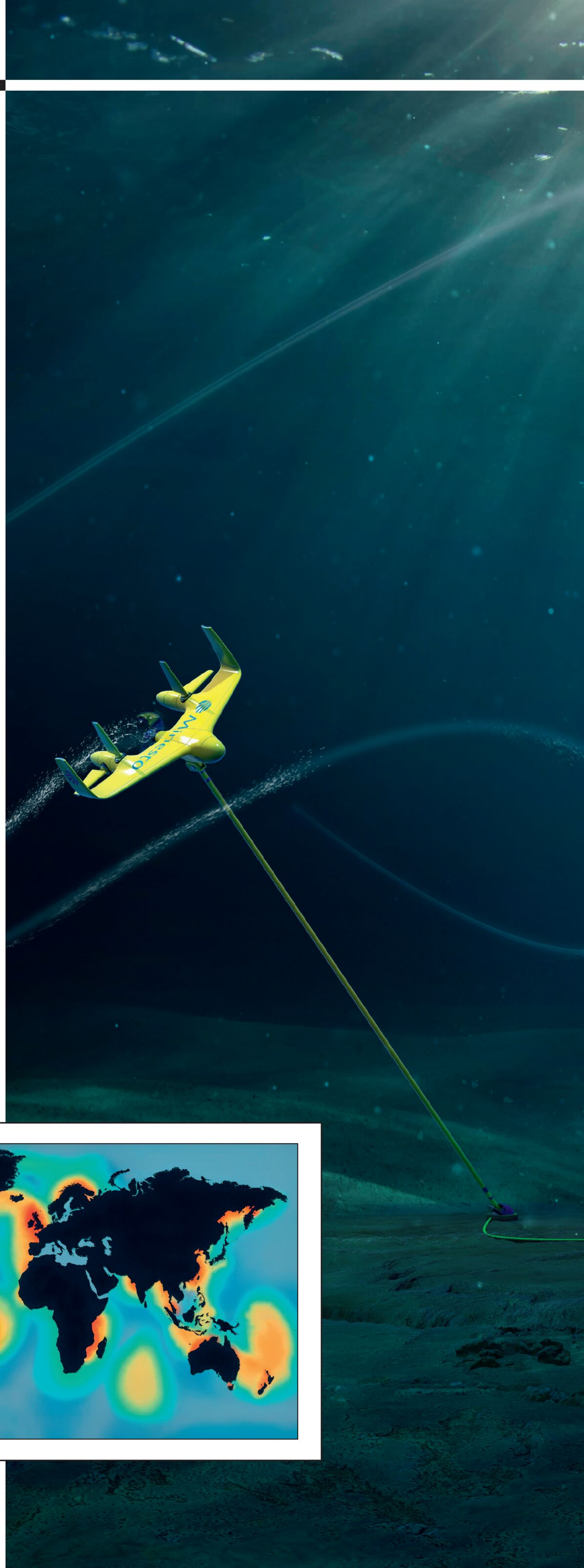
SE SELV



Månen leverer grønn strøm:

NÅ SKAL TIDEVANNET TAPPES FOR ENERGI

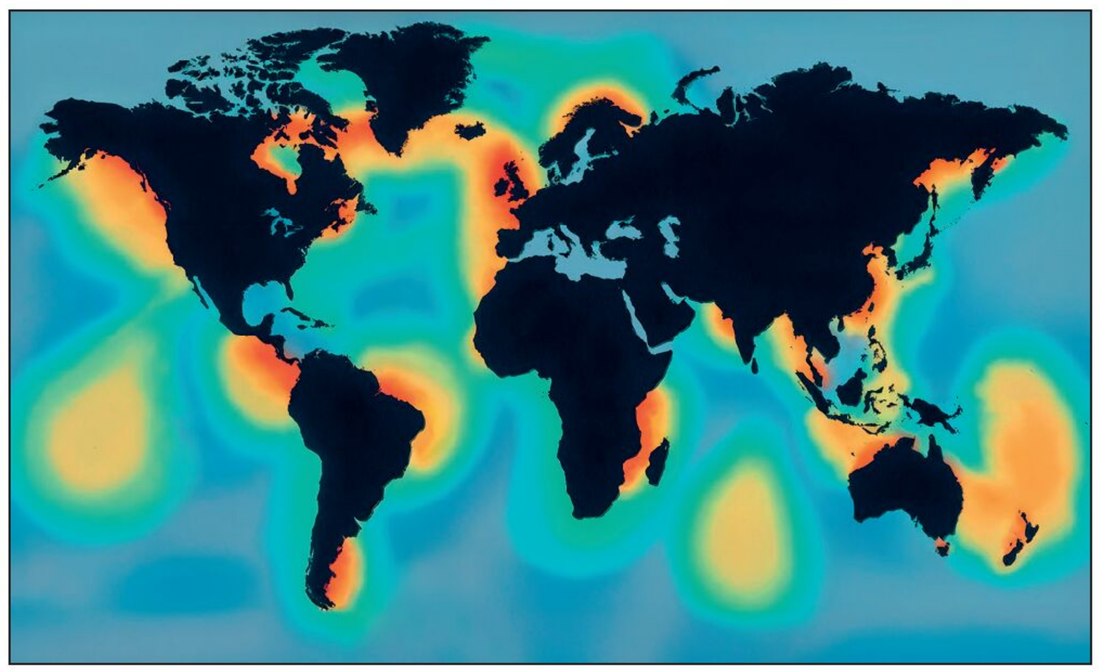
Månens tyngdekraft er en pålitelig og uuttømmelig kilde til grønn energi. Nå vil et svensk selskap utnytte den med teknologi som utnytter tidevannskraft på en ny og genial måte. Og rett rundt hjørnet venter flere andre prosjekter som kan bli enda mer oppsiktsvekkende.



ORBITAL MARINE POWER LTD

Landmasser former tidevannet

Hvis jorden var dekket av et hav som var like dypt overalt, ville forskjellen på høyvann og lavvann bare vært på en halv meter, men landjordens utforming får tidevannsbølgen til å tårne seg opp slik at forskjellen noen steder kommer opp i 15 meter. Kartet viser hvor forskjellen er minst (blått) og størst (rødt).



Tidevannsforskjell

Minst — **Størst**

Av **Jens E. Matthiesen**

Tidevannet tvinger dragene rundt i baner formet som åttetall. Det gir dem større fart, slik at de høster mer energi.

CLAUS LUNAU

På overflaten er alt som det pleier å være i Hestfjorden, som går mellom den lille øya Hestur og Streymoy, den største av Færøyene. Små krusninger på vannoverflaten avslører at tidevannet igjen strømmer gjennom sundet, slik det har gjort hver sjette time siden istiden slapp taket i Nord-Atlanteren.

Men under overflaten er det noe helt nytt som skjer. Seks gule drager sirkler rundt i vannet – i baner som har form som liggende åttetall. Dragene ligner fly som drives frem av propeller, men det er faktisk omvendt. Det er bevegelsene i vannet som får propellene til å snurre.

De gule dragene er utviklet av det svenske selskapet Minesto, og når de er på plass om to til tre år, vil de være et gjennombrudd for en ny grønn energikilde. Men ikke det eneste. I Storbritannia jobber også andre selskaper med prosjekter som skal hente energi ut av tidevannet.

Mer pålitelig enn sol og vind

Drømmen om å utnytte tidevannet til energiproduksjon er langt fra ny. Det rytmiske skiftet mellom høyvann og lavvann utgjør en enorm kraft som kan hjelpe oss med den grønne omstillingen, hvis vi kan finne ut hvordan vi kan utnytte den.

400

gigawatt strøm høste fra tidevannet. Dette tilsvarer kraften fra alle verdens kraftverk.

I motsetning til sol og vind har tidevannet den fordelen at det er hundre prosent forutsigbart. Vind og vær kan endre seg, men tidevannet vil alltid rulle frem og tilbake i havet i samme syklus.

På åpent hav er tidevannsbølgene bare rundt en halv meter høye, så det er ikke så stor forskjell på høy- og lavvann, men når tidevannet møter hindringer, blir forskjellene betydelig større. Formasjoner på havbunnen løfter tidevannsbølgene, og landmasser fungerer som trakter som får bølgene til å stige. I sund og fjorder er vannstrømmene derfor mange ganger så sterke som i åpent hav.

Beregninger viser at tidevannets konstante bevegelse på jorden skaper en effekt på 3000 gigawatt. Vi kan selvsagt ikke høste hele potensialet, men optimistiske anslag fra eksperter sier at rundt 400 gigawatt kraft er tilgjengelig. Dette tilsvarer den samlede effekten fra alle verdens kjernekraftverk. Det betyr at vi har potensial til å bruke tidevannet til å forsyne to milliarder mennesker med strøm.

Vi er imidlertid ikke i nærheten av dette tallet i dag. Til tross for flere tiår med forsøk på å anlegge tidevannskraftverk, er det bare noen få prosjekter som har klart det.

De to største unntakene er i Sør-Korea og Frankrike. Det franske tidevannskraftverket Rance ble bygget allerede i 1966 og har en kapasitet på 240 megawatt, mens det koreanske Sihwa-sjøen tidevannskraftverk



Månen flytter rundt på jordens vann

Tyngdekraften fra månen skaper to utbulinger av vann på havene. Når jorden roterer, beveger bulene seg rundt slik at vi får to høyvann og to lavvann hvert døgn. Tidevannet forsterkes når jorden, månen og solen står på linje.

fra 2011 er litt større med en kapasitet på 254 megawatt.

Begge kraftverkene fungerer ved at det stigende tidevannet fanges bak en demning. Når tidevannet har trukket seg tilbake utenfor demningen, slippes det oppdemte vannet ut gjennom kraftgenererende turbiner.

Andre konsepter for å utnytte tidevannet har også vært prøvd, men utviklingen har gått langsommere. Felles for dem er at de i stedet for å fange tidevannet bak demninger, utnytter vannstrømmen når den presses gjennom sund. Dette kan gjøres ved å installere tidevannsturbiner på havbunnen.

Prosjekter drukner i vedlikehold

Den største tekniske utfordringen har vært at saltvann tærer på metalldelene i turbinene, noe som fører til at de brytes raskt ned. Det betyr at reparasjons- og vedlikeholdskostnadene er høye, ikke minst fordi turbinene på havbunnen er vanskelig tilgjengelige. Denne utfordringen har skapt usikkerhet rundt økonomien i prosjektene, noe som gjør det vanskelig å tiltrekke seg investeringer. Derfor har mange prosjekter blitt lagt ned nesten før de har kommet i gang. Men heldigvis gir nye oppfinnsomme prosjekter endelig grunn til optimisme.

Særlig én ny aktør er et friskt pust. Det svenske selskapet Minesto satser på en kreativ løsning der store drager utvinner energi fra tidevannet ved å gli rundt førti meter under havoverflaten i åttetallsformede baner.

Sammenlignet med fastmonterte turbiner på havbunnen har drager den »



MINESTO

Selskapet Minesto har arbeidet med den hydrodynamiske utformingen av undervannsdragene sine siden 2013. Prototypene har blant annet blitt testet i Vestmannasundet på Færøyene.



SHUTTERSTOCK/PHOTOONGRAPHY

Månen skaper en bule av vann

Tyngdekraften fra månen påvirker hele jordoverflaten, men effekten er størst på vann, siden det er flytende. Derfor dannes det en «bule» (blått) på den siden som vender mot månen. Den beveger seg rundt overflaten i takt med jordrotasjonen (hvit pil).

Rotasjon fremkaller motsatt bule

Jorden og månen går i bane rundt et felles massesenter, som befinner seg et stykke inne i jorden (gul prikk). Jordens bevegelse rundt massesenteret fører til at det også dannes en bule med vann på den siden av jorden som vender bort fra månen.

Solens tyngdekraft forsterker høyvannet

Solen skaper også tidevann på jorden, men virkningen er bare om lag halvparten så stor. De to kreftene virker sammen (blått og hvitt) når jorden, månen og solen står på linje. Resultatet er det vi kaller springflo, som oppstår to ganger i måneden, ved fullmåne og nymåne.

MATTHIESEN

3 teknologier utvinner energi fra tidevannet

Fornybare energikilder har et problem når det gjelder stabilitet. Solceller mister effekt i overskyet vær, og vindturbiner fungerer bare når det blåser. Men en tredje kilde svikter aldri – og hvis vi kan utnytte den, har vi et nytt og sikkert kort på hånden i det grønne skiftet.

Selskapet Minesto har utviklet undervannsdrager formet som små fly for å høste tidevanns-energi på Færøyene.

MINESTO

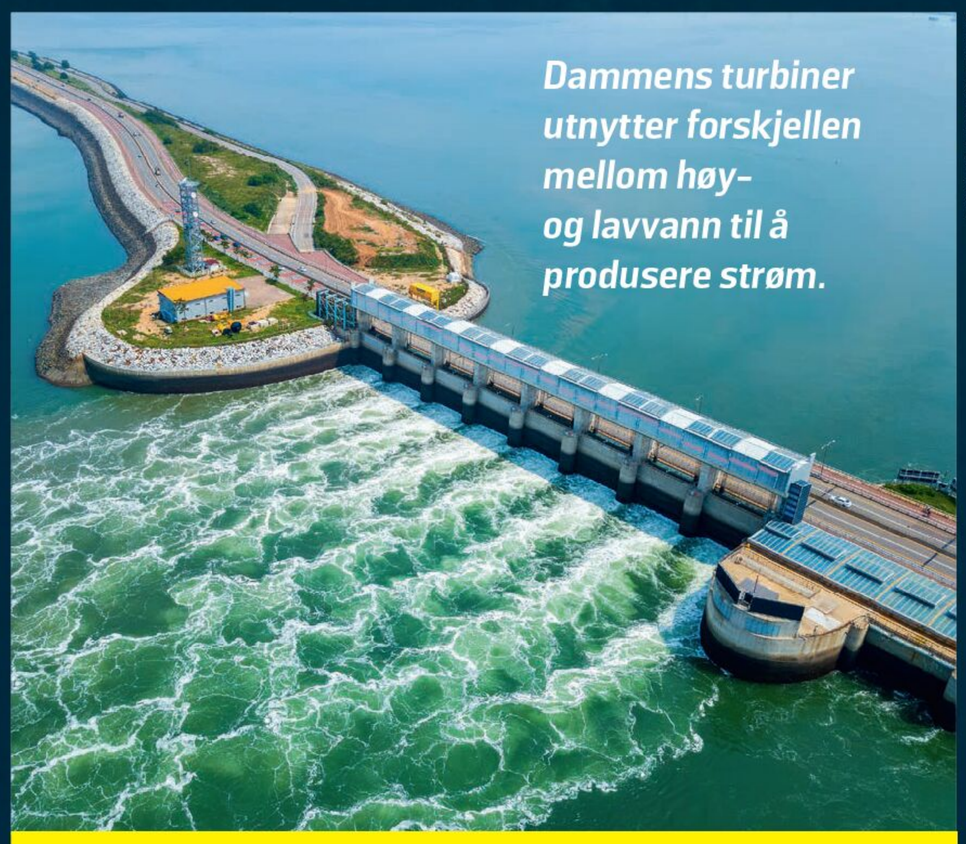
DRAGER I VANNET

Kraftverk svømmer i åttetall under vann

Teknologi: Tidligere har tidevannsenergi blitt høstet med stasjonære undervannsturbiner. Det er imidlertid mye mer effektivt å la turbinene bevege seg rundt i vannet i høy hastighet. Det er tanken bak en ny teknikk der undervannsdrager som er forankret i havbunnen, beveger seg i baner med form som liggende åttetall.

Utfordring: Teknologien er ny og må derfor fortsatt bevise at den fungerer kommersielt. Det kan derfor være vanskelig å tiltrekke seg investorer.

Status: Det svenske selskapet Minesto er ledende i utviklingen av drageteknologien og tester den i stor skala på Færøyene. Minesto samarbeider med energiselskapet SEV om sju store parker med drager i fjorder mellom øyene. Målet er å nå en samlet kapasitet på 200 megawatt, noe som vil dekke 40 prosent av Færøyenes strømforbruk.



Dammens turbiner utnytter forskjellen mellom høy- og lavvann til å produsere strøm.

SHUTTERSTOCK/CSTRIKE

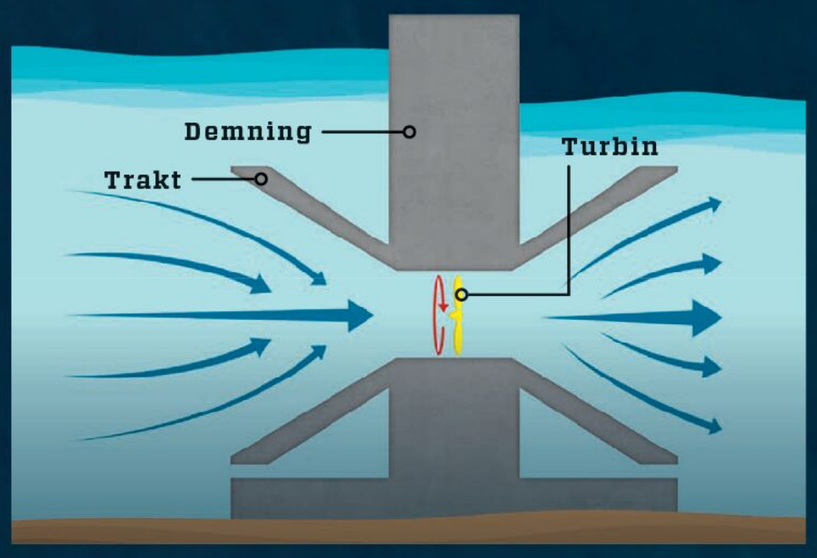
DEMNING MED TURBINER

Tidevannet blir fanget bak demningen

Teknologi: En demning med innebygde turbiner kan anlegges på steder der tidevannet presses inn mot en fjord eller en bukt. Høyvannet fanges opp bak demningen, og når det strømmer tilbake igjen når det fjærer, ledes det gjennom turbinene. Noen demninger er utformet slik at turbinene genererer strøm i begge tidevannsretninger.

Utfordring: Demningen kan skape endringer i vannmiljøet i fjorden eller bukten, noe som kan få store konsekvenser for dyre- og plantelivet.

Status: Teknologien brukes ved verdens mest produktive tidevannskraftverk. Det største er det sørkoreanske Sihwa-sjøen tidevannskraftverk, som med sine 254 megawatt kan forsyne 110 000 husstander. Metoden vil bli enda mer aktuell i fremtiden fordi det også er behov for demninger som kan beskytte mot stormflo.





Fastmonterte havbunns-turbiner brukes i trange sund der tidevannets kraft forsterkes.

IMAGINIMA/GETTY IMAGES

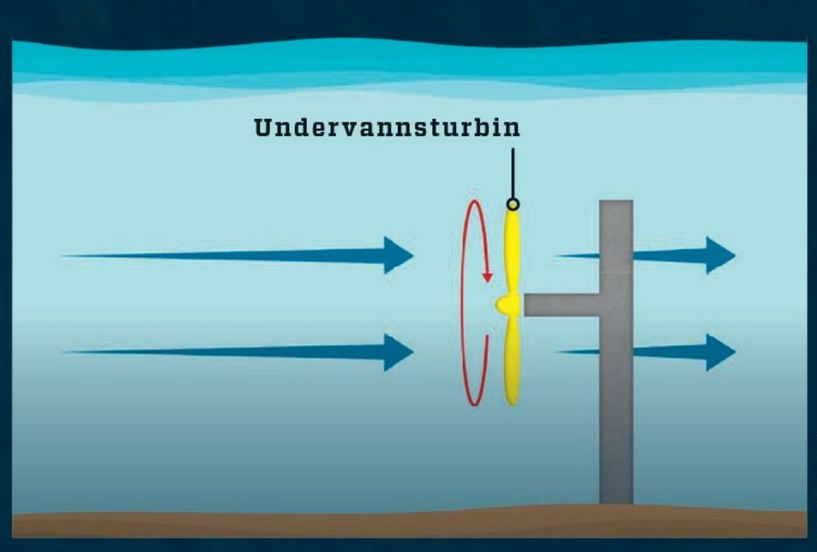
TURBINER PÅ HAVBUNNEN

Fleksible turbiner snur seg mot strømmen

Teknologi: Tidevannet skaper sterke strømmer når det presses gjennom trange sund. Det er her faste turbiner på havbunnen kan produsere store mengder strøm. Noen undervannsturbiner er konstruert slik at de kan snu seg rundt og fange opp strømmen i begge retninger. Andre oppnår samme effekt ved ganske enkelt å endre vinkelen på rotorbladene.

Utfordring: Saltvannet forårsaker korrosjon, noe som bryter ned metalldelene i turbinene – og det er dyrt og vanskelig å komme seg ned og skifte dem ut.

Status: Tidevannsturbiner brukes blant annet i Skottland og England. I sundet mellom Skottland og øya Stroma etablerer energiprosjektet MeyGen turbiner med en rotordiameter på 18 meter. I dag er fire turbiner på plass med en samlet kapasitet på 6 megawatt, men planen er å komme opp i 400 megawatt, nok til å forsyne 175 000 husstander med strøm.



MATTHIESEN

MINESTO



I 2020 nådde Minesto en viktig milepæl i Vestmannasundet på Færøyene. Her leverte en av selskapets drager med et vingespenn på fire meter den første strømmen til øyenes strømnett.

» fordelen at de beveger seg raskere gjennom vannet enn selve tidevannsstrømmen, og jo raskere dragen beveger seg gjennom vannet, jo mer strøm generer propellen.

Minestos største satsing blir på Færøyene, der selskapet har inngått et ambisiøst partnerskap med det lokale energiselskapet SEV. I 2020 nådde selskapet en milepæl da Dragon 4 – en dragemodell med et vingespenn på fire meter – leverte sin første strøm til det færøyske strømnettet. Dragen er utplassert i Vestmannasundet, der selskapet siden også har gjort forsøk med den største modellen sin, Dragon 12. I 2024 leverte også denne dragen strøm til nettet.

Neste mål er å utplassere seks av de store dragene, som hver veier 28 tonn, i Hestfjorden. Minesto er i ferd med å oppdatere dragemodellen med en større generator, slik at kapasiteten økes fra 1,2 megawatt til 1,75 megawatt.

Ifølge Minestos direktør Martin Edlund kan de seks store dragene settes i drift i løpet av 2027. Og derfra skal utbyggingen gå raskt.

Drager gjør Færøyene grønnere

Færøyene har et uttalt mål om å dekke hundre prosent av strømforbruket sitt med fornybare kilder innen 2030, og planen er at Minestos drager skal levere førti prosent. Dette skal oppnås ved hjelp av sju pakker med undervannsdrager, med en samlet kapasitet på 200 megawatt.

For at tidsplanen skal holde, er det viktig at de første seks dragene i Hestfjorden blir en suksess. Ytelse og eventuelle feil vil registreres fortløpende av det innebygde kontrollsystemet. I tillegg til å kontrollere rorene og dermed bevegelsen gjennom vannet samler kontrollsystemet inn data fra sensorer som sitter rundt de viktigste delene på dragen.

700

megawatt er den planlagte kapasiteten til et nytt stort tidevannskraftverk som skal bygges i nærheten av Liverpool.

I likhet med strømmen som produseres, overføres dataene til land via kabler i fortøyningen som forankrer dragen til en moring på havbunnen.

Når dragene trenger vedlikehold, er det enkelt å løsne fortøyningen og hente dem opp fra havet. Minesto har løst det grunnleggende problemet som har plaget undervannsturbiner hittil.

Men problemet kan også løses på andre måter. HydroWing, et selskap som bygger tidevannsturbiner på havbunnen, har utviklet et fleksibelt modulsystem som gjør det mye enklere å vedlikeholde turbinene enn tidligere. Systemet består av et fast stillas som monteres på havbunnen. Oppå stillaset festes det en overligger med plass til to, tre, fire eller fem turbiner.

Når turbinene skal skiftes ut eller vedlikeholdes, kan overliggeren enkelt frigjøres og løftes opp til overflaten, der den settes på en flåte.

HydroWing skal levere de første modulære systemene til en tidevannspark i Morlais utenfor kysten av Wales i 2027. Morlais er en 35 kvadratkilometer stor demonstrasjonssone som er utformet for å teste ny teknologi for utvinning av tidevannsenergi.

HydroWings prosjekt vil nå en kapasitet på 20 megawatt, men sammen med andre prosjekter kan kapasiteten i Morlais komme opp i 240 megawatt – nok til å dekke forbruket til 340 000 husholdninger.

Tidevannskraft på topp i Storbritannia

Valget av Irskesjøen som beliggenhet for demonstrasjonssonen er langt fra tilfeldig. Passasjen mellom Irland på den ene siden og Wales og England på den andre fungerer som en trakt. Når tidevannet strømmer gjennom den, skapes det kraftige strømmer, og forskjellen mellom høy- og lavvann kan bli over ti meter.

Dette skal et nytt kraftverk utnytte. Lenger nord, ved utløpet av elven Mersey nær Liverpool, planlegger myndighetene å bygge en demning med turbiner av samme type som finnes i de to store anleggene i Frankrike og Sør-Korea.

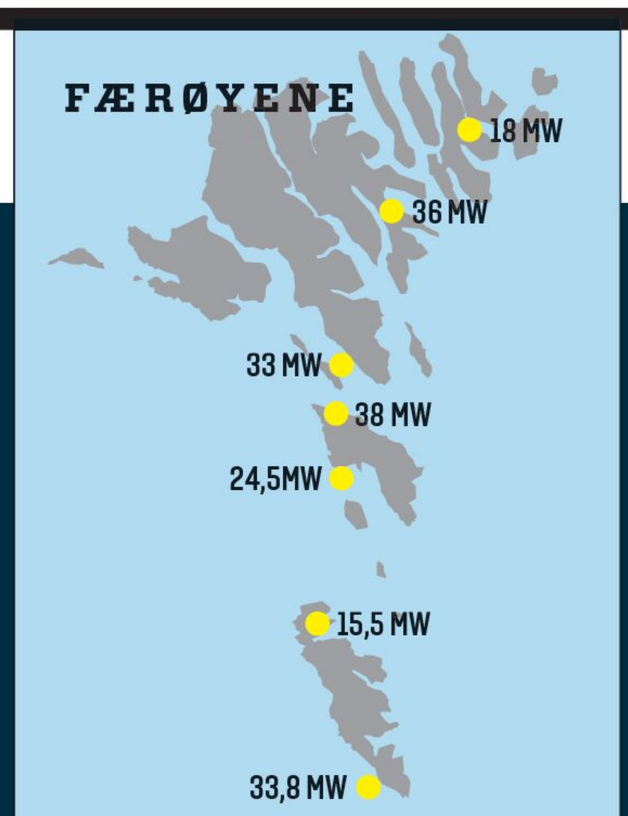
Det nye anlegget, Mersey Tidal Power Project, blir imidlertid nesten tre ganger så stort, med en kapasitet på 700 megawatt – nok til å gi strøm til en million husstander. Tidevannskraften vil være et viktig steg på veien mot Liverpools mål om hundre prosent fornybar energi innen 2040.

Hvis alle de nye initiativene – fra undersjøiske drager til modulære systemer på havbunnen og store demninger – lykkes, vil det åpne en ny tidsalder for tidevannskraft. En æra der vi virkelig bruker månen til å redde klimaet på jorden. □

LES VIDERE
Skann koden for å lese flere artikler om TEKNOLOGI på illvit.no

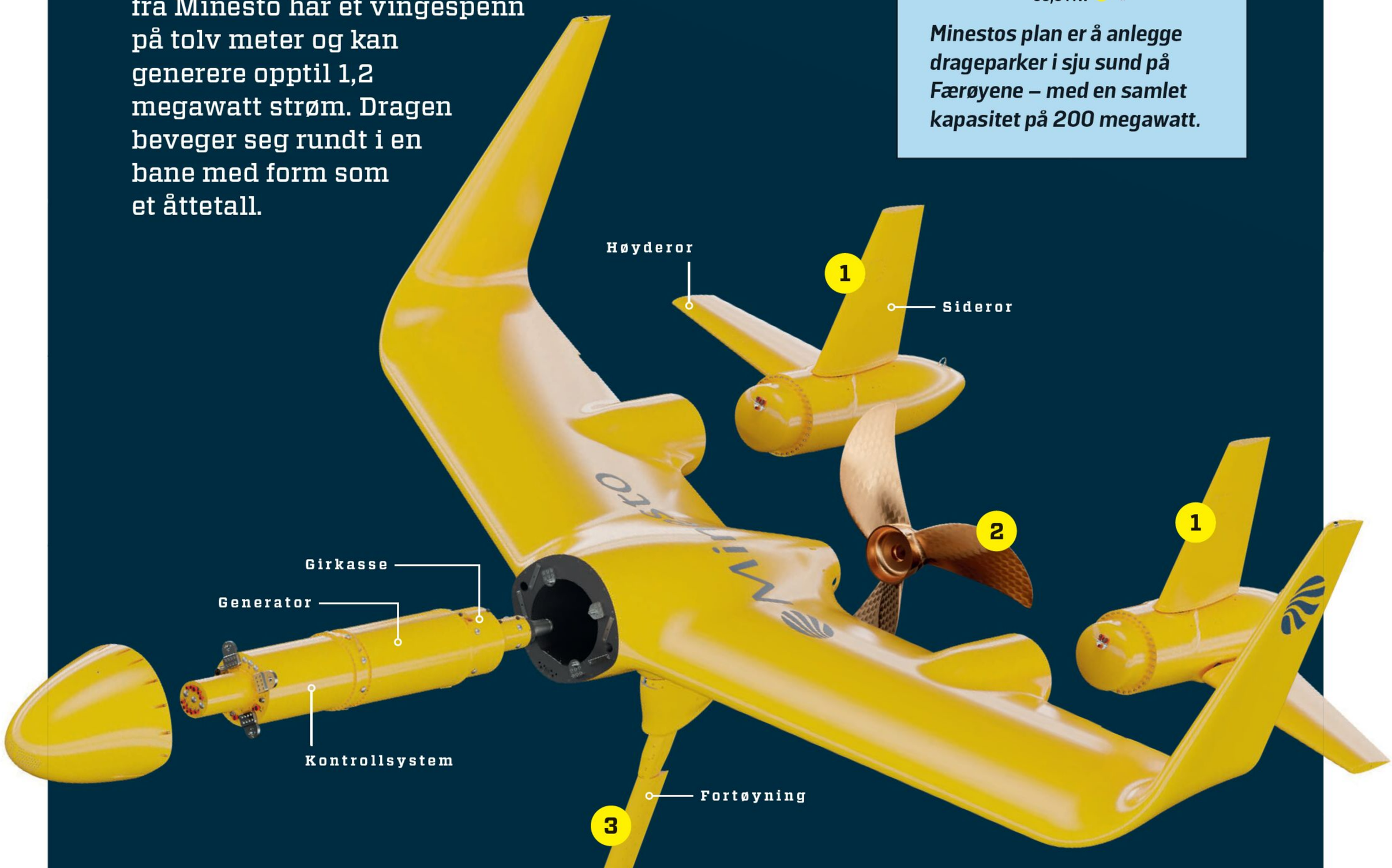
Undervannsdragen svømmer på autopilot

Den største tidevannsdragen fra Minesto har et vingespenn på tolv meter og kan generere opptil 1,2 megawatt strøm. Dragen beveger seg rundt i en bane med form som et åttetall.



Minestos plan er å anlegge drageparker i sju sund på Færøyene – med en samlet kapasitet på 200 megawatt.

MINESTO & SHUTTERSTOCK



Sideror og høyderor holder kursen

1 Dragen har et innebygd kontrollsystem som styrer sideroret og høyderoret på de to halene. Rorene sørger for at dragen holder seg i banen sin. Bevegelsen i et liggende åttetall øker farten til dragen og gjør at den går mye raskere enn tidevannet som driver den.

Propellen høster energien i tidevannet

2 Farten gjennom vannet får propellen til dragen til å snurre, som bladene på en vindmølle. Propellen, som har en diameter på 3,5 meter, er koblet til en girkasse og en generator som sitter inne i dragekroppen.

Fortøyningen leder strømmen til land

3 Dragen er forankret til en moring på havbunnen med en fortøyning som inneholder en sterk vaier og en kabel som fører strømmen til land. Fortøyningen kan enkelt hektes av når dragen skal opp til overflaten og vedlikeholdes.

DE STORE ROVDYRENE GJENEROB-RER EUROPA

For noen år siden var ulv og bjørn så godt som forsvunnet, men i dag er rovdyrene i ferd med å innta Europa igjen. Til glede for naturen – og til skrekk og gru for mange. Nå viser en omfattende studie av rovdyrangrep at løsningen er overraskende enkel.

ISTOCK/GETTY IMAGES PLUS



Av **Jonas Grosen Meldal**

ULVER, BJØRNER OG ANDRE STORE ROVDYR ER TILBAKE.



Hjertet banker, og beina skjelver under deg. En fredelig tur i skogen har forvandlet seg til et møte med døden: Du stirrer inn i øynene på Europas topprovdyr – ulven.

De færreste av oss har noen gang vært i en slik situasjon, men skremmende møter med rovdyr kan bli vanligere i fremtidens Europa. Ulv og andre store rovdyr som bjørn, gaupe og jerv er på vei tilbake i verdensdelen vår, og naturvernere jubler. Rovdyrene er avgjørende for å redde Europas økosystemer og gjenopprette tapt biologisk mangfold.

Men hvis det foretaket skal lykkes, må vi lære oss å leve fredelig sammen med naturens drapsmenn. Og det er faktisk ikke så vanskelig som man kunne frykte – vi må bare lære oss å ta noen helt bestemte forholdsregler.

Europa var fullt av rovdyr

Før den siste istiden vrimlet det av store rovdyr i skogene og på slettene i Europa. I millioner av år jaktet huleløver, sabeltannkatter og hyener her, helt til klimaendringene og menneskets ankomst førte til at de døde ut for rundt 12 000 år siden.

Men selv de rovdyrartene som overlevde slutten av istiden, har opplevd en betydelig nedgang etter hvert som menneskene har blitt mer utbredt.

Genetiske analyser viser for eksempel at ulvebestanden i Italia har krympet til en tusendel i løpet av de siste ti tusen årene, og bestanden av brunbjørn på Den iberiske halvøy gått ned med opptil 85 prosent i løpet av samme periode.

25

ulveangrep på mennesker har blitt registrert i Europa og Nord-Amerika i løpet av 70 år.

Nedgangen begynte å skyte fart på 1700-tallet. Mennesket gjorde større innhogg i leveområdene til rovdyrene og begynte å forfølge dem systematisk fordi de ble ansett som en trussel.

På 1900-tallet gikk det raskt. De store rovdyrene ble fullstendig utryddet i mange områder og var på randen av fullstendig utryddelse i Europa. På 1960- og 1970-tallet var for eksempel den totale europeiske ulvebestanden nede i noen få tusen individer.

Men i 1979 ble den såkalte Bernkonvensjonen undertegnet. Den beskyttet store rovdyr og en rekke andre truede arter i Europa, og det ble et vendepunkt.

I dag er mer enn 18 prosent av Europas landområder vernet, og sommeren 2024 la EU frem den nyeste rapporten om stoda for de store rovdyrene.

Rovdyr er bra for miljøet

Rapporten har vakt glede og begeistring blant biologer og naturentusiaster. Den viser at tiltakene virker, og at Europas rovdyr nå er på vei tilbake.

Særlig ulvens fremgang er bemerkelsesverdig. Mellom 2016 og 2023 vokste både bestanden og ulvens utbredelsesområde med 35 prosent, og ca. 23 000 ulver lever nå på et område på 2,2 millioner kvadratkilometer, noe som er dobbelt så stort som Skandinavia.

Selv om ulven har opplevd den største veksten, viser alle de andre store rovdyrene også klare tegn på at de trives i Europa.

Rovdyrenes tilbakekomst er viktig for å opprettholde helsen til økosystemene og det biologiske mangfoldet. Rovdyrene sørger nemlig for å regulere både bestanden av byttedyr og hvordan de oppfører seg.

En studie fra Sverige har for eksempel fulgt bestanden av rådyr i sju regioner på til sammen 120 000 kvadratkilometer før og etter at gaupa kom tilbake til området.

Studien strakte seg over en periode på 29 år, og forskerne konkluderte med at gaupene reduserte antallet rådyr og sørget for at bestanden spredte seg over et større område – noe som var til stor »



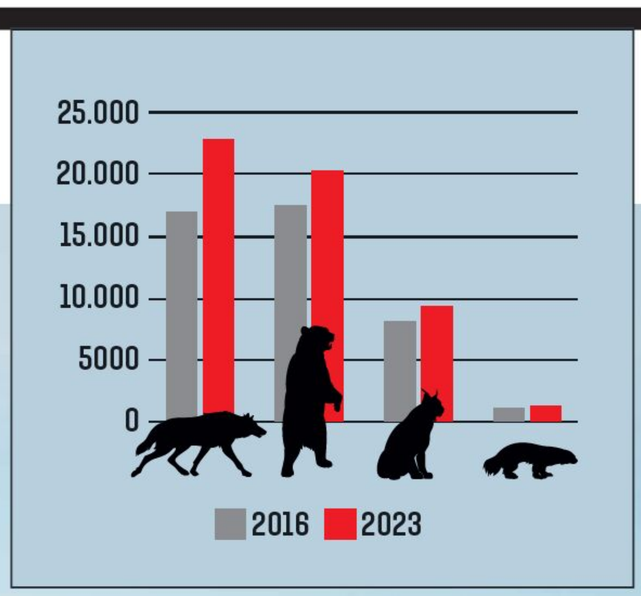
ANDRES M. DOMINGUEZ/NATUREPL

De fleste angrep fra ulv og andre rovdyr skjer i områder med en flytende overgang mellom bebyggelse og vill natur. Angrep er imidlertid sjeldne, ifølge en 70 år lang studie.

MARCL SCHAUER / TITOONZ / WILDMEDIA / AMBQUINN / BRUNO DE FAVERI / SHUTTERSTOCK

Rovdyr er i fremgang i hele verdensdelen

EUs siste oversikt over Europas store rovdyr viser at de har spredt seg siden 2016 og nå finnes i alle de 34 landene som ble undersøkt.



Jerven sprer seg i Finland

Bestanden av jerv i Europa har økt med 16 prosent, men den lever bare i Norge, Sverige og Finland. I Finland har man sett at flere jerver har kommet tilbake til den sørlige delen av landet, der de hadde forsvunnet på grunn av jakt.

Ulven inntar nye land

Europas ulvebestand har vokst med 35 prosent, og de fleste av ulvene lever i Skandinavia, Karelen og Sentral-Europa og på Balkan og Den iberiske halvøy. Siden 2016 har ulven kommet tilbake til Luxembourg og Belgia, slik at den nå finnes i alle de 34 landene som er undersøkt.

Gaupa slippes løs i Polen

Europa har fått rundt tolv prosent flere gauper, og de fleste lever i Skandinavia, Karelen og Sentral-Europa. I perioden 2019–2021 ble 61 gauper som var født i fangenskap, satt ut i det nordvestlige Polen. Flere av dem spores med GPS, og de har spredt seg over store områder.

Brunbjørnen erobrer Pyreneene

Bestanden av brunbjørn har økt med 17 prosent, hovedsakelig i Skandinavia, Sentral-Europa og Karelen, men den største økningen har skjedd i Pyreneene, der brunbjørnen nesten var forsvunnet. Nå er bestanden gjenopprettet ved hjelp av dyr som er flyttet fra Slovenia.

STAFFAN WIDSTRAND/GETTY IMAGES RF



Ulven dreper anslagsvis 56 000 husdyr hvert år i EU. Flere sammenhengende naturområder vil redusere rovdyrenes behov for å søke føde blant mennesker.

» fordel for vegetasjonen og de utallige artene som er avhengige av den.

Men selv om rovdyrene er til fordel for miljøet og gir bedre balanse i økosystemene, finnes det også en grunn til bekymring.

25 ulveangrep på 70 år

Særlig i områder der leveområdene til dyrene ligger i nærheten av småbyer og jordbruksland, er det en risiko for konflikt med mennesker.

For å få et inntrykk av hvor farlige de store rovdyrene egentlig er, gjennomførte et stort internasjonalt forskerteam i 2023 en global oppsummering av angrep på mennesker fra 1950 til 2019.

Ifølge rapporten var det bare 25 ulveangrep i Europa og Nord-Amerika i løpet av disse sytti årene. Dette skyldes delvis at ulven vanligvis ikke ser på mennesker som byttedyr og foretrekker å unngå oss. Mange av disse møtene ble farlige bare på grunn av et plutselig møte som overrasket både mennesket og rovdyret.

Hvis vi skal lykkes med å bevare de store rovdyrene i Europa, må risikoen for slike farlige situasjoner minimeres. Ikke bare påvirker de mennesker, men rovdyrene selv står i fare for å bli drept på grunn av økende frykt i befolkningen.

Denne reaksjonen kan man se i Romania, der brunbjørn har drept 26 mennesker i løpet av de siste tjue årene. Dette har nå ført til at den rumenske regjeringen har gitt tillatelse til å skyte nesten fem hundre brunbjørner, til tross for at dyret er strengt fredet i EU.

72

% av befolkningen på landsbygda i EU mener at store rovdyr har rett til å leve sammen med mennesker.

Mens bjørnen angriper mennesker, er ulven en trussel mot husdyrene. Det anslås at den intelligente jegeren dreper omtrent 56 000 husdyr per år i EU.

Likevel er europeere generelt positivt innstilt til å la rovdyrene bli mer utbredt. Ifølge en undersøkelse fra 2023 mener 72 prosent, også blant befolkningen på landsbygda, at store rovdyr har rett til å leve sammen med mennesker.

Forsøpling øker risikoen for angrep

Forskerne bak den storstilte studien av rovdyrangrep konkluderte med at risikoen avhenger minst like mye av lokalmiljøet som av aggressiviteten til dyrene. Derfor mener de at risikoen kan reduseres betydelig med noen enkle endringer i miljøet.

For det første skjer de fleste angrepene i områder der overgangen mellom bebodde og ubebodde områder er flytende, og disse områdene overlapper ofte hverandre. Forskerne anbefaler derfor at grensene trekkes tydeligere. Dette kan gjøres ved å utvide beskyttede naturområder slik at rovdyrene kan jakte på naturlige byttedyr uten å måtte bevege seg gjennom bebodde områder – selv om det i noen tilfeller betyr at små lokale bestander må flyttes til andre områder.

Det vil også bidra til å gjenopprette økosystemer og biologisk mangfold, slik at rovdyrene får flere byttedyr å jakte på og mindre behov for å jakte blant mennesker og husdyr.

For det andre understreker forskerne at dyrene ikke må få tilgang til søppel, og at man ikke må mate dem, uansett hvor godt man mener det. Det er nemlig viktig å ikke lære dyrene å forbinde mennesker med mat, noe som historisk sett har vært den vanligste årsaken til ulveangrep i Europa og Nord-Amerika.

Til slutt må vi lære oss å navigere i en verden med rovdyr.

Hvis du en dag skulle stå ansikt til ansikt med en ulv eller en bjørn, kan din kunnskap om dette dyret utgjøre forskjellen på liv og død. Det er for eksempel viktig å ikke flykte i panikk, for da vekker du jaktinstinktet hos dyret.

Hvis vi blir bedre kjent med rovdyrene og forstår atferden deres, kan vi med andre ord bli bedre til å leve fredelig sammen med dem, til fordel for økosystemene og uten fare for liv og helse – verken for oss eller rovdyrene. □

LES VIDERE

Skann koden for å lese flere artikler om NATUREN på **illvit.no**

Europas farligste rovdyr kjemper med tenner og klør

Ulven og brunbjørnen er Europas to største rovdyr. Den ene er imidlertid langt farligere for mennesker enn den andre.

PHOTOMASTER/SHUTTERSTOCK





ULV VS BRUNBJØRN

Ulven har et dødelig bitt

BITT: Ulvens drapsvåpen er de spisse hjørnetennene, som måler opptil 6 ½ centimeter og har en bittstyrke på 593 newton. I forhold til kroppsstørrelsen er dette et ekstremt kraftig bitt, med en såkalt bittstyrkekvotient på 136 – på nivå med jaguar og tiger.

KLØR: Klørne til ulven er bare 2–4 centimeter lange, og siden de ikke kan trekkes inn i poten som hos kattedyr, slipes de ned når ulven går, og er derfor ikke særlig skarpe. Klørne brukes ikke til å drepe byttedyr, men brukes først og fremst til å gi veigrep når ulven løper, og som graveredskap.

FARE: Fra 2002 til 2020 har ulv angrepet mennesker 491 ganger på verdensbasis. Angrepene var dødelige i 26 tilfeller, og 14 av dem skyldtes rabies, som gjør ulven mer aggressiv. I Europa og Nord-Amerika er angrep ekstremt sjeldne og har bare forekommet 25 ganger mellom 1950 og 2019.

Bjørnen river opp offeret med klørne

BITT: Hjørnetennene til brunbjørnen er sjelden lengre enn seks centimeter, men bittstyrken kommer opp i 751 newton. Bjørnen har stor kroppsmasse, så bittstyrkekvotienten er bare 78 – langt mindre enn for ulven.

KLØR: De kraftige klørne er 8–10 centimeter lange og brukes til å rive opp byttedyr. Klørne er et farlig våpen som bidrar til at et slag fra en bjørn kan gi alvorlige skader. Klørne er ekstremt robuste og brukes også når bjørnen klatrer, graver etter røtter eller graver hi.

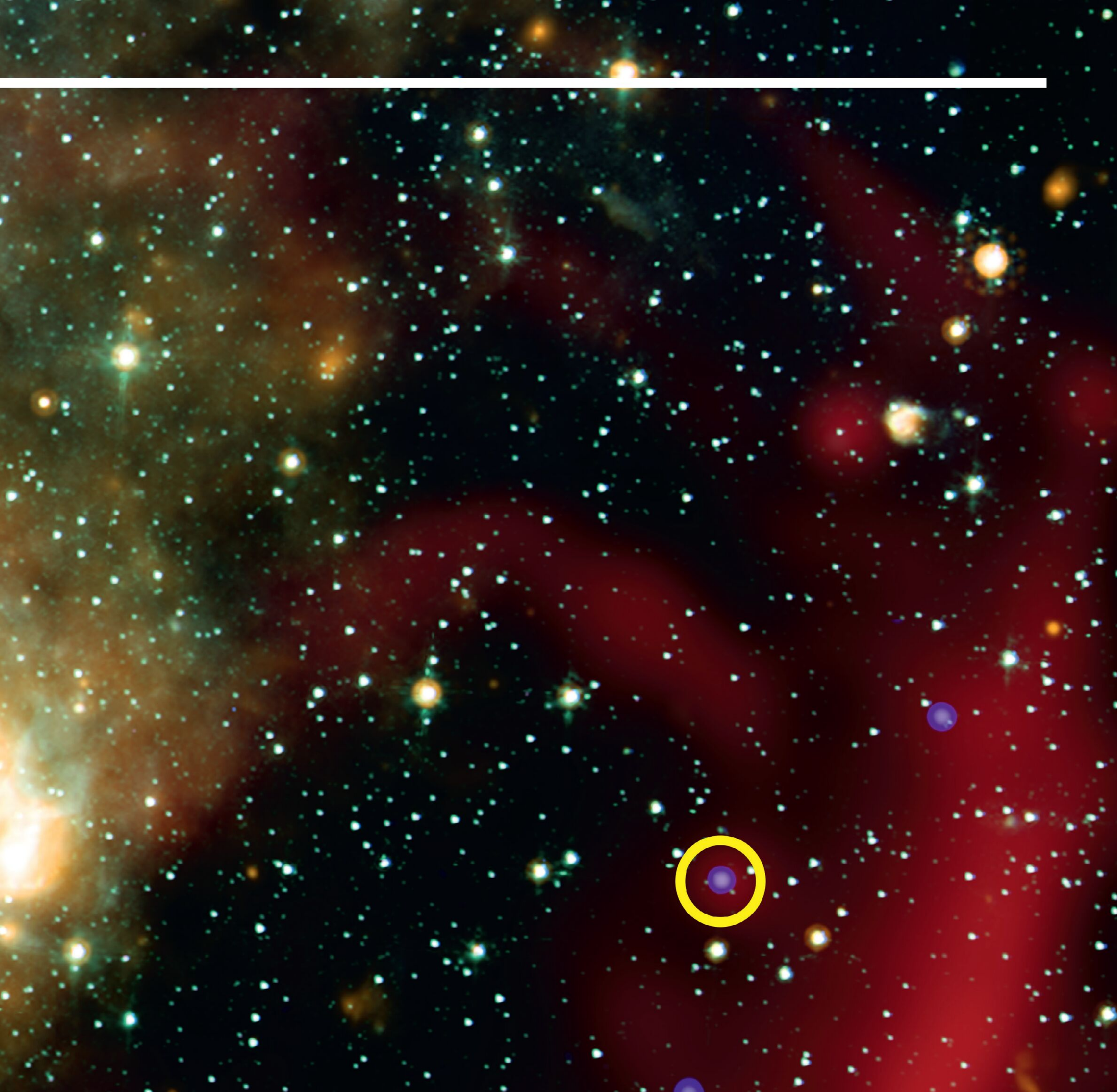
FARE: Brunbjørnen har langt flere liv på samvittigheten enn ulven. Mellom 2000 og 2015 ble det registrert 664 bjørneangrep på verdensbasis. Bare i Romania har brunbjørn drept 26 mennesker i løpet av de siste tjue årene. Typiske dødsårsaker er blødninger og ryggmargs- og hjerneskader.

Stjerne sender mystiske radiosignaler

Astronomer har oppdaget en helt unik stjerne. ASKAP J1832 (i den gule ringen) «blinker» i et bestemt mønster som gjentar seg hvert 44. minutt. Dette er ikke synlig lys, men radiostråling som varierer i intensitet. Pulsarer – nøytronstjerner som roterer raskt – gjentar radioblinkene sine mange ganger i løpet av ett sekund. Astronomene har ennå ikke funnet noen forklaring på dette merkelige mønsteret. En mulighet er imidlertid at de stammer fra en såkalt hvit dverg som går i bane rundt en annen stjerne.

Fotograf // NASA

X-RAY: NASA/CXC/ICRAR, CURTIN UNIV./Z. WANG ET AL.; INFRARED: NASA/JPL/CALTECH/IPAC; RADIO: SARAO/MEERKAT; IMAGE PROCESSING: NASA/CXC/SAO/N. WOLK



HISTORIENS **STØRSTE** VITENSKAPSFOLK

Max Planck hadde sett frem til en karriere uten store oppdagelser, men kom uforvarende til å åpne døren til et nytt forskningsfelt.

HUGO ERFURTH

FAKTA

MAX PLANCK

Født: 1858, **død:** 1947

KJENT FOR

Opphavsmann til kvantemekanikken – en grein av fysikken som beskriver hvordan de minste partiklene reagerer.

VISSTE DU AT...?

Som ung mann vurderte Planck å bli pianist. Han så på matematikk og musikk som to sider av samme sak og mente at matematikkstudiene ville gjøre ham til en bedre musiker.

Av **Ebbe Rasch**

Max Planck ga fysikken et kvantesprang

Som student ble Max Planck fortalt at svarene på alle fysikkens spørsmål var like rundt hjørnet. Men da han forsøkte å tette et av de siste hullene i forskernes kunnskap med en ny formel, oppdaget han at hullet åpnet for en ny, ukjent verden.

Max Planck elsket ro, orden og regelmessighet. Men det vitenskapelige fotavtrykket hans gjenspeiler det stikk motsatte. Ved et uhell åpnet han en dør til en verden der ingenting er forutbestemt – og der fysikkens regler er helt annerledes enn dem vi kjenner fra hverdagen vår.

Bli med på en reise inn i kvantenes verden, en verden som fysikere fortsatt ikke fullt ut forstår.

Hvem var Max Planck?

Max Planck ble født i Kiel, i det daværende hertugdømmet Holstein, i 1858. Faren var jusprofessor, og familien var velstående, konservativ og kristen.

Da Max var ni år gammel, var det klart at han var spesielt begavet. På det tidspunktet hadde familien flyttet til München, der han gikk på eliteskolen Maximiliansgymnasium. Her viste han et spesielt talent for astronomi, matematikk og musikk. Max Planck likte systematikken og ordenen i planetbevegelsene, de matematiske formlene og notesystemet.

Etter endt skolegang vurderte Planck å studere ved musikkonservatoriet, men ansporet av en inspirerende matematikklærer begynte han i stedet å studere fysikk ved universitetet i München i 1874.

På det tidspunktet var universets minste byggesteiner – atomer og subatomære partikler – fortsatt ukjent territorium for vitenskapen. Da Planck søkte råd om fagfeltet sitt hos fysikkprofessor Philipp von Jolly, sa den aldrende forskeren: «Nesten alt er allerede utforsket i denne vitenskapen. Alt som gjenstår, er å tette noen ubetydelige hull.»

Utsiktene til ikke å kunne bidra med noen nye, store oppdagelser passet imidlertid Planck helt fint. Hans svar til von Jolly var: «Jeg er bare ute etter å forstå de grunnleggende lovene i fysikken – ikke å gjøre oppdagelser.»

> **MAX PLANCK**
> TEORETISK FYSIKER
>
> **Nye vitenskapelige sannheter oppstår ikke ved at man overbeviser motstanderne, men fordi motstanderne dør og en ny generasjon vokser opp med sannheten.»**

Men slik skulle det ikke gå. I stedet for å forstå fysikken åpnet Planck døren til en verden som fysikere fortsatt ikke helt forstår.

Hva er kvantemekanikk?

Den delen av fysikken som beskriver hvordan de minste partiklene – som atomer, elektroner og lys – oppfører seg, kalles kvantemekanikk. Her gjelder nemlig helt andre naturlover enn dem vi kjenner fra den synlige delen av verden.

Professor von Jolly kjente ikke til kvantemekanikken – den eksisterte ikke på den tiden – men et av de «ubetydelige hullene» i fysikken førte Planck på sporet av en helt ny fysikk. Hullet som Planck ville tette, var kjent som «den ultrafiolette katastrofen» og knyttet seg til et teoretisk problem med såkalt svartlegemestråling.

Et svart legeme er en teoretisk gjenstand som absorberer all elektromagnetisk stråling som treffer den – for eksempel lys – og som altså ikke reflekterer noe. Derfor er legemet helt svart. Den eneste strålingen det svarte legemet sender ut, er varmestråling. Mengden stråling avhenger utelukkende av temperaturen til det svarte legemet. Jo varmere det er, desto mer stråling sender det ut – og desto kortere er bølgelengden til strålingen. En varm jernstang i en smie gløder rødt, mens en enda varmere jernstang gløder hvitt. Den klassiske fysikkens teori ga imidlertid helt feil resultater ved korte bølgelengder. Den forutså at et svart legeme ville sende ut uendelig mye energi i dette spekteret. Det er naturlig nok umulig, og fysikerne kalte dette den ultrafiolette katastrofen.

Planck bestemte seg for å fylle det vitenskapelige tomrommet. Han gikk metodisk til verks og utarbeidet en formel som stemte overens med de eksperimentelle dataene – uten egentlig å forstå sammenhengen.

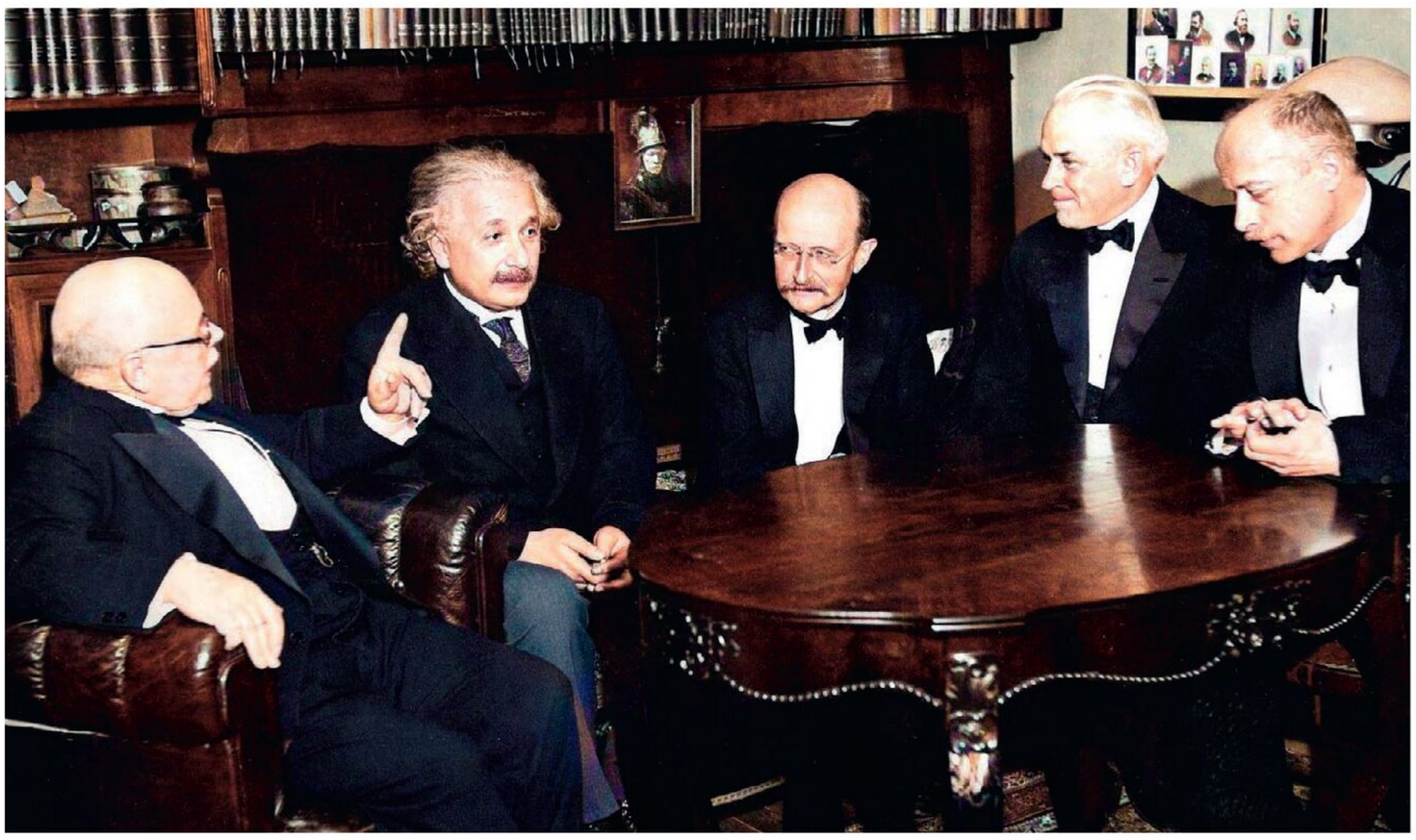
For at formelen skulle gi mening, måtte Planck gjøre en radikal antakelse: Energi kan bare sendes ut i porsjoner av en viss størrelse – stikk i strid med sunn for- »

» nuft. Det er ikke noe problem å skjenke i et halvt glass vann eller veie trekvart kilo mel, men energi eksisterer bare i hele pakker, som Planck kalte kvanter.

Planck så i utgangspunktet ikke på kvanter som en revolusjon i den teoretiske fysikken. For ham var det mer et matematisk hjelpemiddel som fikk beregningene til å stemme overens med observasjonene.

Først senere innså forskere over hele verden at fenomenet åpnet opp for en helt ny måte å forstå fysikken på. Videre arbeid med Plancks teori har gitt oss teknologi som GPS, smarttelefoner og lasere, lært astronomene å forstå svarte hull og lært legene å forstå kroppens DNA.

Fremtidens kvantedatamaskiner utnytter en annen merkelig egenskap ved kvantepartikler: De kan være i flere tilstander samtidig – såkalt superposisjon. Dette betyr at kvantedatamaskiner kan behandle mange mulige løsninger samtidig, noe som gjør dem utrolig raske.



NATIONAAL ARCHIEF/DEN HAAG

På 1930-tallet var Planck en del av fysikkens elite. Her er nobelprisvinnerne Walther Nernst, Einstein, Planck, Robert Millikan og Max von Laue på middag hos von Laue.

Hva er Plancks konstant?

Plancks konstant, som Max Planck regnet seg frem til i 1900, er en av naturens grunnleggende størrelser og en hjørnestein i kvantemekanikken, på samme måte som lysfarten. Konstanten (*h*) brukes til å beregne hvor stor en «energipakke» (et kvant, *E*) er ved en gitt frekvens (*f*). Den enkle formelen for den kompliserte sammenhengen er $E = h \cdot f$. I dag er verdien *h* definert som $6{,}626070040 \cdot 10^{-34}$ joule · sekund.

Siden konstanten *h* i formelen må multipliseres med frekvensen *f*, er energimengden i et kvant avhengig av frekvensen til strålingen. Men uansett er den

TEORIEN

Små partikler følger egne regler

Max Plancks teorier førte til at kvantefysikken, en helt ny forskningsgrein, ble født. Siden den gang har den gitt en innsikt i de minste partiklenes fysikk som er fundamentalt forskjellig fra den fysikken du opplever i hverdagen.



KVANTESPRANG

Energinivået kan bare justeres i trinn

Forskningen i kvantemekanikk begynte da Max Planck innså at energi ikke sendes ut jevnt, men i «pakker» som nå kalles kvanter. Forklaringen er at de små partiklene som beveger seg rundt atomkjernen – elektronene – bare kan befinne seg i bestemte baner. Når et elektron hopper til en bane som ligger nærmere kjernen, sendes det ut en energipakke, et kvant. Elektronet har gjort et kvantesprang.

veldig liten. For eksempel inneholder et fulladet batteri i mobiltelefonen din rundt en milliard milliarder kvanter.

Fikk Max Planck nobelprisen?

➥ I 1919 fikk Max Planck nobelprisen i fysikk for «sin oppdagelse av loven om energikvanter, som har hatt en avgjørende innflytelse på fysikkens utvikling».

Den beskjedne fysikeren ble beæret over prisen, men hadde vanskelig for å dele priskomiteens begeistring for kvanter. For Planck var de resultatet av en matematisk øvelse, og han var skeptisk til radikale tolkninger av kvantemekanikken.

Andre fysikere var imidlertid ikke like tilbakeholdne. Albert Einstein bygget videre på Plancks kvanter.

Werner Heisenberg og Niels Bohr gikk et skritt videre og innså at virkeligheten på kvantenivå ikke ligger fast – før vi observerer den. Det er observasjonen som bestemmer virkeligheten. Og Erwin Schrödinger konkluderte med at kvanteverdenen er fullstendig uforutsigbar og utelukkende basert på sannsynligheter og utfall. Her, i grenselandet mellom teoretisk fysikk og filosofi, trakk Max Planck seg tilbake. Han overlot det til yngre kolleger.

Var Max Planck nazist?

➥ Da Hitler ble utnevnt til rikskansler i Tyskland 30. januar 1933, var Max Planck 74 år gammel. Han hadde trukket seg tilbake fra stillingen som professor i fysikk ved universitetet i Berlin, men var fortsatt aktiv i forskningsverdenen.

Kort tid etter nazistenes maktovertakelse ble det vanskelig eller umulig for forskere av jødisk avstamning å fortsette sitt arbeid i Tyskland, og mange valgte å forlate landet, deriblant Einstein.

Max Planck var ikke opptatt av ideologier, bare av fornuft, og for ham var det åpenbart urimelig å hindre dyktige forskere i å arbeide i Tyskland – jøder eller ikke. Han var sikker på at Hitler ville innse dette, og i mai 1933 avtalte han et møte med kansleren.

Planck trodde at han bare skulle legge frem fakta for føreren, og at Hitler deretter ville frede de jødiske forskerne, men oppdraget mislyktes katastrofalt. I løpet av kort tid skal Hitler ha sagt: «Hvis avskjedigelsen av jødiske forskere betyr ødeleggelsen av den moderne tyske vitenskapen, får vi unnvære vitenskap i noen år», før han rasende ropte: «Jøden er en jøde – uansett om han er en god eller dårlig forsker!» Deretter forlot han rommet.

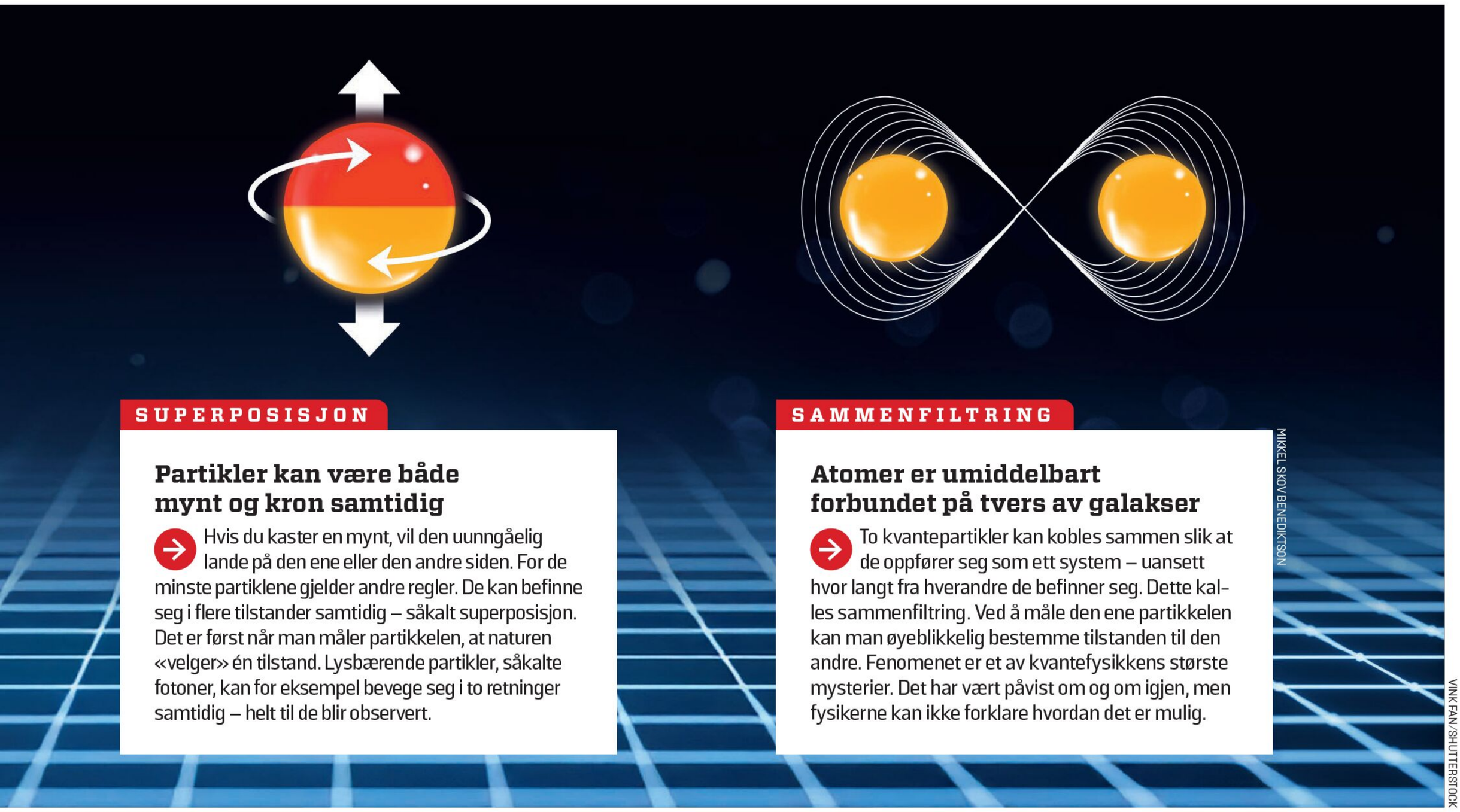
Til tross for kritikken fra regimet fikk Planck lov til å fortsette arbeidet sitt. Men krigen ble kostbar på det personlige plan. Sønnen Erwin ble mistenkt for å ha deltatt i planleggingen av et attentat mot Hitler og henrettet av nazistene i 1945.

Erwin var det fjerde barnet Max Planck måtte begrave, og den aldrende fysikeren hadde gradvis mistet livsviljen.

Planck døde i 1947, men forskningen hans lever videre – både innen kvantemekanikken og i det prestisjetunge Max Planck-selskapet. □

LES VIDERE

Skann koden for å lese flere artikler om FYSIKK på **illvit.no**



SUPERPOSISJON

Partikler kan være både mynt og kron samtidig

Hvis du kaster en mynt, vil den uunngåelig lande på den ene eller den andre siden. For de minste partiklene gjelder andre regler. De kan befinne seg i flere tilstander samtidig – såkalt superposisjon. Det er først når man måler partikkelen, at naturen «velger» én tilstand. Lysbærende partikler, såkalte fotoner, kan for eksempel bevege seg i to retninger samtidig – helt til de blir observert.

SAMMENFILTRING

Atomer er umiddelbart forbundet på tvers av galakser

To kvantepartikler kan kobles sammen slik at de oppfører seg som ett system – uansett hvor langt fra hverandre de befinner seg. Dette kalles sammenfiltring. Ved å måle den ene partikkelen kan man øyeblikkelig bestemme tilstanden til den andre. Fenomenet er et av kvantefysikkens største mysterier. Det har vært påvist om og om igjen, men fysikerne kan ikke forklare hvordan det er mulig.

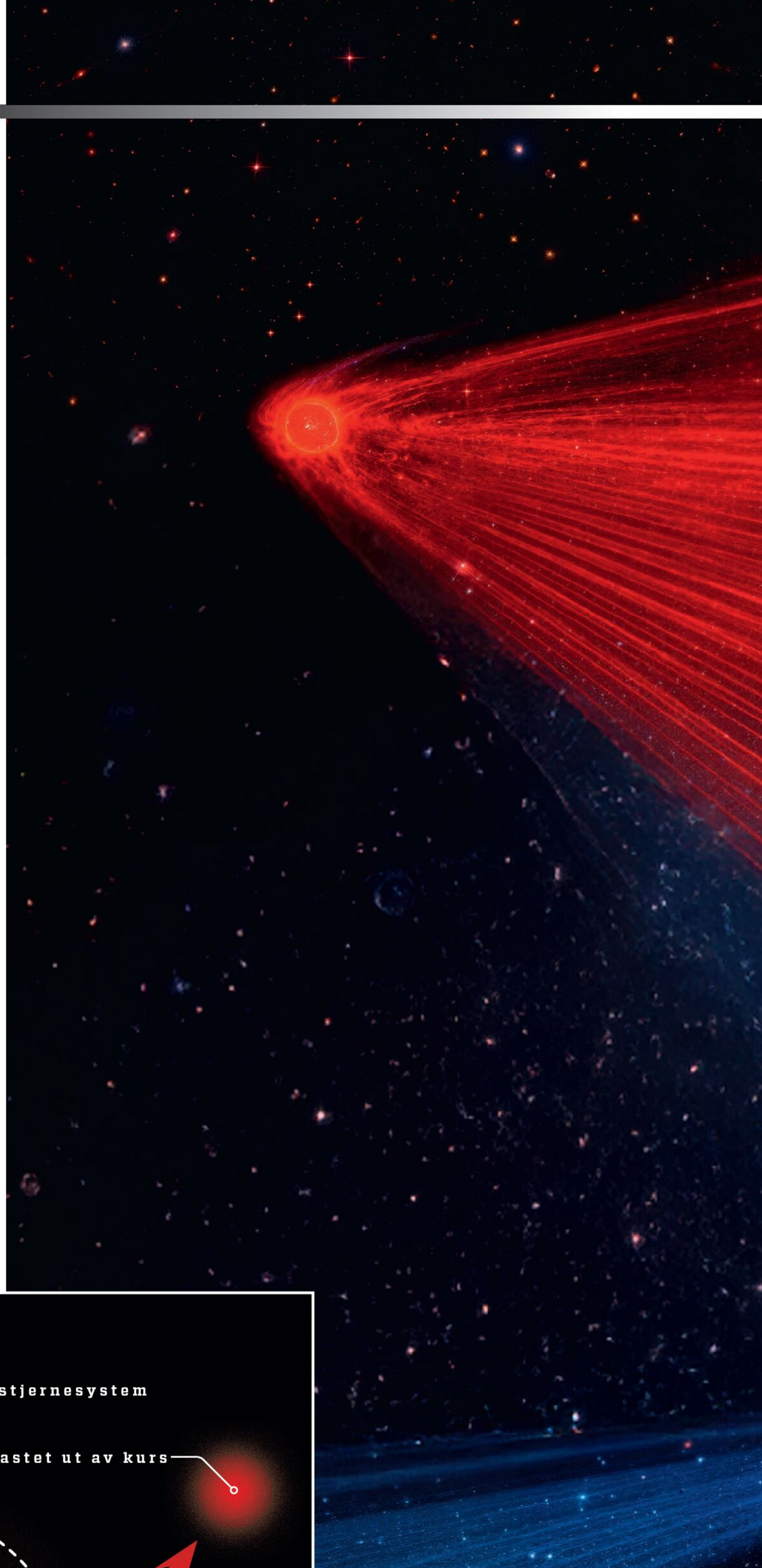
MIKKEL SKOV BENEDIKTSON

VINK FAN/SHUTTERSTOCK

Lynraske stjerner blåser gjennom galaksen:

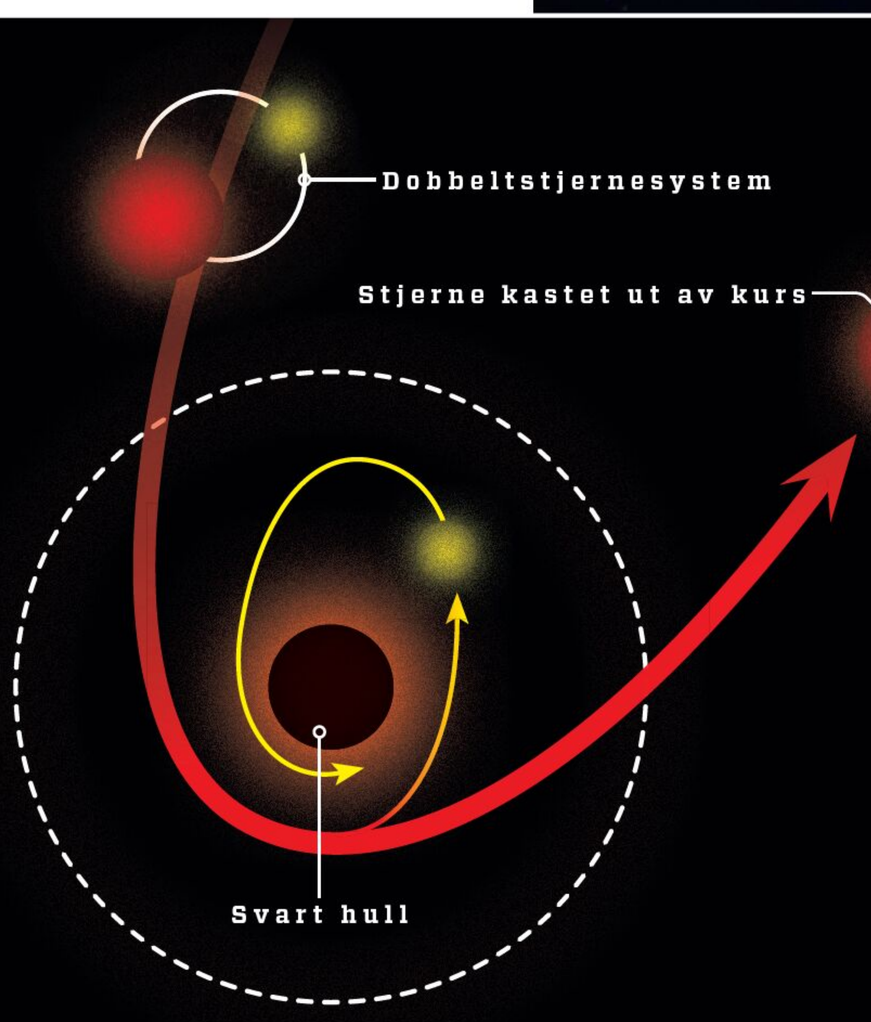
MELKEVEIENS FARTSBØLLER

Astronomer har oppdaget en stjerne som raser gjennom galaksen vår i to millioner km/t. Og det er ikke bare hastigheten som vekker oppsikt. Målinger tyder på at den hyperraske stjernen har noe på slep.



SVART HULL SLYNGER UT STJERNER

Når to stjerner i bane rundt hverandre kommer for nær det supermassive svarte hullet i Melkeveiens sentrum, kan den ene stjernen bli fanget i bane rundt det svarte hullet, mens den andre blir slynget ut. Den utkastede stjernen kan få så stor fart – opptil tusen kilometer i sekundet – at den kan fly helt ut av galaksen.



Av **Henrik Bendix**

Observasjoner tyder på at en såkalt hyperhastighetsstjerne beveger seg gjennom galaksen med en enorm gjenstand på slep.

KEN IKEDA MADSEN/SHUTTERSTOCK/AI

Solsystemet vårt står ikke stille. Det suser gjennom verdensrommet i rundt 830 000 kilometer i timen på sin vei rundt i Melkeveien.

Det samme gjør de fleste stjernene i resten av galaksen. Men de siste tiårene har det blitt gjort stadig flere observasjoner av stjerner som får solen til å se ut som en sliten skilpadde.

Nå har astronomene oppdaget en av de raskeste stjernene vi noensinne har sett.

Og det er ikke bare hastigheten som gjør den bemerkelsesverdig. Det er også den tingen den drar med seg tvers gjennom Melkeveien.

Den superraske stjernen og reisefølget ser til og med ut til å være på vei helt ut av galaksen. Og kanskje er det mange flere stjerner som gjør samme manøver.

Derfor sender astronomene nå et helt nytt teleskop ut i verdensrommet for å ta fartsbøllene på fersk gjerning.

Stjerner slynges av gårde av svarte hull

De fleste stjernene i Melkeveien har en fast plass. Solsystemet vårt befinner seg for eksempel cirka 27 000 lysår fra Melkeveiens sentrum i den spiralarmen som kalles Orion.

Men noen stjerner holder seg ikke til ett sted. De beveger seg rett og slett for raskt. Amerikanske astronomer oppdaget dette i 2005, da de ved en tilfeldighet oppdaget en stjerne som beveger seg så fort – millioner av kilometer i timen – at den er på vei ut av galaksen.

300 megapiksler har kameraet på det nye romteleskopet Nancy Grace Roman.

De raskeste stjernene kalles hyperhastighetsstjerner, og astronomene har studert dem først og fremst ved hjelp av det europeiske romteleskopet Gaia. Ved hjelp av teleskopet har forskerne i løpet av ti år målt posisjon og hastighet til mer enn en milliard stjerner i Melkeveien, og i dag har vi en katalog med hundrevis av stjerner som beveger seg betydelig raskere enn gjennomsnittet.

Forklaringen er mest sannsynlig å finne i Melkeveiens sentrum.

Der inne er det et supermassivt svart hull som veier 4,3 millioner ganger så mye som solen. Astronomene tror at de fleste av de raskeste stjernene har vært i nærkontakt med dette galaktiske monsteret.

Et svart hull kan sluke en stjerne som kommer for nær – men noen stjerner overlever møtet med det svarte hullet, typisk fordi de tilhører et såkalt dobbeltstjernesystem, der to stjerner går i bane tett sammen.

Når de to stjernene tiltrekkes av tyngdekraften fra det svarte hullet, kan den ene fanges i en tett bane rundt det svarte hullet, mens den andre slynges av gårde i høy hastighet.

Den stjernen som slynges ut, kan få så stor fart at den kan fly helt ut av Melkeveien i løpet av noen millioner år.



Superrask stjerne har planet på slep

Den hurtigbevegelige stjernen ble oppdaget da astronomene studerte en annen stjerne. Lyset fra den andre stjernen viste seg å bli forsterket av en stjerne med en planet i bane rundt seg. Og med en hastighet på om lag 2 millioner kilometer i timen satte paret rekord som det raskeste stjernesystemet noensinne.

KEN IKEDA MADSEN/SHUTTERSTOCK/AI

Fenomenet kalles Hills-mekanismen etter den amerikanske astronomen Jack Hills. Og nå har astronomene funnet en bemerkelsesverdig stjerne som kan ha blitt slynget av gårde på denne måten.

Men det er én ting som skiller den fra andre raske stjerner. Den er ikke alene.

Stjerner kan reise mellom galakser

Om lag 24 500 lysår unna reiser en liten rød dvergstjerne i full fart. Astronomene oppdaget den første gang i 2011 ved hjelp av Mt John-observatoriet på New Zealand, og nylig ble de store Keck-teleskopene rettet mot stjernen.

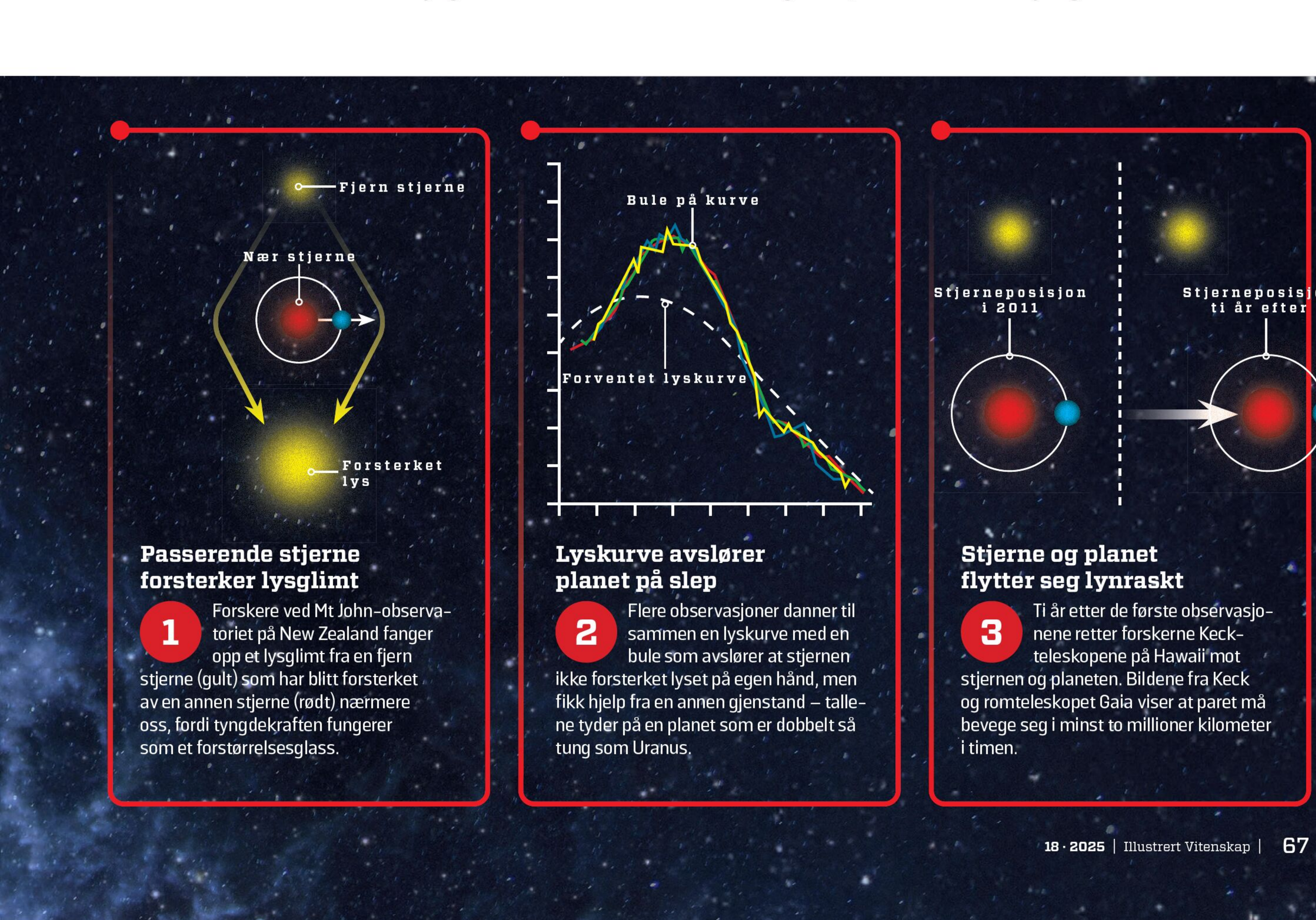
Det de observerte, fikk dem til å sperre øynene opp. Ikke bare ser det ut til at stjernen suser av gårde i to millioner kilometer i timen – omtrent to og en halv gang så raskt som solen – alt tyder på at den også har en planet på slep.

Dette gjør paret til det raskeste stjernesystemet vi noensinne har sett. Planeten har dobbelt så stor masse som iskjempen Uranus, ifølge forskernes beregninger. Og kanskje har systemet nok fart til å overvinne Melkeveiens tyngdekraft og forlate galaksen helt. Astronomene vet nå at raske stjerner kan reise over enorme avstander før de brenner ut. Det betyr at de ikke bare kan forlate en galakse, men også komme frem til en ny. Stjerner fra Melkeveien kan reise til andre galakser, akkurat som noen av stjernene i vår galakse mest sannsynlig er besøkende utenfra. »



ETHAN TWEEDIE/W. M. KECK OBSERVATORY

De to store Keck-teleskopene er plassert på toppen av den utdødde vulkanen Mauna Kea på Hawaii. Astronomene brukte ett av teleskopene til å finne en planet i bane rundt en stjerne som beveger seg raskt.



Passerende stjerne forsterker lysglimt

1 Forskere ved Mt John-observatoriet på New Zealand fanger opp et lysglimt fra en fjern stjerne (gult) som har blitt forsterket av en annen stjerne (rødt) nærmere oss, fordi tyngdekraften fungerer som et forstørrelsesglass.

Lyskurve avslører planet på slep

2 Flere observasjoner danner til sammen en lyskurve med en bule som avslører at stjernen ikke forsterket lyset på egen hånd, men fikk hjelp fra en annen gjenstand – tallene tyder på en planet som er dobbelt så tung som Uranus.

Stjerne og planet flytter seg lynraskt

3 Ti år etter de første observasjonene retter forskerne Keck-teleskopene på Hawaii mot stjernen og planeten. Bildene fra Keck og romteleskopet Gaia viser at paret må bevege seg i minst to millioner kilometer i timen.

Universets fartsrekorder

Albert Einstein innså at ingenting kan bevege seg like raskt som lyset. Men en mystisk partikkel var en gang i nærheten.

RASKESTE
MENNESKER

Apollo-astronautene setter rekord

26. mai 1969 vendte de tre amerikanske Apollo 10-astronautene hjem etter en åtte dager lang romreise der de hadde tatt 31 runder rundt månen. På vei tilbake til jorden i romkapselen satte de en ny fartsrekord for mennesker.

- **NAVN:** Thomas P. Stafford, John W. Young og Eugene A. Cernan
- **HASTIGHET:** 39 897 km/t
- **MASSE:** 5560 kilogram
- **ÅRSAK TIL HASTIGHETEN:** rakettmotorer og jordens tyngdekraft



NASA

RASKESTE
ROMSONDE



NASA'S GODDARD SPACE FLIGHT CENTER

Solen ga sonden fart

I desember 2024 satte romsonden Parker Solar Probe rekord som raskeste menneskeskapte gjenstand. Sonden ble skutt opp i 2018 for å studere solens ytre atmosfære. Sonden satte rekorden da den fløy svært nær solen og ble slynget rundt med stor kraft av den sterke tyngdekraften.

- **NAVN:** Parker Solar Probe
- **HASTIGHET:** 690 000 km/t
- **MASSE:** 685 kilogram
- **ÅRSAK TIL HASTIGHETEN:** rakettmotorer og solens tyngdekraft

RASKESTE
LØPSKE STJERNE



MARK GARLICK/SPL/GETTY IMAGES

Supernova skjøt av gårde stjerne

Såkalte hvite dverger går ofte i bane rundt hverandre i par. Noen ganger eksploderer en av dem i en supernova og skyter den andre av gårde. Dette skjedde med stjernen J0927-6335, som ble oppdaget i 2023, og som er den raskeste av de såkalte hyperhastighetsstjernene, de som har nok fart til å forlate galaksen.

- **NAVN:** J0927-6335
- **HASTIGHET:** 2285 km/s = 8 226 000 km/t
- **MASSE:** 6×10^{29} kilogram
- **ÅRSAK TIL HASTIGHETEN:** supernovaeksplosjon

RASKESTE
OMLØP



ESO

Svart hull slynger stjerne rundt

I 2020 observerte astronomene den hittil raskeste stjernen. Stjernen, som har fått navnet S4714, går i bane rundt det supermassive svarte hullet i sentrum av Melkeveien. Stjernen er dobbelt så tung som solen og kommer opp i åtte prosent av lysets hastighet når den er nærmest det svarte hullet i den langstrakte banen.

- **NAVN:** S4714
- **HASTIGHET:** 23.928 km/s = 86.140.800 km/t
- **MASSE:** 4×10^{30} kilogram
- **ÅRSAK TIL HASTIGHETEN:** tyngdekraften til det svarte hullet Sgr A*

RASKESTE
KOSMISKE PARTIKKEL



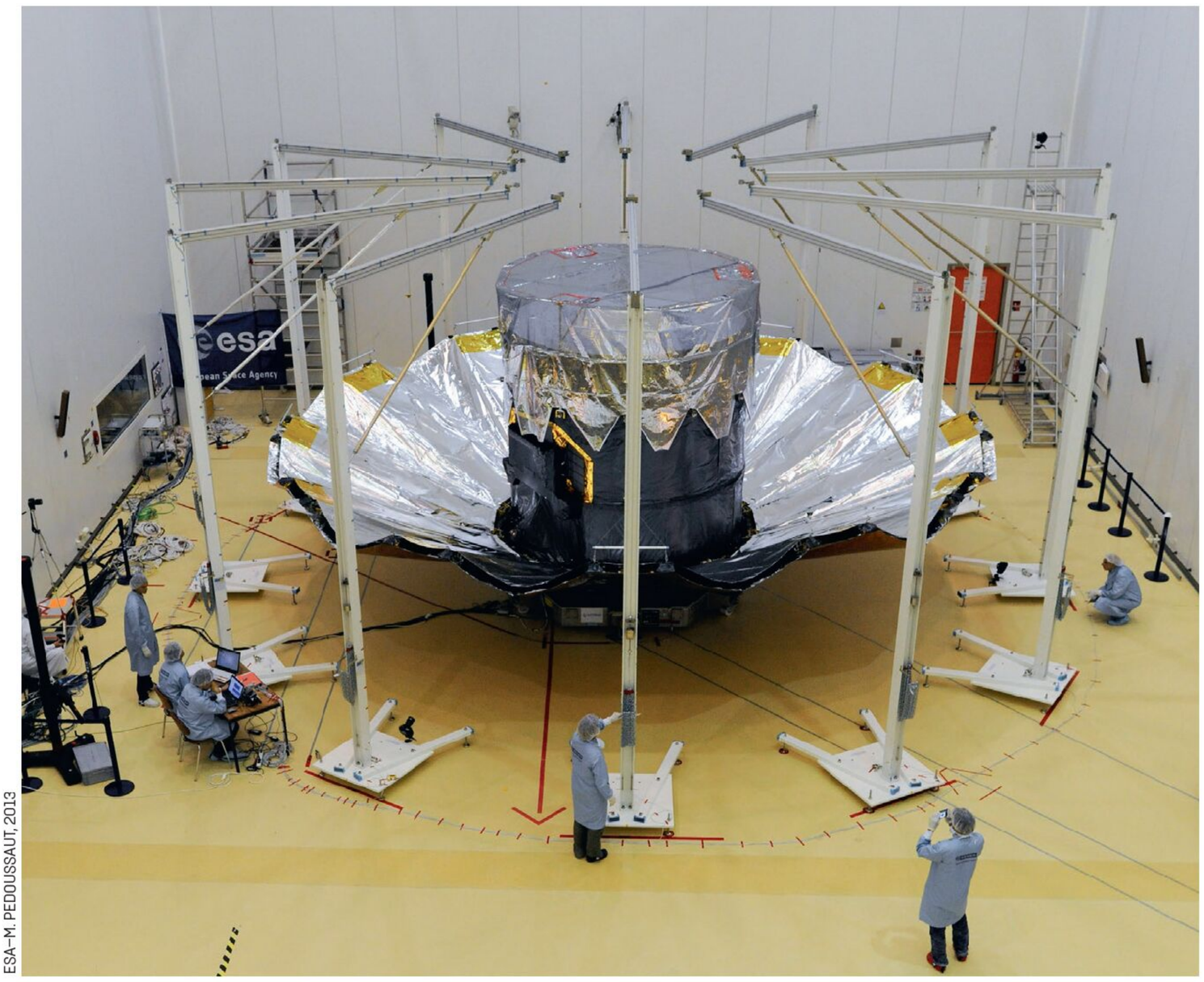
UNIVERSITY OF UTAH/COSMIC RAY PHYSICS

Mystisk partikkel forundrer forskerne

Den raskeste partikkelen som noen gang er registrert, traff en detektor i den amerikanske delstaten Utah i 1991. Den såkalte herregudpartikkelen var sannsynligvis et proton som beveget seg med 99,99999999999999999951 prosent av lysets hastighet. Astronomene vet ikke hvordan den fikk så stor fart.

- **NAVN:** herregudpartikkelen
- **HASTIGHET:** Nesten 299 792 458 m/s = 1 079 252 848,8 km/t
- **MASSE:** $1{,}67 \times 10^{-27}$ kilogram
- **ÅRSAK TIL HASTIGHETEN:** ukjent

LYSETS HASTIGHET
300 000 KM/S



ESA–M. PEDOUSSAUT, 2013

Gaia-teleskopet har observert over to milliarder stjerner i Melkeveien og funnet flere av de spesielt raske såkalte hypervelocity-stjernene.

» Det oppdaget et team av astronomer i USA og Israel da de i 2025 så nærmere på 9 av de 21 kjente såkalte hyperhastighetsstjernene. Det viste seg at ikke alle stjernene kunne spores tilbake til det svarte hullet i sentrum av galaksen vår.

Stjernene ser ut til å komme fra dverggalaksen Den store magellanske sky. Den ligger om lag 160 000 lysår unna og kan sees med det blotte øye fra den sørlige halvkule.

Andre astronomer har beregnet at Melkeveien sannsynligvis inneholder en rekke stjerner som en gang ble sendt ut på en lang reise av det svarte hullet i sentrum av vår store nabogalakse Andromeda. Det ligger omtrent to og en halv million lysår unna, så selv de raskeste stjernene kan bruke tre milliarder år på å tilbakelegge avstanden fra Andromeda til Melkeveien.

Oppdagelsen av en rask stjerne og tilhørende planet støtter hypotesen om at liv kan forplante seg mellom galakser.

Selv om levende organismer ikke vil trives på en stor, kald gassplanet som den som går i bane rundt den nyoppdagede raske dvergstjernen, kan andre stjerner med hyperhastighet ha beboelige steinplaneter.

Teleskop skal jakte på fartsbøller

Astronomene vil gjerne vite mer om galaksens fartsbøller. Ikke bare kan de reise mellom galakser og ta med seg planeter, de kan også gi forskerne ny kunnskap om svarte hull og supernovaer og ny innsikt i den totale massen i galaksen vår. Gaia-teleskopet, som så langt har gjort flest målinger av hyperhastighetsstjerner, er imidlertid et relativt lite teleskop stort sett fanger opp store og svært lyssterke stjerner. For å få øye på mindre eller fjernere stjerner trenger man hjelp.

Det er her det nye romteleskopet Nancy Grace Roman kommer inn i bildet. Det er like stort som Hubble-teleskopet og vil ta langt skarpere bilder enn det Gaia kan levere.

Roman-teleskopet er infrarødt og utstyrt med 18 detektorer som til sammen kan skape bilder fra Melkeveiens sentrum med en oppløsning på 300 megapiksler. Teleskopet skal rettes mot Melkeveiens sentrum, omtrent 26 000 lysår unna, i flere omganger i løpet av fem år.

Når milliarder av bilder fra teleskopet deretter analyseres, kan astronomene finne ut hvor mange stjerner som blir slynget ut av galaksen av det supermassive svarte hullet i sentrum.

De vil også kunne se om det hovedsakelig er store stjerner som blir sparket ut, eller om mindre stjerner som solen også er blant ofrene.

1000

km/s kan de såkalte hyperhastighetsstjernene bevege seg med.

Usynlige stjerner blir synlige

Romteleskopet kan også finne flere stjerner med hyperhastighet som går i bane rundt planeter. Dessuten vil teleskopet sannsynligvis oppdage mange nye stjernesystemer som går i rolige baner, som vårt eget solsystem.

Det vil ta noen år til før romteleskopet gir resultater. I mellomtiden håper det internasjonale forskerteamet som står bak oppdagelsen av den raskt bevegelige stjernen og den tilhørende planeten, å kunne fotografere stjernen med det enorme James Webb-romteleskopet.

Med Webb-teleskopet vil astronomene kunne måle stjernens hastighet med langt større presisjon enn noen gang tidligere. De vil også kunne bedømme størrelsen på stjernen og planeten mer nøyaktig – og de vil bedre kunne se hvor de kommer fra.

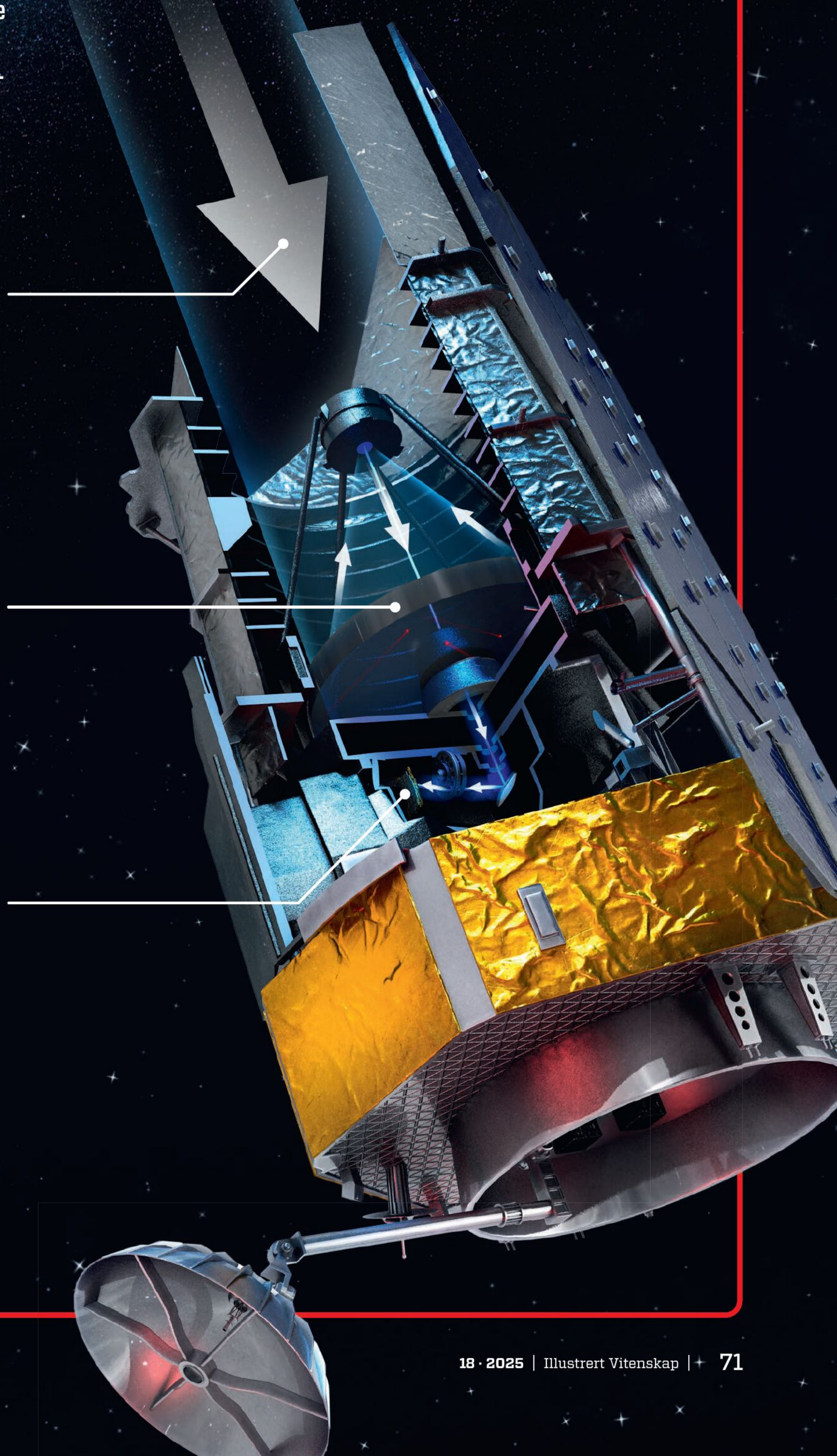
Dette vil også bringe astronomene et skritt nærmere å finne ut om vi kan finne superraske stjerner med steinplaneter som jorden – og om det kanskje til og med er de intergalaktiske reisende vi bør konsentrere oss om når vi leter etter liv i verdensrommet. □

LES VIDERE

Skann koden for å lese flere artikler om UNIVERSET på **illvit.no**

Roman er astronomenes nye fotoboks

Det store infrarøde teleskopet Nancy Grace Roman kan måle hvor raskt stjernene i Melkeveiens sentrum beveger seg – og om noen av dem beveger seg så raskt at de er på vei ut av galaksen.



CLAUS LUNAU

Infrarødt lys trenger gjennom støv

1 Romteleskopet skal observere stjerner i sentrum av Melkeveien, langt fra solsystemet vårt. Over store avstander sprer støvpartiklene i verdensrommet synlig lys, men infrarødt lys trenger gjennom støvet fordi det har lengre bølgelengder.

Speil fanger inn lys

2 Hovedspeilet har en diameter på 2,4 meter, akkurat som det legendariske Hubble-teleskopet. Roman rettes mot Melkeveiens sentrum seks ganger. Hver gang observeres et utsnitt av himmelen som tilsvarer åtte og en halv fullmåne, i 72 døgn.

Tre hundre megapiksler foreviger stjerner

3 Teleskopets 18 kvadratiske lysdetektorer kan til sammen avbilde et to hundre ganger så stort område av verdensrommet som Hubble-teleskopet – med en oppløsning på tre hundre megapiksler. Roman tar et slikt bilde hvert tolvte minutt.

Sover jeg bedre med vinduet åpent?

Jeg har sovet med vinduet åpent hele sommeren på grunn av varmen. Bør jeg lukke vinduet nå som det er høst, eller er det fortsatt godt å ha frisk luft om natten?

MENNESKET Flere studier tyder på at vi sover bedre med vinduet åpent.

I en dansk studie fra 2022 sov noen testpersoner med åpne vinduer, andre med lukkede vinduer. Forskerne registrerte mengden dyp søvn, som er viktig for kroppens restitusjon. 87 prosent av de som sov med åpne vinduer, opplevde dypere søvn. For testpersonene som sov med vinduene lukket, var tallet bare 70 prosent.

En av årsakene til dette er at åpne vinduer forbedrer luftkvaliteten på soverommet og senker konsentrasjonen av CO_2, såkalte flyktige organiske forbindelser, kalt VOC, og fine partikler.

God ventilasjon på soverommet kan derfor bidra til en bedre nattesøvn og redusere risikoen for dårlig inneklima på soverommet.

En nederlandsk studie fra 2018 målte for eksempel at CO_2-nivåene i gjennomsnitt øker med rundt 60 prosent hvis soveromsvinduene er lukket. CO_2-nivåene synker hvis du åpner soveromsdøren, men den åpne døren forbedrer ikke søvnkvaliteten like mye som et åpent vindu. Dette skyldes sannsynligvis at verken VOC eller andre partikler luftes ut.

En annen fordel med åpne vinduer er et kjøligere sovemiljø. Høyere temperaturer og høy luftfuktighet forstyrrer søvnrytmen, mens lavere temperaturer ikke er noe problem så lenge du ikke fryser. Den ideelle temperaturen ligger imidlertid mellom 18 og 20 °C.

Andre forskere advarer imidlertid mot ulemper ved å sove med vinduet åpent.

I en belgisk studie fra 2021 rapportert rapporterte forsøkspersonene at støy fra trafikk og fugler gjorde at de følte seg mindre uthvilte. I tillegg kan allergener som pollen komme inn gjennom et åpent vindu og forverre symptomene hos allergikere.

Sovemiljøet styrer søvnkvaliteten

Frisk og kjølig luft utenfra forbedrer søvnkvaliteten vår – så lenge det ikke kommer for mye støy inn gjennom vinduet.



Uteluft fjerner forurensing

1 Utenfor byen reduserer et åpent vindu mengden CO_2, fine partikler og flyktige organiske forbindelser, såkalte VOC-er. Dette fører til dypere søvn, noe som er viktig for kroppens restitusjon.



Kjølig rom får kroppen til å slappe av

2 Den optimale sovetemperaturen er 18–20 °C. Hvis temperaturen er høyere, kan kroppen oppleve varmestress, og den dype søvnen vil avta. Et kaldere soverom har ikke samme negative innvirkning på søvnen.



Støy svekker søvnen

3 Støy fra for eksempel biler eller fuglesang har en negativ innvirkning på søvnkvaliteten. Dessverre viser forskning at det ikke hjelper å åpne soveromsdøren mot resten av huset.



SEND SPØRSMÅL TIL

SPØR OSS

Send e-post til **www.illvit.no/spoross.**

Bare spørsmål som kommer på trykk i bladet, blir besvart.

SOPHIE FILIPPOVA, TETRA IMAGES/ALAMY/IMAGESELECT

5 AV DE VILLESTE · Hvilken kran er verdens sterkeste?

→ Jeg har hørt at Kina har bygget verdens sterkeste kran. Men hva kan den løfte, og hva slags teknologi bruker den?



HONGHAI GANTRY CRANE

1

Honghai Gantry Crane

Verdens sterkeste kran står i havnen i den kinesiske byen Qidong City i den østlige kystprovinsen Jiangsu. Honghai Gantry Crane har vært med på å bygge boreplattformer og et skip som leverer forsyninger og boreutstyr til plattformene.

Løftekapasitet: 22 000 tonn. **Type:** Portalkran.

DEN MED REKORDEN: TAISUN

Løftekapasitet: 20 133 tonn

Type: Portalkran

Selv om den ikke har den største løftekraften, innehar den gigantiske Taisun-kranen likevel den offisielle Guinness-rekorden for det tyngste enkeltløftet. Den løfter hovedsakelig deler til borerigger.

DEN FLYTENDE: SLEIPNIR

Løftekapasitet: 20 000 tonn

Type: Seilende dobbeltkran

Denne konstruksjonen består av to kraner som arbeider i tandem og hviler på åtte flytende søyler som holdes oppe av to gigantiske pongtonger.

DEN ELEKTRISKE: MAMMOET SK6000

Løftekapasitet: 6000 tonn

Type: Ringkran

Nederlandske Mammoets SK6000 går på strøm og batteri. Hele kranen kan demonteres, flyttes og settes sammen igjen på stedet.

DEN KJØRENDE: LIEBHERR LTM 11200-9.1

Løftekapasitet: 1200 tonn

Type: Mobilkran

Kranen med verdens lengste teleskoparm er den sterkeste noensinne som er på hjul og kan kjøre til oppgaven.

⊕ INN I NATUREN

DANIEL ESKRIDGE/SHUTTERSTOCK

Hvordan jaktet sabeltannkatten?

Den utdødde sabeltannkatten hadde tenner som strakte seg langt ned over underkjeven. Hvordan kunne den gape over byttet og drepe det?

NATUR Sabeltannkattene tilhører slekten Smilodon, og er blant de mest ikoniske dyrene fra istiden – spesielt på grunn av de imponerende hjørnetennene, som var opptil 25 centimeter lange.

Sammenlignet med dagens store katter hadde sabeltannkattene kortere bein og var mer kompakte, så de var ikke like raske. I stedet brukte de sannsynligvis bakholdsangrep som strategi når de jaktet på byttedyr som okser og kjempedovendyr.

Med sine sterke forlemmer kunne sabeltannkatten gripe tak i byttet og slå det over ende. Deretter satte den de lange hjørnetennene sine i strupen på byttet, slik at det raskt forblødde.

Sabeltannkatten brukte en annen metode enn dagens store katter, som dreper ved å bite hardt i strupen i flere minutter til byttet kveles.

Dette ville ikke være mulig for sabeltannkatten fordi kjevemuskulaturen var for svak.

Et svakt bitt var prisen for lange hjørnetenner. Sabeltannkatten måtte gape høyere enn dagens kattedyr kan. Og gjennom evolusjonen har den ekstra fleksibiliteten i kjeveleddene blitt favorisert på bekostning av bittstyrken.

Denne høyt spesialiserte jaktteknikken var sannsynligvis også årsaken til at sabeltannkattene ble utryddet for rundt 11 000 år siden, da klimaendringene endret tilgangen på byttedyr.

Istidskatten var en spesialisert drapsmaskin

Sabeltannkattens spesielle teknikk med å stikke byttet i strupen krevde ikke bare lange og skarpe hjørnetenner. Andre deler av anatomien var også med i bildet.

PASSET PÅ TENNENE

1 Sabeltannkattens dolkformede tenner var dødelige, men også sårbare. For å unngå å knekke dem gikk den sannsynligvis bare etter myke kroppsdeler som strupen og magen på byttedyrene.

GAPTE HØYT FØR ANGREPET

2 Kjeveleddene var tilpasset de lange hjørnetennene. Sabeltannkatten kunne gape så høyt at vinkelen mellom over- og underkjeven var 110 grader. Hos løven er den bare 65 grader.

HUGGET TIL MED HALSEN

3 Sammenlignet med store moderne kattedyr hadde sabeltannkatten en lengre og sterkere hals, noe som gjorde at den kunne slå hodet nedover med stor kraft når den stakk byttet sitt.

Er venstrehendte mer kreative?

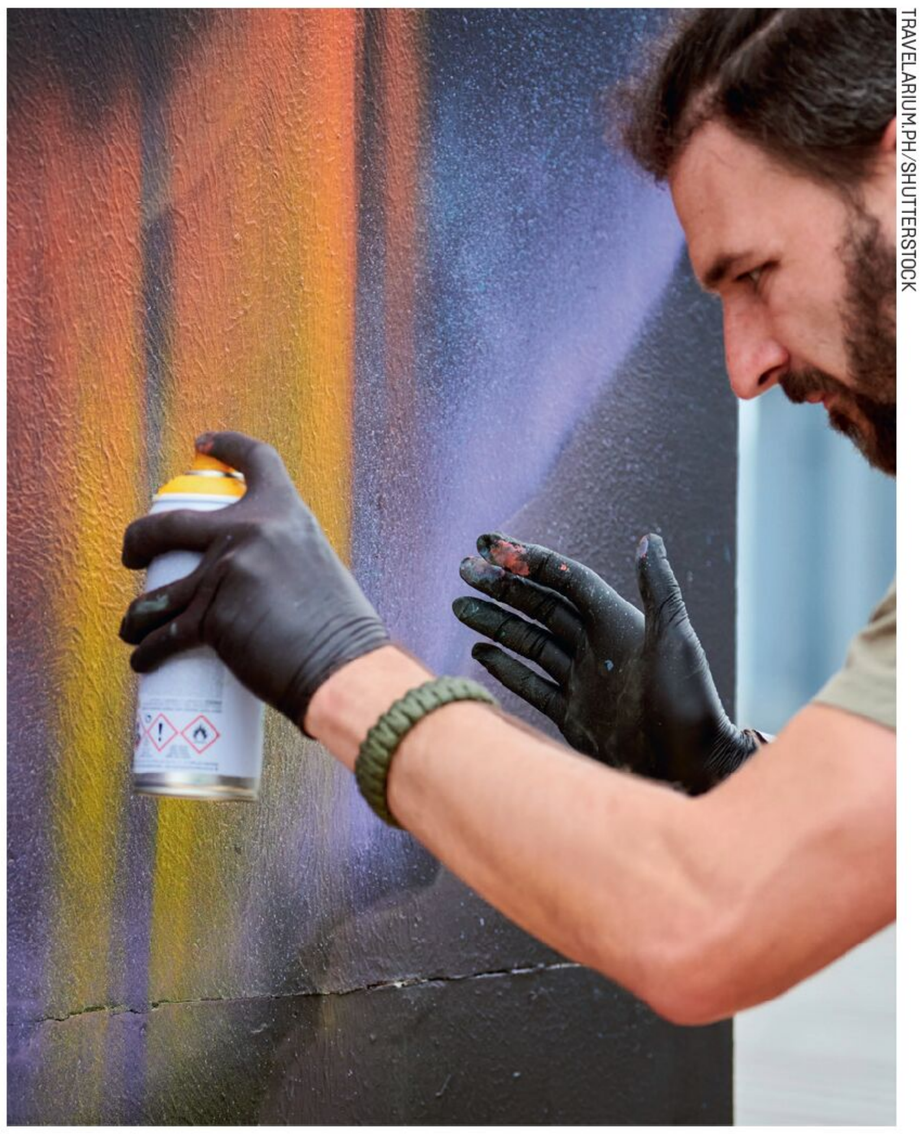
MENNESKET Ideen om at venstrehendte er mer kreative enn høyrehendte, henger sammen med at hjernen er delt inn i to hjernehalvdeler som har ulike funksjoner.

Mens venstre hjernehalvdel utfører analytiske, logiske og språklige oppgaver, er høyre hjernehalvdel forbundet med intuitive og kreative evner. Fordi nervebanene fra de to hjernehalvdelene krysser hverandre, kontrollerer høyre hjernehalvdel venstre side av kroppen og omvendt.

Bruk av venstre hånd er derfor forbundet med mer aktivitet i den høyre, mer kreative hjernehalvdelen. Dette har ført til en oppfatning om at venstrehendte mennesker er mer kunstnerisk anlagt. Forskere har imidlertid slitt med å finne avgjørende bevis for at dette stemmer. I en studie fra 2025 ble testpersoner fra Ny-Guinea gitt en kreativitetstest for å vise deres evne til å tenke ut alternative bruksområder for en gjenstand, for eksempel en binders.

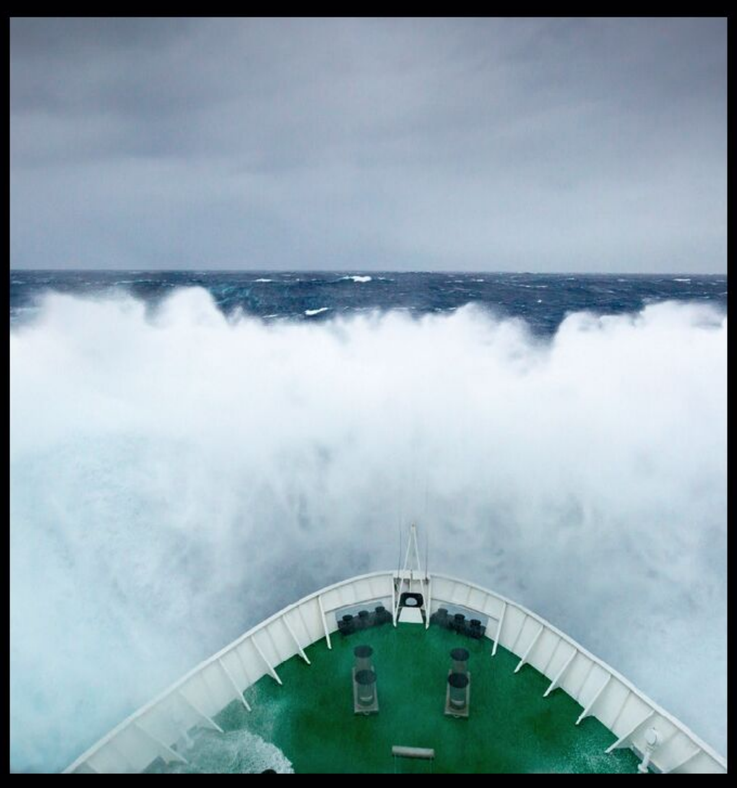
Litt under halvparten av deltakerne var profesjonelle kunstnere, og de gjorde det signifikant bedre i testen enn ikke-kunstnere – uavhengig av favoritthånd. Og generelt var det ikke en overvekt av venstrehendte kunstnere sammenlignet med ikke-kunstnere.

Studien utfordrer dermed den vanlige oppfatningen om at venstrehendte har større sannsynlighet for å bli kunstnere og er mer kreative.



TRAVELARIUM.PH/SHUTTERSTOCK

DAVID MERRON PHOTOGRAPHY/GETTY IMAGES



De høyeste bølgene i verden finnes utenfor kysten av Portugal og kan bli opptil 30 meter høye.

2000

km/t er forskernes estimat
av de raskeste vindene på Neptun, noe som gjør den til den mest forblåste planeten i solsystemet.

Hvor på kloden stormer det mest?

Hvis vindturbiner kunne tåle selv de villeste vinder, hvor burde de da plasseres for å få mest mulig stormvær og produsere mest mulig strøm?

NATUR Selv om det er rikelig med energi å ta av, finnes det fortsatt ingen vindturbiner på det mest forblåste stedet på kloden.

Jordens villeste vindtunnel ligger i et belte på den sørlige halvkule, kjent som Screaming Sixties, mellom 60° og 70° sørlig breddegrad. Her pisker sterke vestavinder konstant rundt Antarktis, nesten uhindret av landmassene. Ifølge University of Hawaii er den gjennomsnittlige vindhastigheten i beltet over 60 km/t. Det tilsvarer en kuling, døgnet rundt, året rundt.

Forklaringen er at iskalde luftmasser fra Antarktis møter varmere luft fra nord. Dette skaper sterke trykkforskjeller som driver vinden rundt kontinentet i en uavbrutt vestlig strøm.

Men selv om vindhastighetene allerede er ekstreme, har forskere vist at de øker ytterligere med klimaendringene. I 2019 viste ingeniørene Ian R. Young og Agustinus Ribal fra University of Melbourne at verdenshavene generelt blir mer forblåste.

Ved å samle inn og kalibrere data fra 31 satellitter og mer enn 80 bøyer dokumenterte de den største økningen i Sørishavet, der de sterkeste vindene har blitt 8 prosent sterkere mellom 1985 og 2018.

I 2022 brukte et annet forskerteam avanserte klimamodeller til å analysere fremtidige vinder over havene, med fokus på om de sterke luftstrømmene kan utnyttes til å skape grønn energi.

Resultatet ble publisert i tidsskriftet Applied Energy og viste at det finnes et enormt uutnyttet potensial for vindenergi, spesielt i Sørishavet.

For å realisere dette potensialet må ingeniørene imidlertid utvikle og konstruere hardføre vindturbiner som kan installeres og vedlikeholdes på store havdyp – langt fra kysten. Og vi må også installere lange undersjøiske kabler for å transportere strømmen dit den trengs.

HVA ER DET? · Gjørmevulkan

MIHAI SEBASTIAN/SHUTTERSTOCK

Spyr vulkaner bare ut glovarm lava, eller kan de også hente andre ting opp fra undergrunnen?

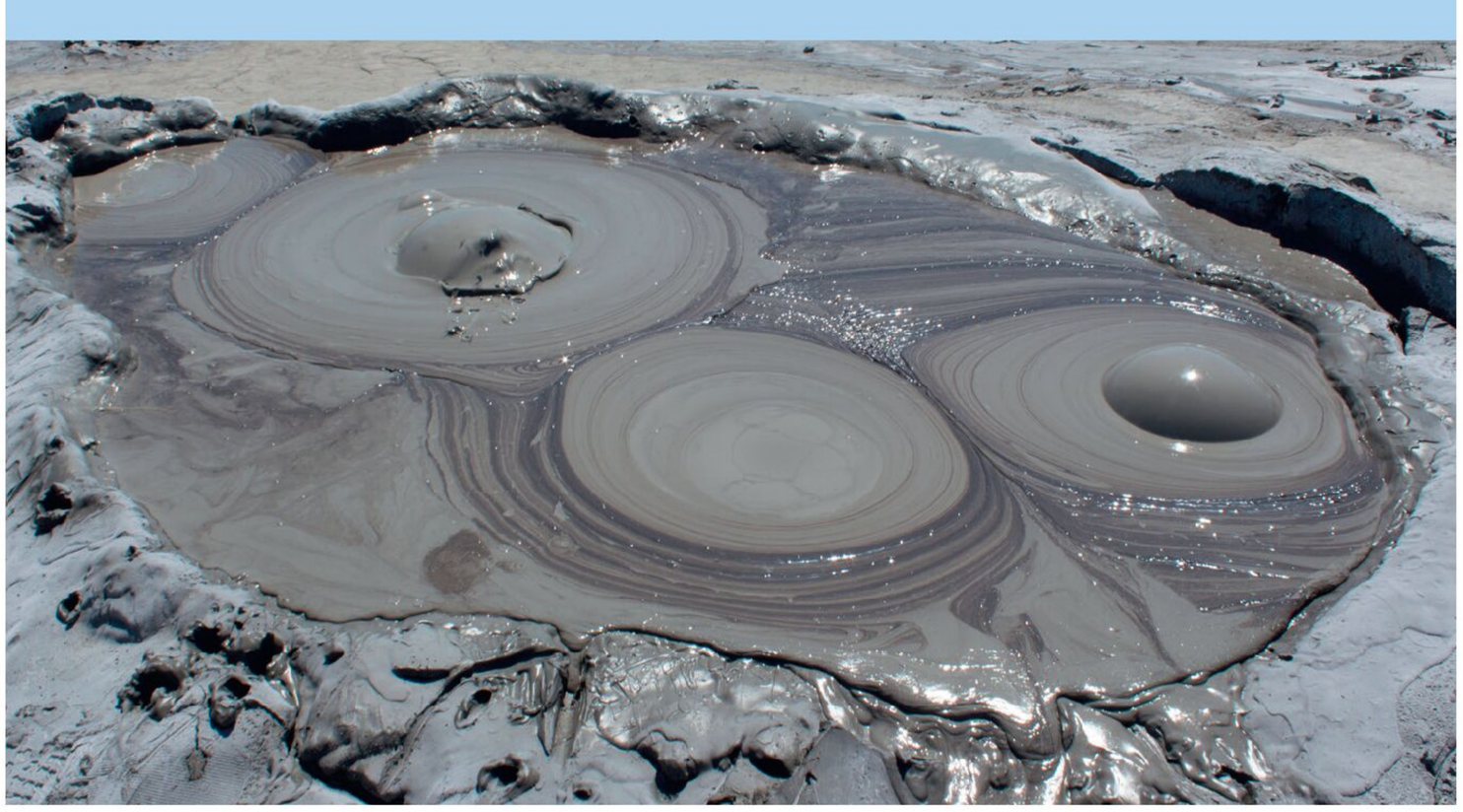
NATUR Gjørmevulkaner er geologiske fenomener der en blanding av vann, jord, mineraler og gass under trykk presses opp til jordoverflaten fra undergrunnen.

Fordi gjørmen presses ut som tannkrem fra en tube, dannes det ofte et grunt krater eller små kjegler. Men hvis slammet er veldig tyktflytende, ender materialet bare opp som en innsjø.

I motsetning til ekte vulkaner, som næres av magma fra mange kilometer under jordoverflaten, skapes gjørmevulkaner av prosesser nær jordoverflaten. De er imidlertid ofte forbundet med geologisk aktive soner, som for eksempel subduksjonssoner, der en av jordskorpeplatene dykker ned under en annen, eller der det foregår aktiv fjellkjededannelse.

Trykket som driver vulkanen, kan komme fra geologiske bevegelser, gassutvikling eller oppvarming av vann.

Et gjørmevulkanutbrudd kan være eksplosivt, som en geysir som kaster opp flere tonn med gjørme. I andre tilfeller siver gjørmen bare sakte ut over mange år. I Europa finnes det gjørmevulkaner i Russland og på den ukrainske Krim-halvøya, i Bulgaria og flere steder i Italia. Klodens største forekomst ligger i Aserbajdsjan, som har over 400 langs kysten av Det kaspiske hav. Så langt har geologer identifisert mer enn 1100 gjørmevulkaner på land og på grunt vann.



1 **Slammet er ofte beriket** med mineraler, salter, metan eller andre hydrokarboner. Det kan også inneholde tungmetaller eller giftige gasser som hydrogensulfid. Når dette er tilfelle, er utbruddene helsefarlige hvis de skjer i nærheten av bebodde områder, og miljøskadelige hvis de skjer i nærheten av sårbar natur.

2 **Den indonesiske gjørmevulkanen Lusi** på Øst-Java er verdens største, med et areal på over sju km_2. Noen geologer mener at utbruddet i 2006 ble utløst av en naturgassbrønn, mens andre skylder på et jordskjelv. Lusi har drevet 40 000 mennesker på flukt, ødelagt 15 landsbyer og forårsaket skader for mer enn 20 milliarder kroner.

3 **Gjørmevulkaner finnes ikke bare på land**, men også i havet. Geologer har oppdaget dem på bunnen av Svartehavet og Det kaspiske hav, der de kan bli opptil 700 meter høye. Bilder fra Mars viser også noe som ser ut som gjørmevulkaner. Astronomene tror at de kan være forårsaket av gammelt grunnvann og frossen CO_2.

Har du et bilde du savner en naturlig forklaring på? Så send en e-post via **illvit.no/spoross**.



DANIID/SHUTTERSTOCK

Hva er bilirubin?

MENNESKET Bilirubin er et gulaktig stoff som dannes når kroppen bryter ned røde blodlegemer. Når blodcellene blir gamle eller skadet, brytes de ned av immunceller som kalles makrofager, slik at bestanddelene kan resirkuleres og inngå i nye blodceller.

Røde blodlegemer består nesten utelukkende av det oksygentransporterende molekylet hemoglobin, som utgjør over 95 prosent av cellens vekt. En enkelt rød blodcelle inneholder om lag 270 millioner hemoglobinmolekyler, som består av protein og hem-molekyler, som inneholder jern.

Proteinet brytes ned til aminosyrer, som brukes til å bygge opp nye proteiner, mens hem gjennomgår en rekke kjemiske reaksjoner som ender med at det dannes bilirubin. Kroppen produserer om lag 4 milligram bilirubin per kilo kroppsvekt per dag.

Stoffet transporteres deretter til leveren, der det bearbeides og skilles ut via galleblæren og tarmene.

Bilirubin er en av grunnene til at avføringen har en gulaktig farge.

Forhøyede nivåer av bilirubin i blodet, dvs. over 25 µmol/liter, kalles også hyperbilirubinemi og kan være et tegn på galleveissykdom, leverproblemer eller såkalt hemolytisk anemi, der de røde blodlegemene brytes ned for raskt.

Det mest synlige symptomet på økt bilirubin i kroppen er gulsott, der øyne og hud blir gulaktige.

Lavt bilirubinnivå er vanligvis ufarlig og uten symptomer. Det kan skyldes forbigående faktorer som kaffedrikking eller visse medisiner før en blodprøve.

I sjeldne tilfeller kan svært lave nivåer være forbundet med økt risiko for sykdommer som hjerneslag eller diabetisk retinopati, men sammenhengene er ennå ikke klart dokumentert. En lege vil vanligvis bare følge opp og vurdere helheten.

... stjerner kan bli til planeter?

Jeg kom midt inn midt i et astronomiprogram på TV der de snakket om stjerner som endte opp som planeter. Hvordan er det mulig?

UNIVERSET En gruppe stjerner kan faktisk forvandle seg til planetlignende objekter, de såkalte brune dvergene.

Brune dverger dannes – i likhet med andre stjerner – når store mengder gass kollapser under sin egen tyngdekraft.

I stjerner med samme masse som solen utløser dette kjernefusjon, der hydrogen omdannes til helium – og skaper lys og varme. Fusjon vil imidlertid bare starte hvis det er nok masse – minst 70–80 ganger Jupiters masse.

Brune dverger har for liten masse til å utløse kontinuerlig fusjon av hydrogen til helium. Grunnen til at brune dverger fortsatt er synlige i teleskoper, er at de faktisk sender ut stråling.

Selv om de ikke har stabil hydrogenfusjon, kan de kortvarig fusjonere tunge varianter av hydrogen, som deuterium. De mest massive brune dvergene kan også brenne litium i en periode.

I svært unge brune dverger kommer også mye av strålingen fra varmen som frigjøres når gasskyen kollapser.

Men uansett hvordan de brune dvergene blir til, ender de opp som noe som ligner veldig på en forvokst gassplanet.

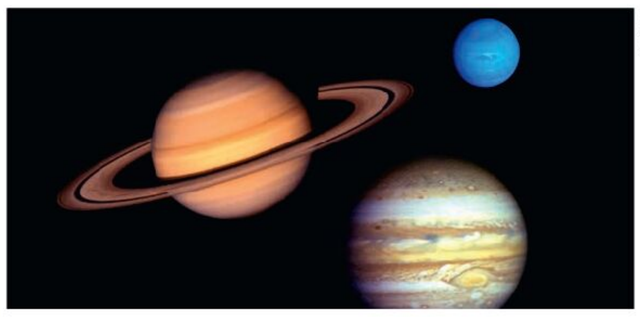
Inntil nylig trodde forskerne at grensen mellom en ekte gasskjempe som Jupiter og en brun dverg lå et sted mellom 7 og 13 Jupiter-masser.

Men i juni 2025 kunngjorde forskere, ved hjelp av data fra James Webb-teleskopet, at de hadde oppdaget ni nye brune dverger i Perseus-hopen. To av dem hadde bare dobbelt så stor masse som Jupiter.

Forskerne anslår at stjernedannelse kan skape «mislykkede stjerner» med bare 0,2 prosent av solens masse – normalt er det bare planeter som har så små masser.

Himmellegemers skjebne styres av massen

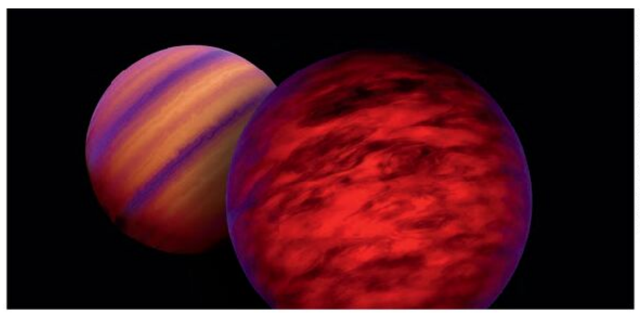
Om et himmellegeme blir en planet, en brun dverg eller en ekte stjerne, avhenger av én ting: masse. Jo tyngre objektet er, desto mer trykk og varme bygger seg opp i sentrum – og det forandrer alt.



NASA

Planeter mangler trykk til fusjon

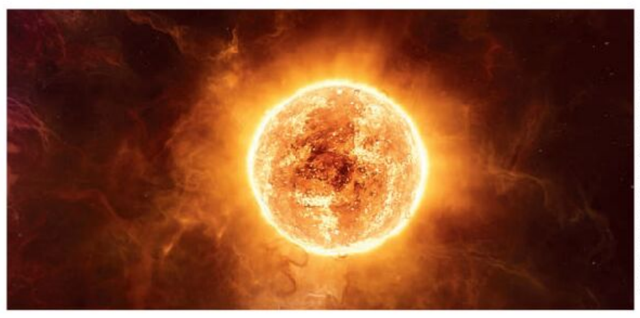
1 Himmellegemer med 2–13 ganger Jupiters masse blir gasskjemper eller, i sjeldne tilfeller, svært lette brune dverger. De har ikke nok masse til å skape stabil fusjon, og derfor gløder de ikke selv.



FREEDOM_MARUSSIA/ARTSIOM P/SHUTTERSTOCK

Brune dverger antennes kort

2 Brune dverger dannes mellom 13 og 80 ganger Jupiters masse. De er for lette for stabil fusjon, men kan kortvarig fusjonere hydrogen eller til og med litium. De fødes varme og gløder svakt, men ender opp som kalde kuler.



REMOTEVFX.COM/SHUTTERSTOCK

Stjerner starter heliumproduksjon

3 Over om lag 80 ganger Jupiters masse kan hydrogen kontinuerlig smelte sammen til helium – og danne en ekte stjerne. Dette gjør at himmellegemet kan opprettholde en lysende tilværelse i milliarder av år.

CATMANDO/SHUTTERSTOCK

LØSNINGENE STÅR PÅ SIDE 80

TRENE DIN IQ

Løs oppgaver innen ulike typer intelligens og se hvor du utmerker deg.

TALLFORSTÅELSE

1 Kan du se logikken i denne tallrekken og svare på hva som skal stå på spørsmålstegnets plass?

69788→24192→144→16→?

H: 12 **O:** 10 **R:** 8 **N:** 6 **S:** 4

HUKOMMELSE

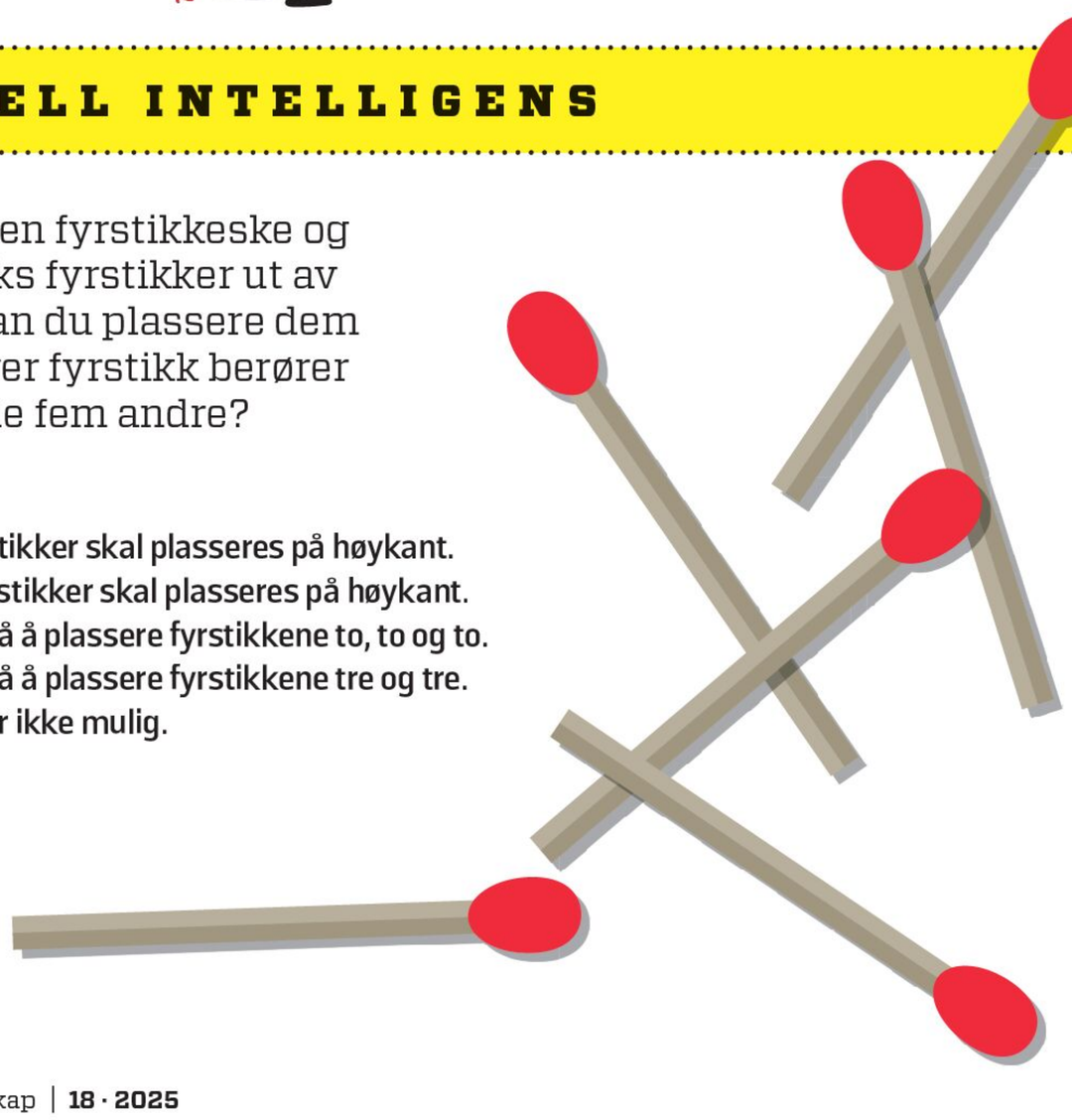
2 Se nøye på bildet i to minutter, dekk det til, snu bladet opp ned og svar på spørsmålene.



1. Hvor mange mennesker var det i alt på bildet?
2. Hvor mange hadde lue på?
3. Hvor mange kopper kaffe var det på bordet? (Svaret i sifferform er også det riktige svaret til Knekk koden).
4. Hvor mange planter i potter sto i andre etasje langs fasaden?
5. Hvor mange jakker var presentert i utstillingsvinduet i klesbutikken?
6. Hvilken type sko hadde damen som satt ved bordet?
7. Det sto fem ting på skiltet, espresso, croissant, bagel og cappuccino – men hva var den femte tingen?

VISUELL INTELLIGENS

3 Finn en fyrstikkeske og ta seks fyrstikker ut av esken. Kan du plassere dem slik at hver fyrstikk berører hver av de fem andre?



F: Ja, to fyrstikker skal plasseres på høykant.
A: Ja, tre fyrstikker skal plasseres på høykant.
G: Ja, tenk på å plassere fyrstikkene to, to og to.
O: Ja, tenk på å plassere fyrstikkene tre og tre.
T: Nei, det er ikke mulig.

LØSNING

Hver løsning utgjør en del av en kode.

Skriv løsningene og finn løsningsordet:

1 .....

2 .....

3 .....

KUNNSKAP PÅ TVERS

Bruk så få opplysninger som mulig på hvert spørsmål.

Redaktør: **Esben Jes Schouboe Alminde** // Knekk koden-tekst: **Christian Erin-Madsen** // Tekst: **Erik Wied**

	5 poeng	**4** poeng	**3** poeng	**2** poeng	**1** poeng
ZOOLOGI → **1. Hvilken art?**	■ Fred Muggs fra arten var «programleder» på The Today Show på 1950-tallet.	■ Dette pattedyret tilhører slekten Pan, og det latinske artsnavnet er Pan troglodytes.	■ Den britiske zoologen Jane Goodall er anerkjent som verdens ledende ekspert på dyrene.	■ Det er en ape som normalt veier 35–50 kilo, og hannen er større enn hunnen.	■ Sammen med bonoboen regnes arten for å være menneskets nærmeste slektning.
ASTRONOMI → **2. Hvilken stjerne?**	■ Stjernen finnes på det brasilianske flagget, der den representerer delstaten Goiás.	■ Alpha Carinae er et annet navn på stjernen, som ikke kan sees nord for Nord-Afrika.	■ Med en størrelsesklasse på -0,74 er stjernen himmelens tredje klareste etter solen og Sirius.	■ Stjernen har blitt observert siden antikken, og har et navn på sju bokstaver som begynner med C.	■ Lydmessig ligger stjernens navn nær den engelske betegnelsen for tretoppene, canopy.
IT → **3. Hvilken teknologi?**	■ En organisasjon grunnlagt i 1996 står for å utvikle teknologien.	■ I 2022 vedtok EU et direktiv som omhandler standardisering via denne teknologien.	■ Det er en standard som særlig gjelder sammenkobling av ulike enheter.	■ Standarden er viktig når mus, skrivere og lignende enheter skal kobles til datamaskiner.	■ Navnet består av tre ord, hvorav det første er Universal, men vanligvis brukes en forkortelse.
GEOGRAFI → **4. Hvilken fjellkjede?**	■ De fransk-kanadiske brødrene Paul og Pierre Malle rapporterte om fjellkjeden i 1739.	■ Tre av elvene som har sitt utspring i fjellkjeden, er Dearbor, Sun og Madison River.	■ Fjellkjeden er rundt 4800 kilometer lang og mellom 100 og 500 kilometer bred.	■ Det høyeste punktet i fjellkjeden er Mount Elbert på 4401 meter i delstaten Colorado.	■ Dette er den største fjellkjeden i Nord-Amerika, med tilnavnet The Rockies.
ETNOGRAFI → **5. Hvilket folkeslag?**	■ Et flagg med rød bakgrunn, et hvitt kors og et grønt kors er knyttet til folkeslaget.	■ Terrorgruppen ETA kjempet for uavhengighet på 1960- og 1970-tallet.	■ Moteskaperen Paco Rabanne og syklisten Mikel Landa tilhører dette folkeslaget.	■ Folkeslagene har sitt eget språk, som ikke er i slekt med andre språk i området.	■ Folkeslagets hjemland er Nord-Spania og en liten del av Frankrike.

POPQUIZ

Test din kunnskap om emner fra Illustrert Vitenskap.



SHUTTERSTOCK

Kreft tar fortsatt mange liv

Tros intensiv forskning er kreft fortsatt en av de viktigste dødsårsakene på verdensbasis.

1 Hva betyr det latinske navnet cancer?

A) Vær
B) Fisk
C) Skorpion
D) Kreps

2 Hvilken av disse kreftformene er mest utbredt i EU?

A) Lungekreft
B) Hudkreft
C) Nyrekreft
D) Hjernekreft

3 Hva kan en dattersvulst kalles?

A) Metabolisme
B) Metafor
C) Metastase
D) Metamorfose

4 Hva har nobelprisvinneren James Allison særlig interessert seg for i forbindelse med kreft?

A) Vitaminer
B) Immunforsvar
C) Kosthold
D) Trening

Knekk koden side 78

TALLFORSTÅELSE

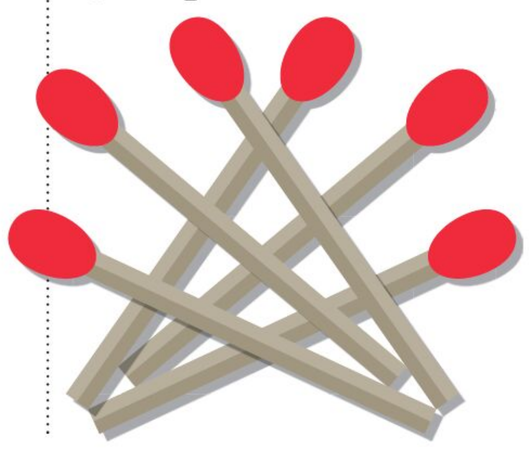
KORREKT SVAR:
Løsning N.
For hvert tall multipliseres hvert siffer med det neste sifferet. Produktet er tallet umiddelbart til høyre for det opprinnelige tallet. Siden 1 x 6 er lik 6, er svaret 6.

HUKOMMELSE

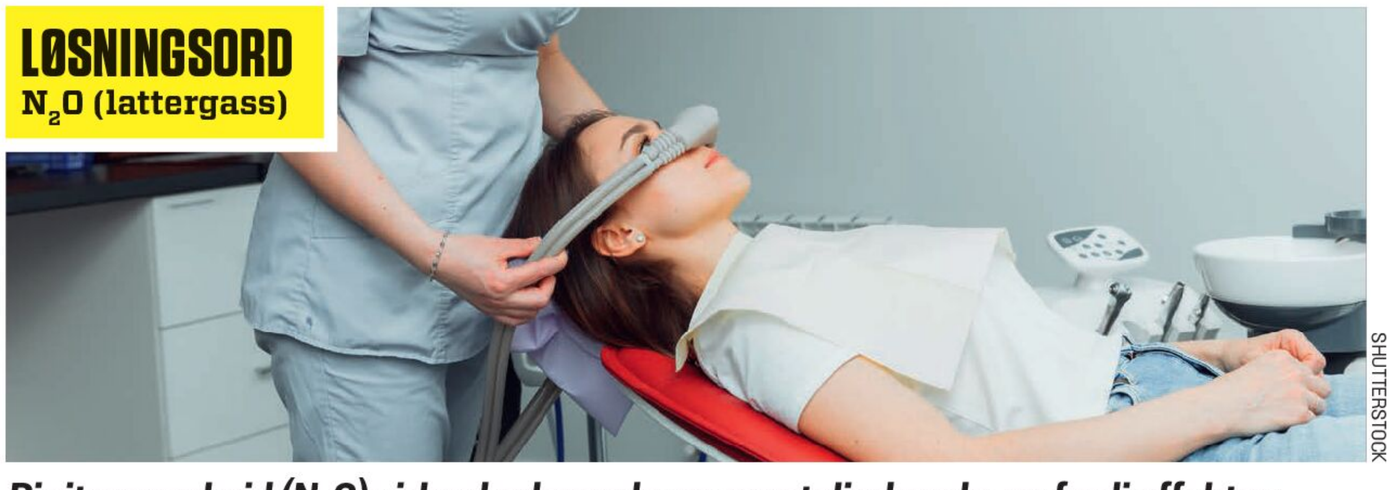
KORREKT SVAR:
Løsning 2.
1. Ni.
2. Fem.
3. To (2 er det riktige svaret til Knekk koden).
4. Tre.
5. Fire.
6. Høyhælte.
7. Coffee.

VISUELT

KORREKT SVAR:
Løsning O.



LØSNINGSORD
N_2O (lattergass)



SHUTTERSTOCK

Dinitrogenoksid (N_2O) virker bedøvende og smertelindrende, og fordi effekten fremkaller latter, er den bedre kjent som lattergass når den blandes med oksygen og brukes i tannbehandling eller under fødsler.

Viten på tvers

1. Sjimpanse. Jane Goodall fikk i januar 2025 den amerikanske presidentens frihetsmedalje.

2. Canopus. Kjempestjernen Canopus er nesten 40 ganger så langt unna som Sirius.

3. USB (universal serial bus). USB-C er fra 2024 obligatorisk for en lang rekke elektroniske apparater som følge av et EU-direktiv.

4. Rocky Mountains. Skoggrensen i Rocky Mountains ligger i 2000 til 3600 meters høyde.

5. Baskere. Flagget er det offisielle flagget til Baskerland, der det offisielle språket er baskisk, et av få språk i Europa som ikke er indoeuropeisk.

Popquiz

Spørsmål 1: D) Kreps. Navnet henviser til den krepselignende formen noen kreftsvulster har.

Spørsmål 2: A) Lungekreft. Kreftformen utgjør over 10 prosent av alle nye krefttilfeller i EU.

Spørsmål 3: C) Metastase. Kreft sprer seg ofte gjennom blodet eller lymfesystemet.

Spørsmål 4: B) Immunforsvar. James Allisons forskning har ført til nye behandlingsformer som er målrettet immunforsvaret. Allison fikk Nobel-prisen i 2018 sammen med Tasuku Honjo.

ILLUSTRERT VITENSKAP

Norsk redaksjon: Lars Nygaard

Sjefredaktør: Karen Grubbe

Head of visuals: Daniel Vala

Nyhetsredaktør: Nanna Vium

Featureredaktør: Morten Kjerside Poulsen,

Journalister: Jesper Bindslev, Christian Juul, Esben Jes Schouboe Alminde, Simon Clemmensen Møller, Stine Hansen, Malthe Pihl, Mikkel Skovbo

Produksjon: Nikoline Enrico Brahl

Henvendelser til redaksjonen:
Illustrert Vitenskap, c/o Lars Nygaard, Rektorhaugen 15, 0876 Oslo, Norge
lars.nygaard@illvit.no

Redaksjonen påtar seg intet ansvar for manuskripter, bilder og tegninger som sendes inn uoppfordret.
Redaksjonen påtar seg ikke ansvar for eventuelle feil i bladet.
Stoff fra bladet kan bare siteres med tydelig kildeangivelse.
Artikler og bilder i Illustrert Vitenskap kan ikke brukes i ervervsøyemed.

Illustrert Vitenskap produseres av Bonnier Publications A/S for Bonnier Publications International AS.

Ansvarlig redaktør: Elisabeth Halmø

Illustrert Vitenskap utgis av:
© Bonnier Publications International AS,
PB 543, 1411 Kolbotn

ISSN: 0800-3955

Trykk: Poligrāfijas grupa Mūkusala Ltd.

Printed matter
3041 0876

Annonser: Salgsfabrikken, Bergsidevegen 358, 2265 Namnå, Norge
Key Account Manager Vidar Hovind, vidar@salgsfabrikken.no
Priser og materiellfrister se Bonnier Medier AS:
bonnierpublications.com/brands/illustreret-videnskab

Kontakt Kundeservice på følgende måter:

- kundeservice.com – bare for abonnenter
- Tlf. 23 06 87 00, mandag–fredag kl. 08.00–18.00.
Automatisk henvendelse for abonnenter døgnet rundt.
- Illustrert Vitenskap, Bonnier Kundeservice,
Postboks 1188 Sentrum, 0107 Oslo

Hvis du er abonnent, må du huske å ha abonnements-nummeret klart ved alle henvendelser til Kundeservice.
Du finner det 10-sifrede nummeret på girokortet.
Abonnementsprisen er kr 109,95 pr. utgave.
Se kundeservice.com/abonnementsbetingelser for ytterligere informasjon om abonnementet.

Behandling av personopplysninger
Personopplysninger som angis ved oppretting av abonnement, behandles i henhold til retningslinjene for personvern, som du kan lese på bonnierpublications.com/personvernpolitikk

BONNIER
Publications International

BO BEDRE DEN STORE JULEBOKEN

KUN
129,50

+ kr 39,50 i porto og eksp.
Totalt kr 169.

Bestill allerede i dag!



- DEKK KREATIVE OG EVENTYRLIGE JULEBORD
- HERLIG JUL FOR ALLE GENERASJONER
- UNIK PYNT SOM OGSÅ KAN SPISES
- EVENTYRLIGE JULEKRANSER
- DIY-JULEPYNT SOM KAN TAS FREM ÅR ETTER ÅR
- IDÉRIKE JULETRÆR
- OPPSKRIFTER PÅ DELIKATE JULEKAKER
- GAVEINNPAKNING DU KAN BRUKE OM IGJEN

Bonnier Publications International AS, Kundeservice,
postboks 1188 Sentrum, 0107 OSLO, tlf. 23 06 87 00

Bestill allerede i dag:

bo-bedre.no/juleboken2025

Eller skann QR-koden og kom direkte til bestillingen:

// GLED DEG TIL NESTE NUMMER

PÅ GJENSYN

7. NOVEMBER › 2025



Romsonde dykker ned i månen fra helvete

For 50 år siden oppdaget astronomene et overraskende fenomen på en av Jupiters måner. Nå har de endelig funnet en forklaring. Og den skriver om historien for mange måner i solsystemet – inkludert vår egen.

SHUTTERSTOCK

NY VITEN

- Kranium viser fortidsmenneskes sanne ansikt.
- Astronomer utsetter Melke-veiens undergang.
- Herpesvirus endrer DNA-et vårt.



PRASAN MAKSAEN/SHUTTERSTOCK

SPØR OSS

- Hvor gamle ble dinosaurene?
- Blir suppe til urin eller avføring?
- Hvordan fikk Mars to måner?

Thorium kan snart gi evig energi

Thorium har potensial til å gi oss energi i tusen år. Og nå holder ingeniørene på å utvikle et anlegg som virker, for midt i en ørken har de endelig løst teknologiens største problem.



CLAUS LUNAU

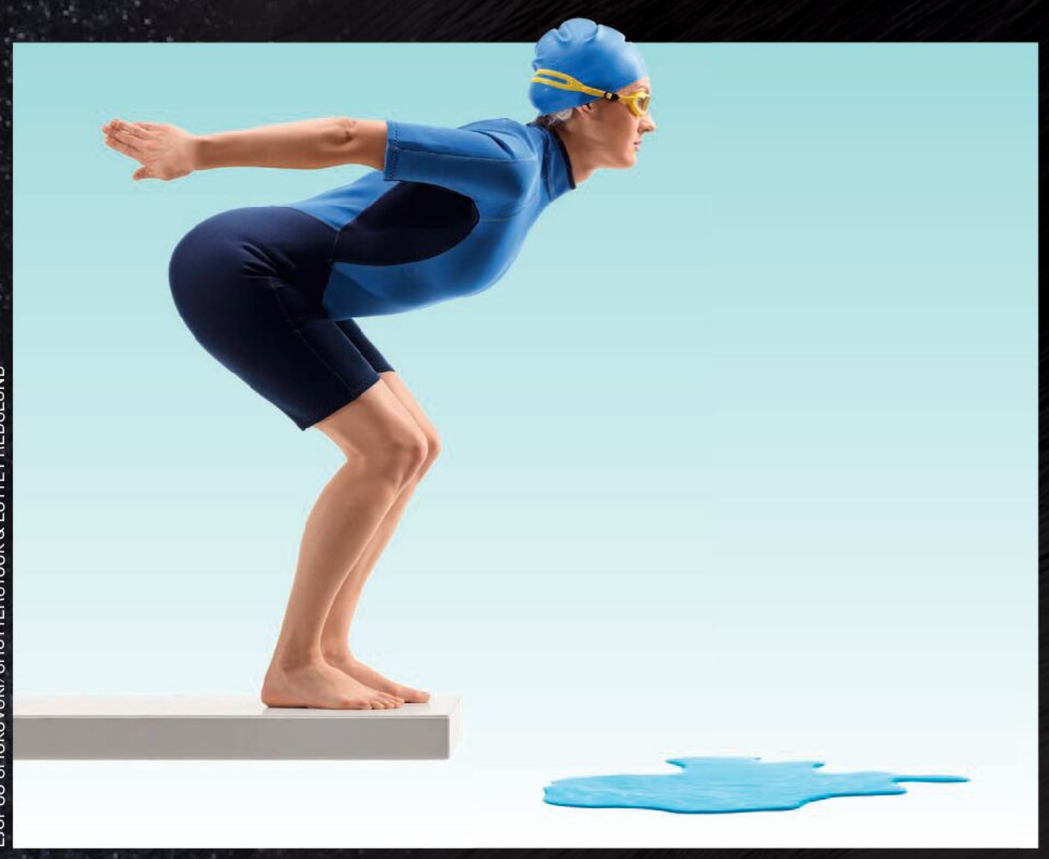
BAK KATASTROFEN: ESTONIA



CLAUS LUNAU

Katastrofalt valg utløste tragedie

En natt i 1994 krenger fergen Estonia plutselig hardt til styrbord. Skipets kaptein tar en drastisk beslutning som gjør at situasjonen går fra å være ille til katastrofal.



LJUPCO SMOKOVSKI/SHUTTERSTOCK & LOTTE FREDSLUND

Optimister har en biologisk fordel

Overdreven optimisme kan visstnok føre til dumdristige beslutninger. Men nå viser forskning at optimister har en stor fordel som til og med kan sees når man skanner hjernen deres.

Dette bildet er generert med KI.

SE LISTEN

5 utdøddе dyr er på vei tilbake

FORSKERNE ER UENIGE OM NESTE SKRITT:

Nå vender utdøddе dyr tilbake

Et amerikansk selskap hevder å ha gjort det umulige:
De har for første gang gjenskapt en utdødd art.
Teknologien deres er banebrytende, men også kontroversiell.
Og det neste prosjektet er enda mer oppsiktsvekkende.

SHUTTERSTOCK AI & CLAUS LUNAU

FEAR NOTHING



Airtox setter nye standarder for vernesko. Vi tror på at sikkerhet og komfort går hånd i hånd. Vår innovative design gir deg en enkel og komfortabel fin sko som holder deg på topp hele dagen.

www.airtox.com

AIRTOX®