2513 MENNESKEKROPPEN • VERDENSROMMET • JORDEN • FORSKNING & TEKNOLOGI

SPENNENDE VITENSKAP

40 ekle fakta om kroppen

Escaperommets psykologi

12 forskere som endret verden

Slik virker HUKOMMELSEN







ORAGE

SPENNENDE VITENSKAP
2025 © Orage AS
ISBN: 978-82-8447-480-9

Norsk redaksjon
Redaktør: Inger Marit Hansen
Oversettelse: Helene Limås,
Sissel Sommer Steneby m. fl.
Grafiker: Jeanette Hanvik
Forsidedesign: Bens Aarø

Salgs- og markedsansvarlig
Øystein Berg
+47 909 61 959
berg@orage.no

Utgitt av
Orage AS
Jarlsøveien 50
3124 Tønsberg
+47 47 46 60 00
post@orage.no
www.orage.no

Trykk
Trykket i Latvia, Artko AS

Alle produkter fra Orage AS er trykt ved svanemerkede trykkerier.

All contents © 2022 Future Publishing Limited or published under licence. All rights reserved. No part of this magazine may be used, stored, transmitted or reproduced in any way without the prior written permission of the publisher.

www.futureplc.com

Artiklene i denne utgivelsen er hentet fra ulike utgaver av:
How it works © Future Publishing Limited

VELKOMMEN

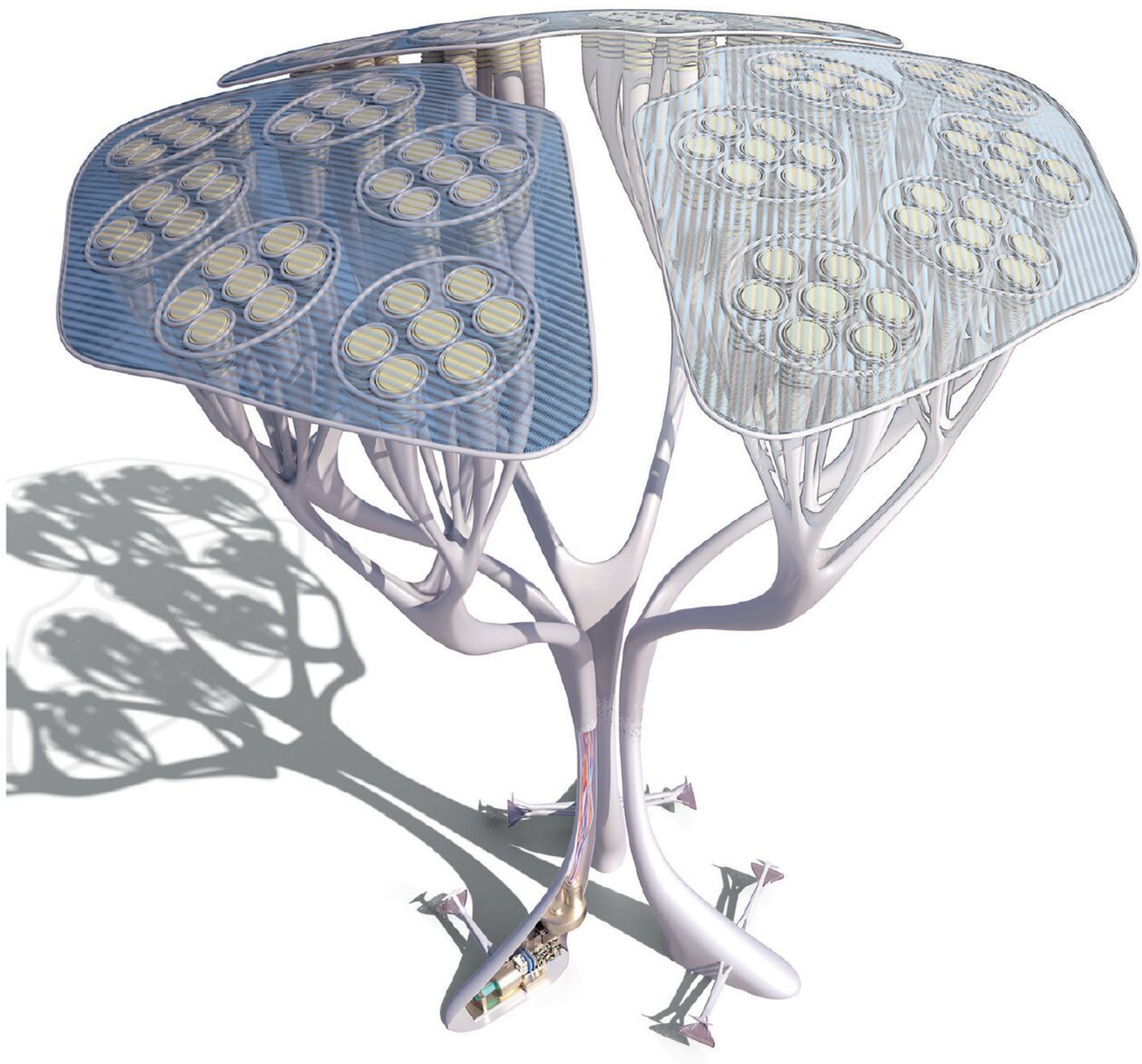
Vitenskapens verden er mangfoldig og fascinerende. I dette bokasinet har vi samlet noen av de beste artiklene om forskning og vitenskap, menneskekroppen og verdensrommet. Her kan du blant annet lese om fremtidens selvforsynte byer, og hvordan kunstige trær kan redusere menneskenes klimagassutslipp. Du får også bli kjent med 12 forskere som endret verden.

Menneskekroppen slutter aldri å forundre oss, og her kan du blant annet lese om hvordan den fantastiske hukommelsen vår fungerer og hvordan superbakterier oppstår. Vi avslører også 40 ekle fakta om kroppen.

Ferden går videre ut i universet, hvor vi ser nærmere på noen uhygelige romfenomener. Du kan også lese om hvordan forskere prøver å finne svar på 10 kosmiske gåter.

Alt dette og mye mer kan du lese om i denne fullspekkede utgaven av *Spennende vitenskap*.

God fornøyelse!



INNHOLD

FORSKNING & VITENSKAP

8 20 forklaringer på verdens nifseste rariteter

16 Superstoffer

24 Atomets anatomi

28 Hvordan lages sjokolade?

30 12 forskere som har endret verden

36 Arkologier – morgendagens byer

40 Kunstige trær mot karbontrusselen

42 Hvorfor lever dyr sammen?

48 Wilhelm Röntgen

50 Barbie-innsjøen

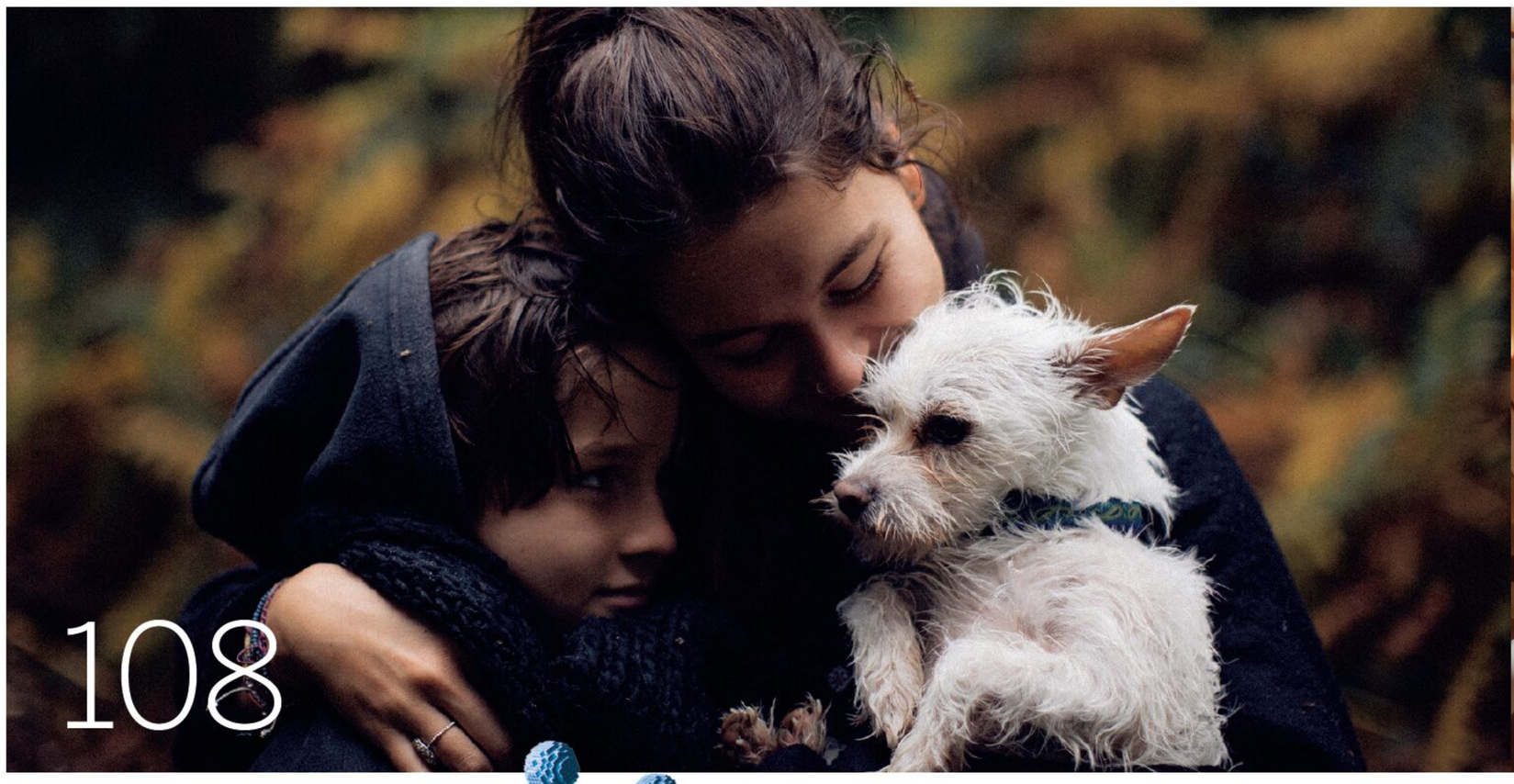
52 Teleportering på ekte

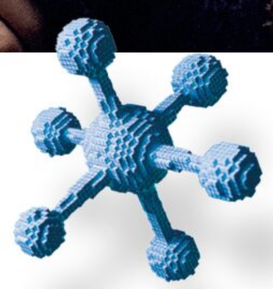
54 Erwin Schrödinger

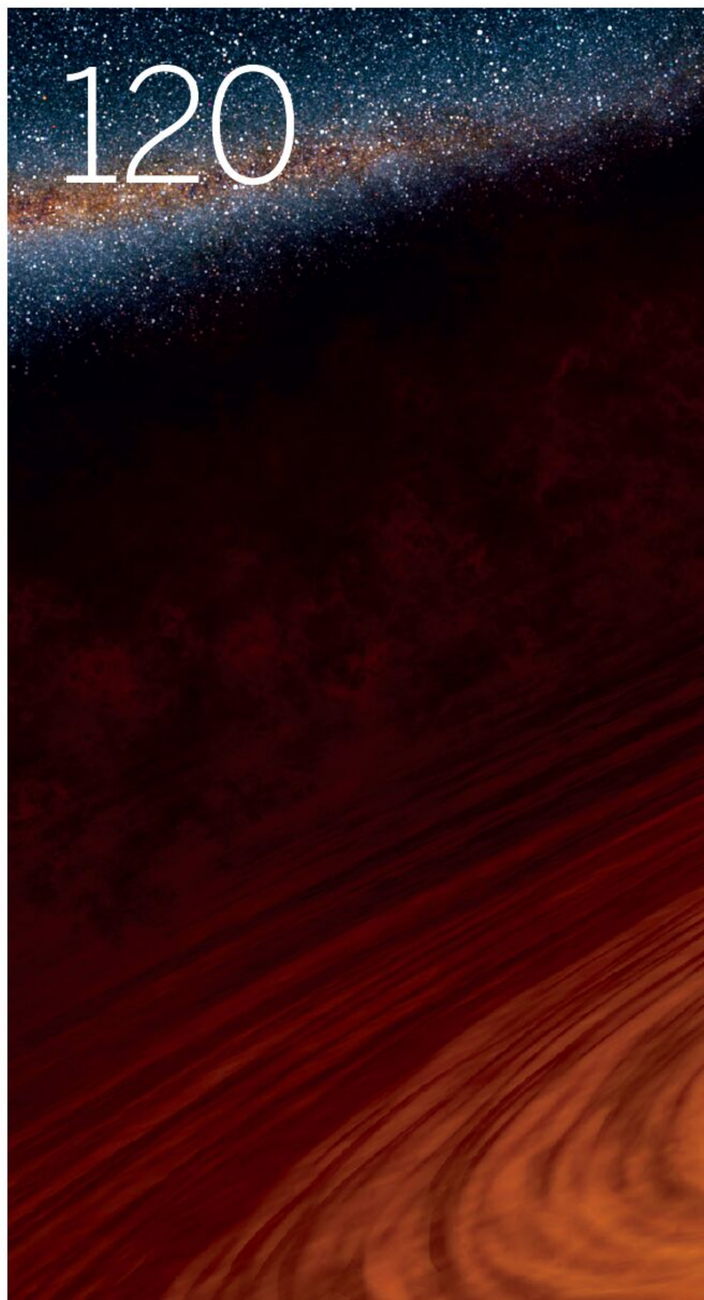
56 Escaperommets psykologi

60 På innsiden av en hengelås









KROPPEN

64 Kroppens mikrober

72 Slik oppstår superbakterier

76 Hvordan kan hjernen huske ting?

80 Reisen fra munn til celle – du blir hva du spiser

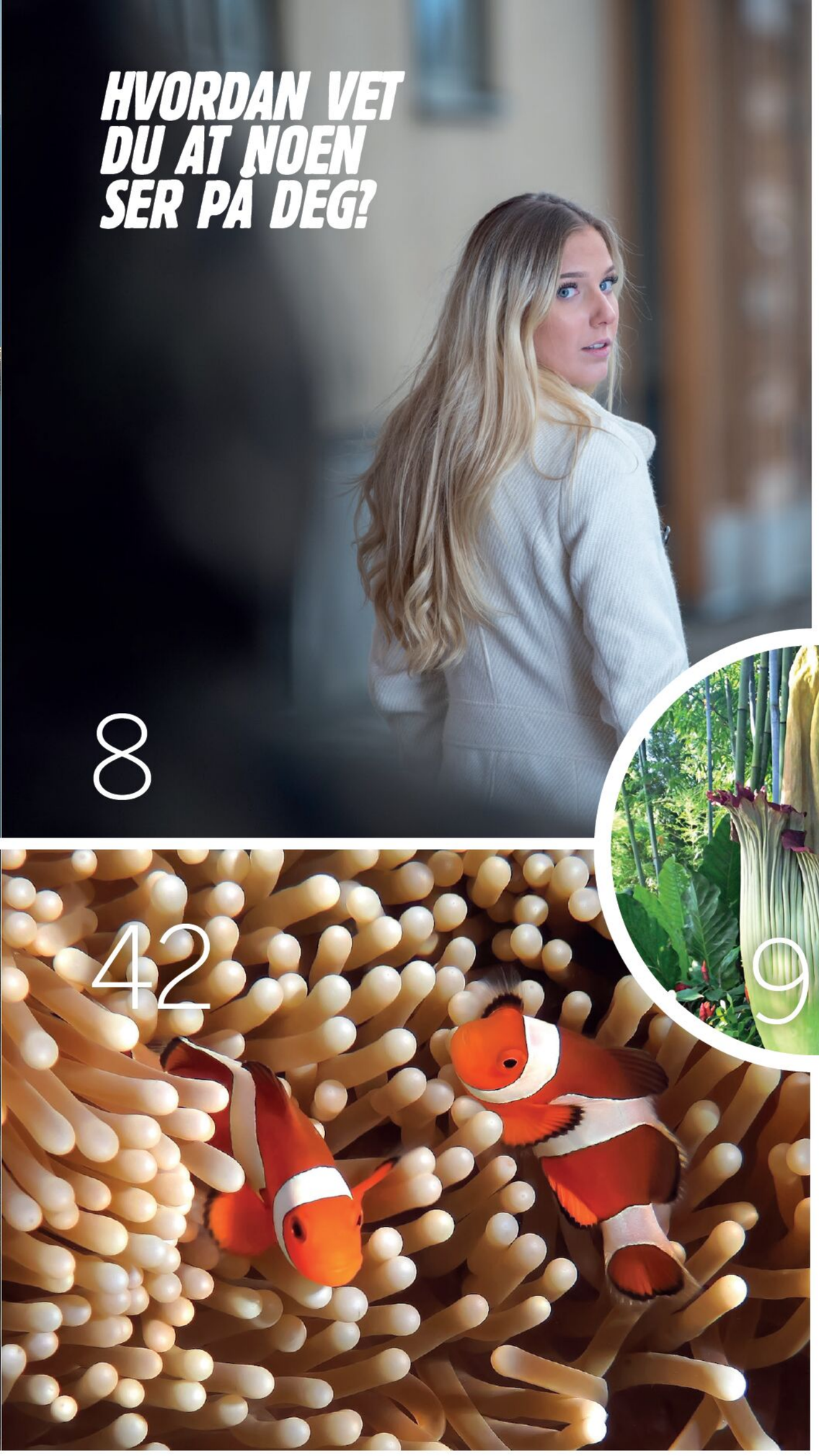
90 40 ekle fakta om kroppen og verden vi lever i

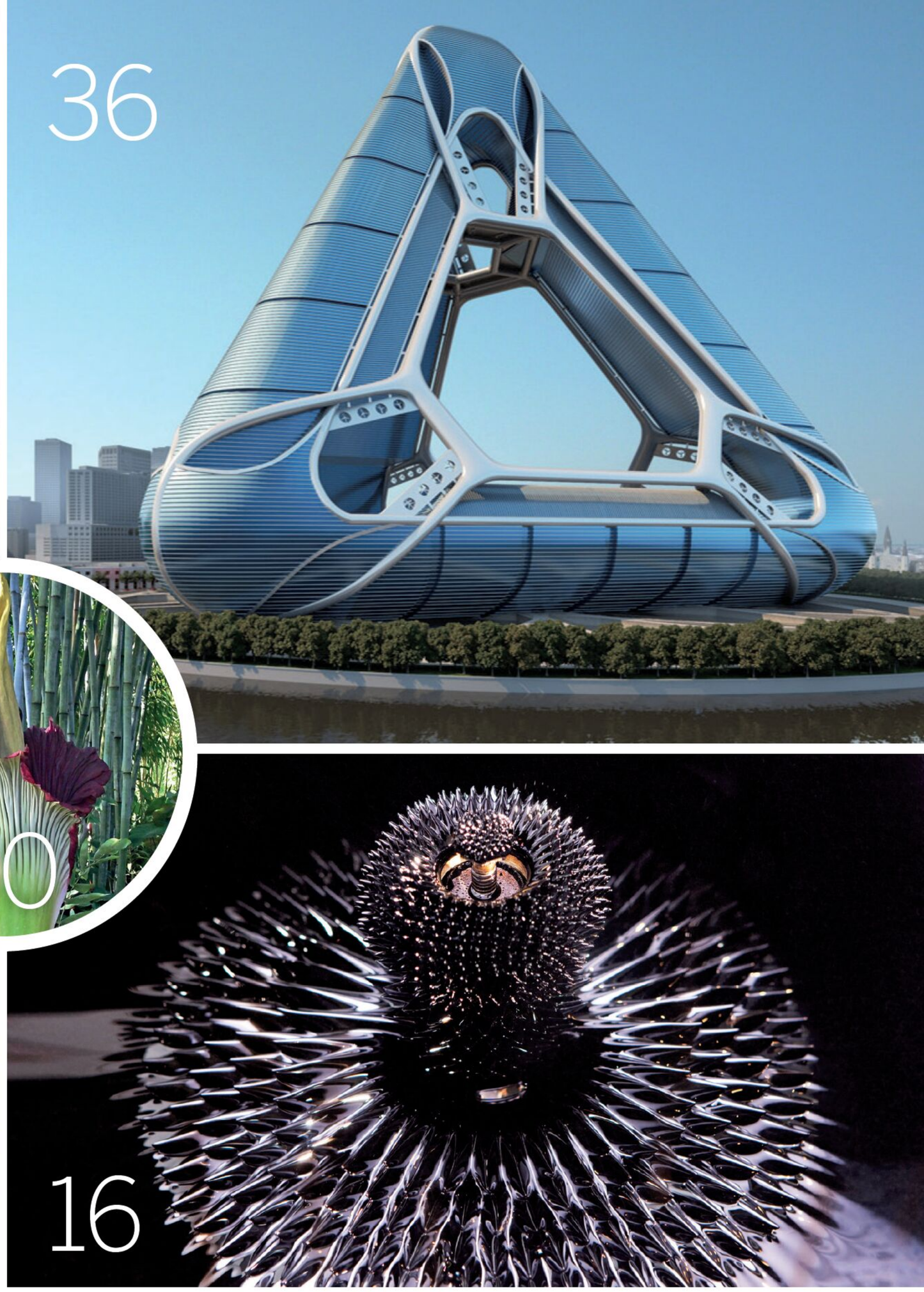
100 Slik tenker du deg smartere

108 Hva er kjærlighet?

114 Autoimmunitet – slik angriper kroppen seg selv











VERDENSROMMET

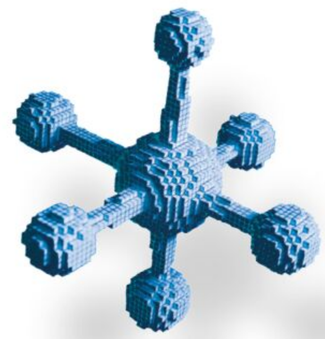
120 Skumle romfenomener

124 Slik kartlegger vi Melkeveien

130 Slik reddet Jupiter kloden vår

134 10 kosmiske gåter

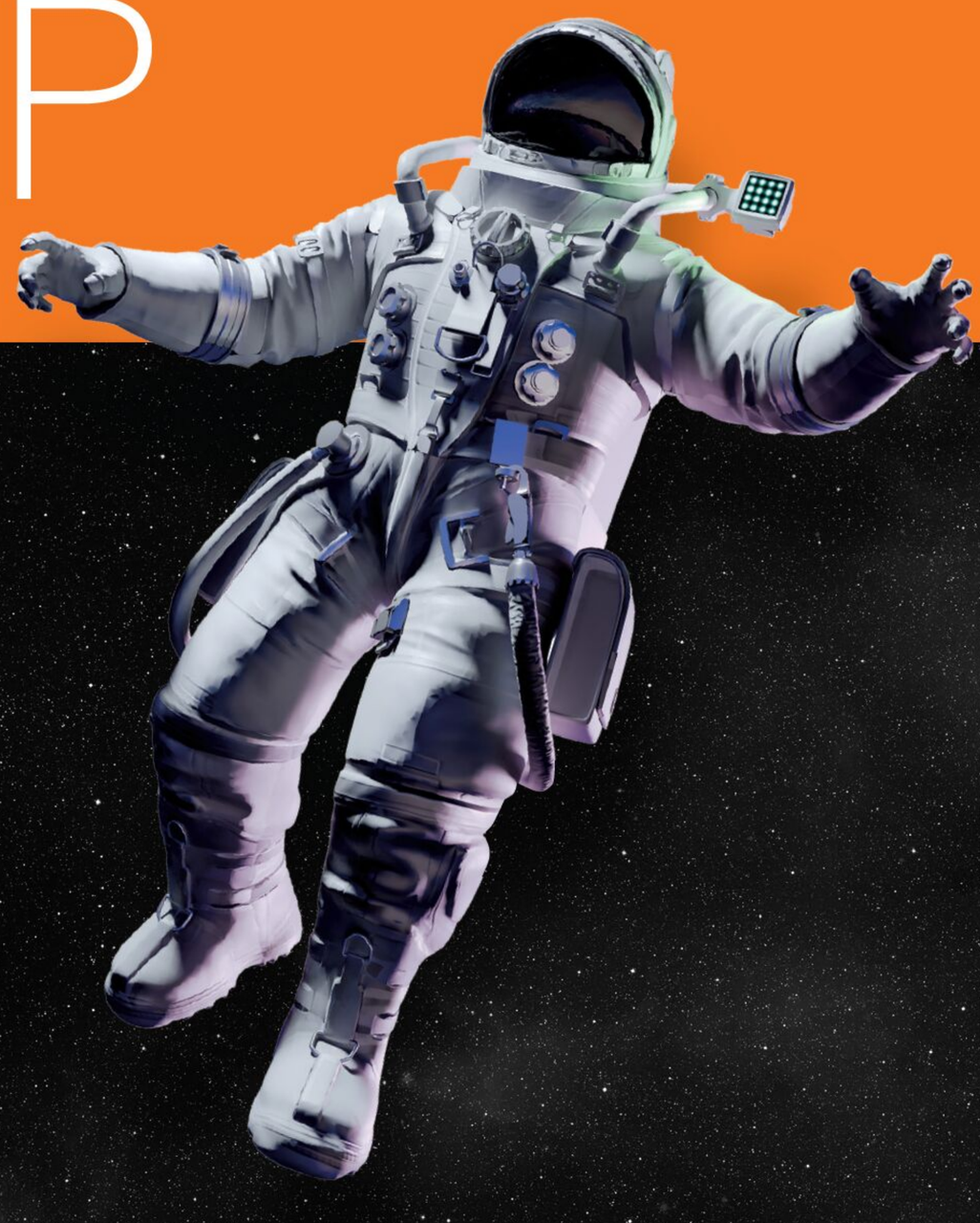
138 Solas kraft





40

FORSKNING & VITENSKAP





24

8



16



28



30



48



42



52

Hvorfor er den sorte enken så giftig?

OVER 20 SKUMLE

FORKLARINGER PÅ VERDENS NIFSESTE RARITETER

Har et annet menneske på seg ansiktet ditt?

Kan du «føle» når noen ser på deg?

Ingen kan høre deg skrike i verdensrommet.

Hvorfor hatetJoseph Guillotin sin egen dødelige idé?

Hvorfor blir Månen rød?

Slik ser en slange med tungen

Tyvlytter telefonen din på deg?

Hvorfor får vi gåsehud når vi blir redde?

HVORFOR FÅR VI GÅSEHUD NÅR VI BLIR REDDE?

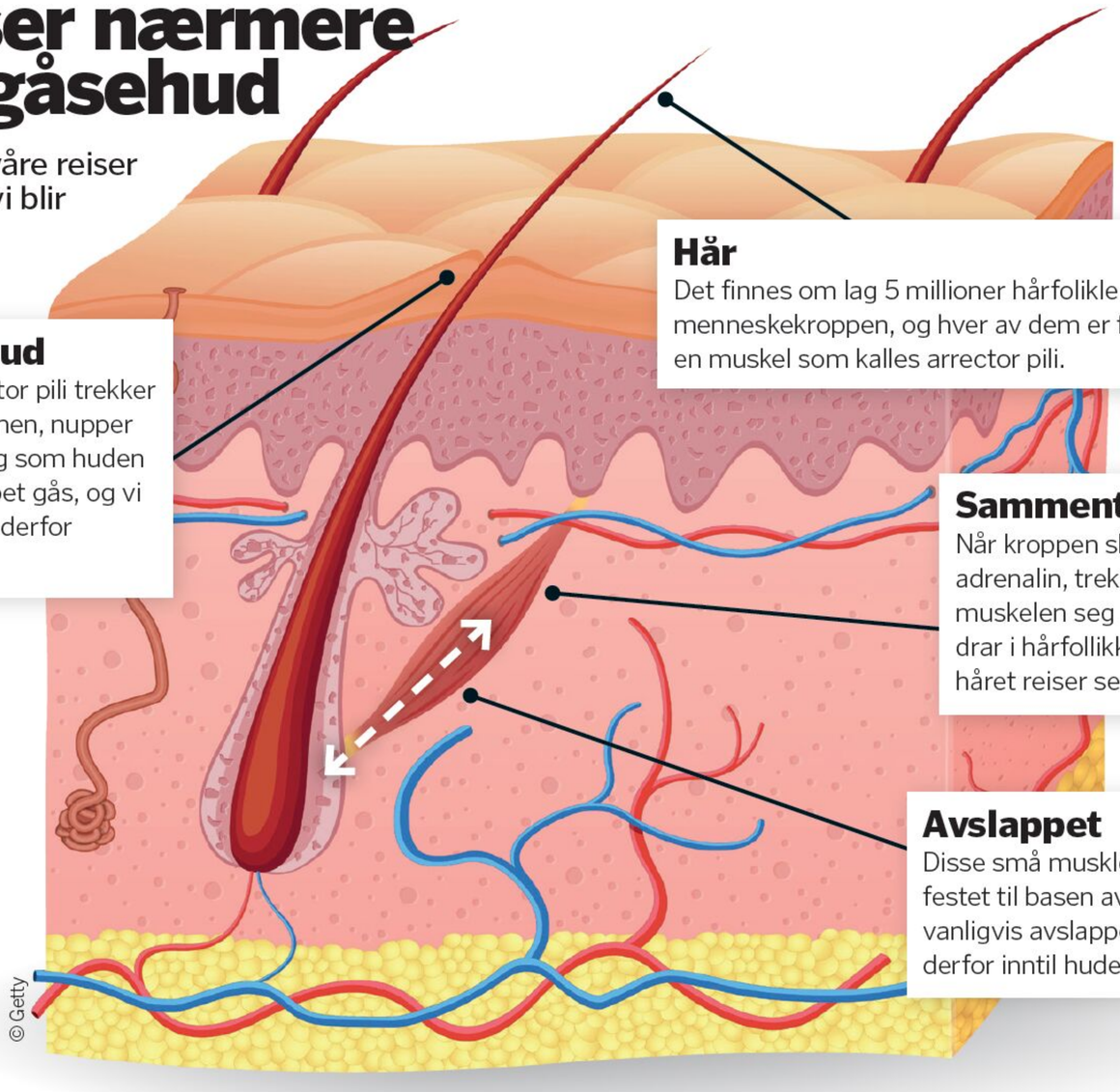
Du sitter hjemme, alene i mørket, og plutselig grøsser du og føler deg redd. Så merker du at hårene dine reiser seg og du får gåsehud. Denne følelsen har vi alle hatt en eller annen gang, men hvorfor reagerer kroppen på denne måten når vi blir redde? Reaksjonen stammer fra den gangen da våre fjerne forfedre daglig risikerte å møte farlige rovdyr. Kroppen utviklet det vi kaller en kjemp-eller-flykt-respons. Dette er en stressrespons som fører til økt utskillelse av adrenalin. Dette er grunnen til at pulsen øker, vi svetter i håndflatene og får gåsehud. Under dette stadiet av kjemp- eller flykt-responsen trekker de små musklene i enden av hvert hårstrå seg sammen, slik at hårene reiser seg. I dag har vi ganske lite hår i forhold til forfedrene våre.

Charles Darwin hevdet at forfedrene våre på et tidspunkt var svært hårete, og at gåsehud fikk hårene deres til å reise seg, slik at de så større og mer truende ut for potensielle rovdyr.

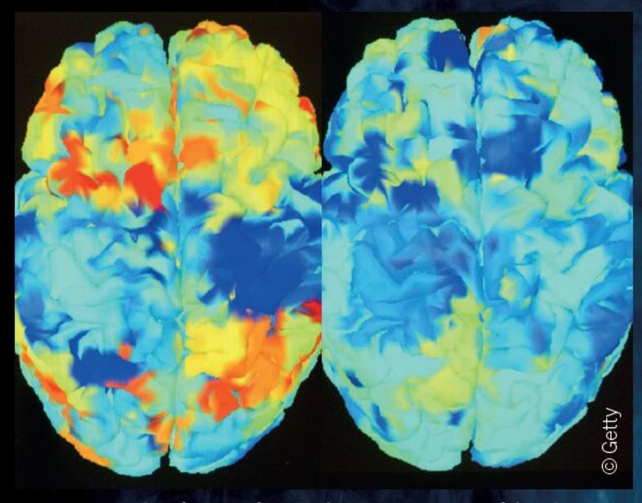

Gåsehud kan også hjelpe deg å holde på varmen når du fryser.
© Getty

Vi ser nærmere på gåsehud

Hårene våre reiser seg når vi blir redde.



© Getty

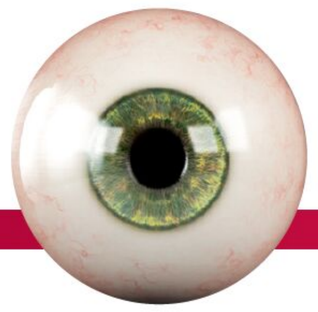

Hjernens funksjon kan observeres ved hjelp av en fMRI-maskin.
© Getty

ER DET MULIG Å LESE TANKER?

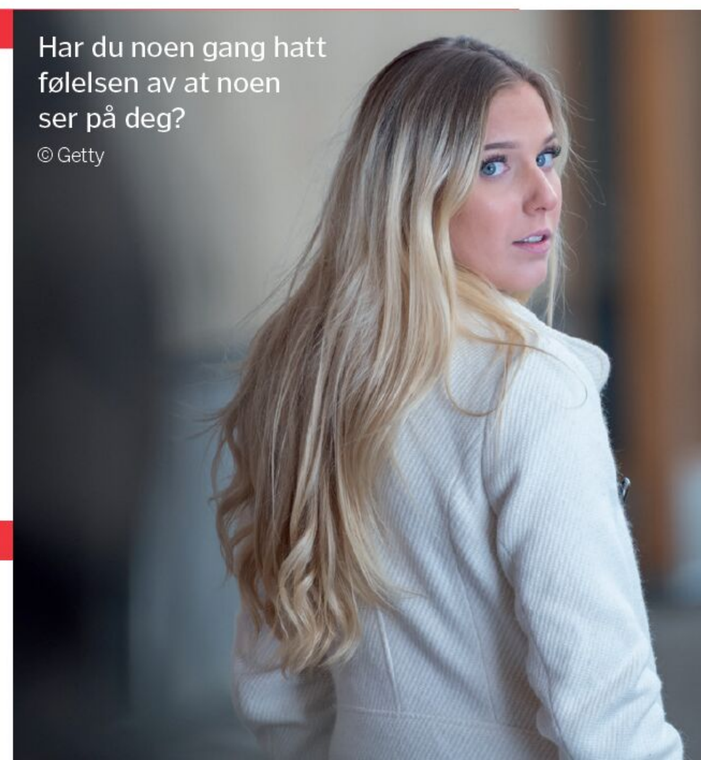
Tankene er våre mest private og personlige eiendeler, og tanken på at noen kan snuse rundt inne i hjernen vår, er skremmende. Likevel er man i full gang med å utvikle teknologi som kan gjøre akkurat det. Hvis man ser bort fra de moralske og etiske spørsmålene rundt dette, er hjernen et ekstremt komplisert organ, som det er spennende å se nærmere på. Ved å ta et skritt av gangen har forskere analysert de elektriske mønstrene som dannes i hjernen når vi tenker på noe, for eksempel et objekt, et tall, eller til og med en setning. Deretter kan forskerne identifisere og tolke mønstrene som er forbundet med disse tankene, i håp om å klare å lage en slags nevrologisk ordbok.

Teknologien er fortsatt ganske ny, og det trengs årevis med forskning før komplekse tanker kan tolkes på denne måten. Målet med forskningen er først og fremst å lære mer om hvordan hjernen vår jobber, ikke å utvikle noen form for alternativ medisinsk behandling. Kan vi først lese tanker, gir det oss imidlertid et uendelig antall muligheter, fra å forstå autisme til å forutsi hvilken avgjørelse en person vil ta.

HVORDAN VET DU AT NOEN SER PÅ DEG?



Har du noen gang hatt en intens følelse av at noen ser på deg? Er det virkelig mulig at vi har en sjette sans som forteller oss at noen holder øye med oss? Studier viser at en enkelt hjernecelle sender ut signaler når noen ser på oss, og at den slutter med dette så fort vedkommende ser bort. Denne mekanismen ble undersøkt nærmere i 2013 på en pasient med kortikal bindhet. Pasientens synsbark var skadet, men hjernen mottok fortsatt informasjon fra øynene. Det interessante var at den delen av hjernen som heter amygdala, og som svarer på potensielle trusler, ble aktivert når noen stirret på pasienten. Denne medfødte, sjette sansen ble trolig utviklet hos våre tidligste forfedre, slik at de kunne oppdage hvis det var et rovdyr i nærheten, og dermed hadde større sjanse for å unnslippe.


Har du noen gang hatt følelsen av at noen ser på deg?
© Getty

HVA LURER PÅ HAVETS BUNN?

Det har vært flere mennesker på Månen enn nede på de største havdypene våre, så vår kunnskap om hva som svømmer der nede på dypet, er relativt liten. Det dypeste havområdet kalles hadalsonen, og denne sonen begynner omtrent seks kilometer under havflaten. Dette uutforskede området er dannet av Jordas tektoniske plater og bebos av sjødyr som tåler ekstremt trykk og mangel på sollys. Enkelte skalldyr og til og med fiskearter, slik som hadal sneglefisk, er observert så dypt som åtte kilometer under overflaten.



Det er funnet trollhummer i Marianergropen, verdens dypeste havområde.

© Alamy

HVORFOR BLIR DET BLODMÅNE?

Omtrent en gang i året stiger månenaboen vår opp på himmelen med en mystisk, blodrød glød. Vi kaller det blodmåne. Dette er et fenomen som ofte ses rundt mai, og da under en måneformørkelse. En måneformørkelse likner en solformørkelse, når Månen og Sola står i en rett linje slik at vi ikke kan se Sola, men under en måneformørkelse er det Jorda som blokkerer sollyset for Månen. Det lyset som når fram til Månen, passerer gjennom Jordas atmosfære. Når det synlige lysspekteret beveger seg gjennom atmosfæren, blir det blå lyset spredt, og det røde lyset når derfor fram til Månen og gir den en rød glød. Månen kan se rødmusset ut flere ganger i løpet av året, og ofte tror man feilaktig at det dreier seg om en blodmåne, men ved slike anledninger skyldes Månens farge egentlig forurensning, skyer eller rusk i atmosfæren.

Neste gang du kan se en blodmåne, er 26. mai 2021.

© Getty

HVORFOR HAR VI MARERITT?



© Getty

Et av de vanligste marerittene vi har, handler om å miste tennene.

I gjennomsnitt drømmer vi i rundt to timer hver natt. Det er under den typen søvn som vi kaller REM-søvn, at marerittene kan snike seg fram. Noen ganger omtales mareritt som «trusseløvelser», og noen mener at slike drømmer har til hensikt å forberede oss på mulige farer vi kan bli utsatt for i løpet av livet. Men mange mareritt er stressrelaterte. På et eller annet tidspunkt under menneskets evolusjon kan mareritt ha hatt til hensikt å gjøre oss oppmerksomme på virkelige, potensielle farer, slik at vi skulle være oppmerksomme på disse. Men hvorfor har vi fortsatt mareritt, nå som vi lever i en verden der vi ikke lenger jages av forhistoriske rovdyr eller kjemper mot elementene?

Selv om farene som kanskje fikk oss til å utvikle denne nevrologiske funksjonen for lengst er glemt, holder moderne trusler som husbranner, bilulykker og drap den ved like. Men før du kryper under dyna, kan du selv gjøre noe for å unngå slike drømmer. Noen hevder at det kan hjelpe å bevisst lage en alternativ slutt på et mareritt som stadig dukker opp, mens du fortsatt er våken. Alternativt kan du prøve å forstå hvorfor akkurat dette marerittet dukker opp.

På innsiden av marerittet

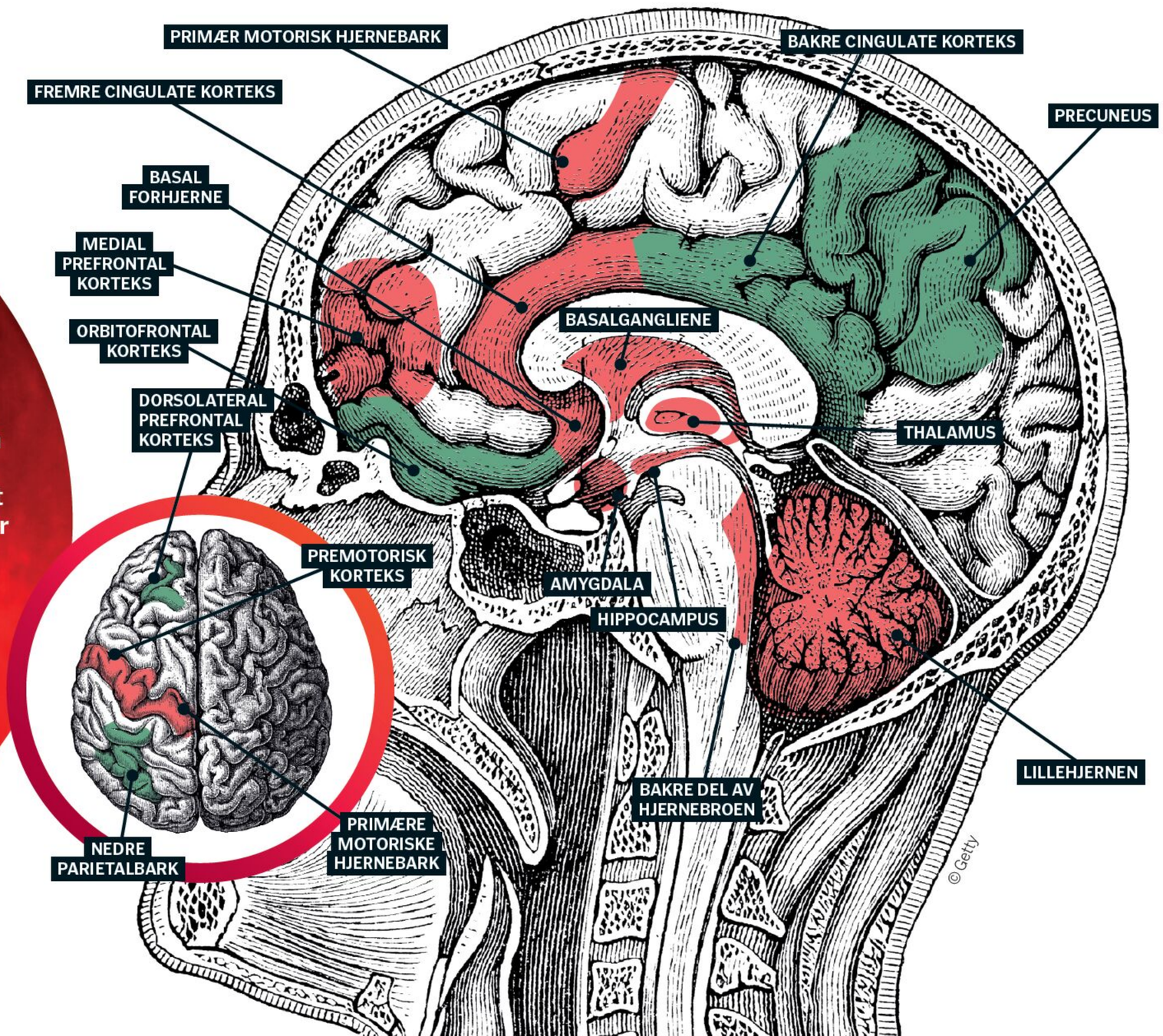
Hvilke deler av hjernen er våkne når vi drømmer?

Aktivert

Flere områder i hjernen er aktive under REM-søvn, og disse har forskjellige funksjoner når vi drømmer. Regioner som lillehjernen, basalgangliene og premotorisk korteks er knyttet til motoriske bevegelser i drømmene våre. Disse regionene er ansvarlige for å skape en følelse av bevegelse, som når vi løper fra en inntrenger under et mareritt. Andre regioner, som thalamus og den basale forhjerne er knyttet til bearbeiding av følelser gjennom drømmer.

Deaktivert

Selv om mange regioner er aktive for å produsere drømmer og mareritt, må andre deaktiveres for at disse skal kunne oppstå. For eksempel vil regioner av prefrontal korteks og parietal korteks være knyttet til kognitiv kontroll, tidsoppfatning, romfølelse og oppfatning av egen kroppsposisjon. Det er derfor vi kan drive inn i en drøm, uavhengig av vår fysiske kropp. Deaktiveringen av disse regionene bidrar trolig også til at vi som regel ikke husker drømmene våre når vi våkner.




© Getty

Slik fungerer giften

Giften fra en sort enke gir voldsomme smerter.



Giftkjertel

Giften produseres og lagres i en liten sekk foran på edderkoppens hode.

Alfa-latrotoxin

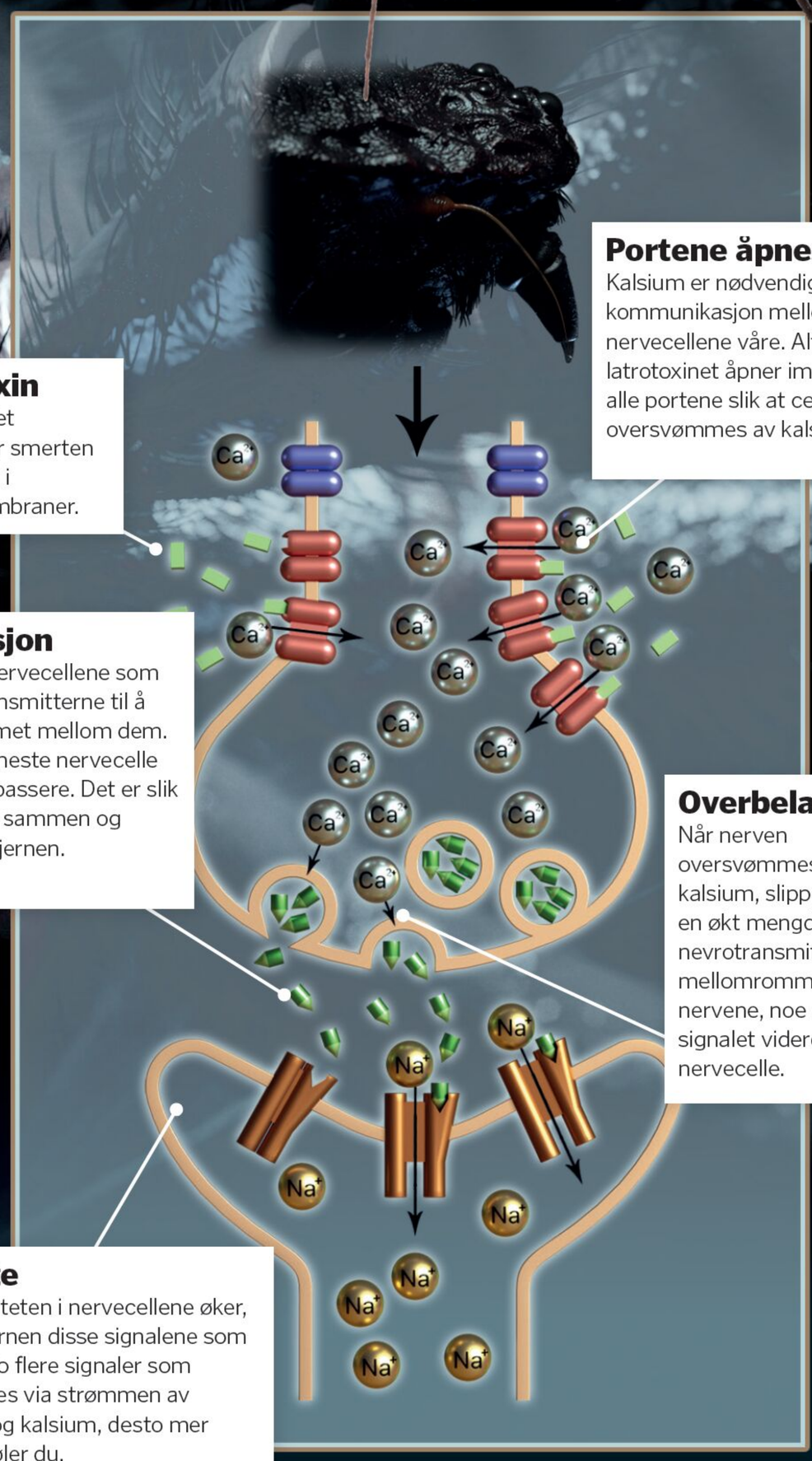
Det kjemiske stoffet alfa-latroxin skaper smerten når det trenger inn i nervecellenes membraner.

Kommunikasjon

Det er kalsiumet i nervecellene som stimulerer nevrotransmitterne til å krysse mellomrommet mellom dem. De åpner porten til neste nervecelle slik at natrium kan passere. Det er slik nerveceller snakker sammen og sender signaler til hjernen.

Giftkanal

Når edderkoppen trues, vil giften strømme fra giftkjertelen, gjennom giftkanalen, ned i hoggtannen og over i offeret.



Portene åpnes

Kalsium er nødvendig for kommunikasjon mellom nervecellene våre. Alfa-latrotoxinet åpner imidlertid alle portene slik at cellene oversvømmes av kalsium.

Overbelastning

Når nerven oversvømmes av kalsium, slipper den ut en økt mengde nevrotransmittere i mellomrommet mellom nervene, noe som fører signalet videre til neste nervecelle.

Smerte

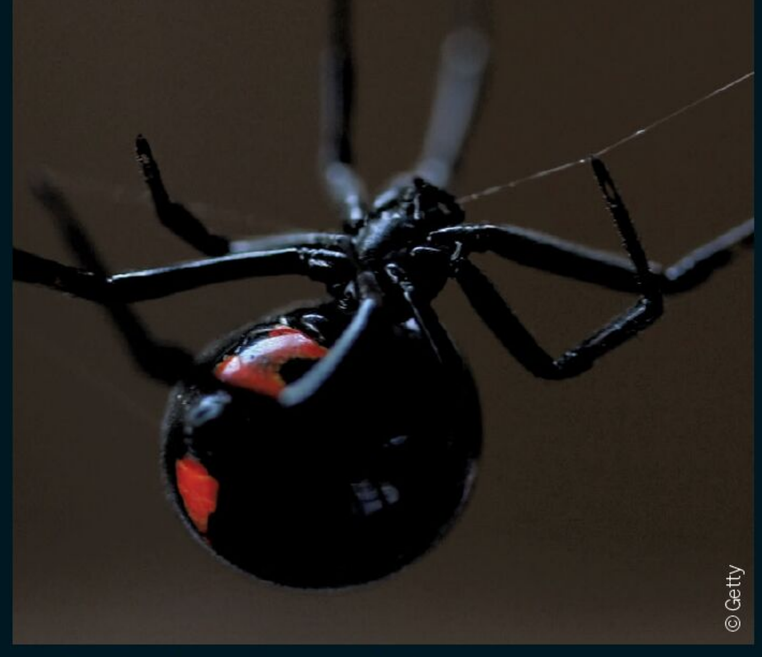
Når aktiviteten i nervecellene øker, tolker hjernen disse signalene som smerte. Jo flere signaler som produseres via strømmen av natrium og kalsium, desto mer smerte føler du.

© Illustration by Nicholas Forder

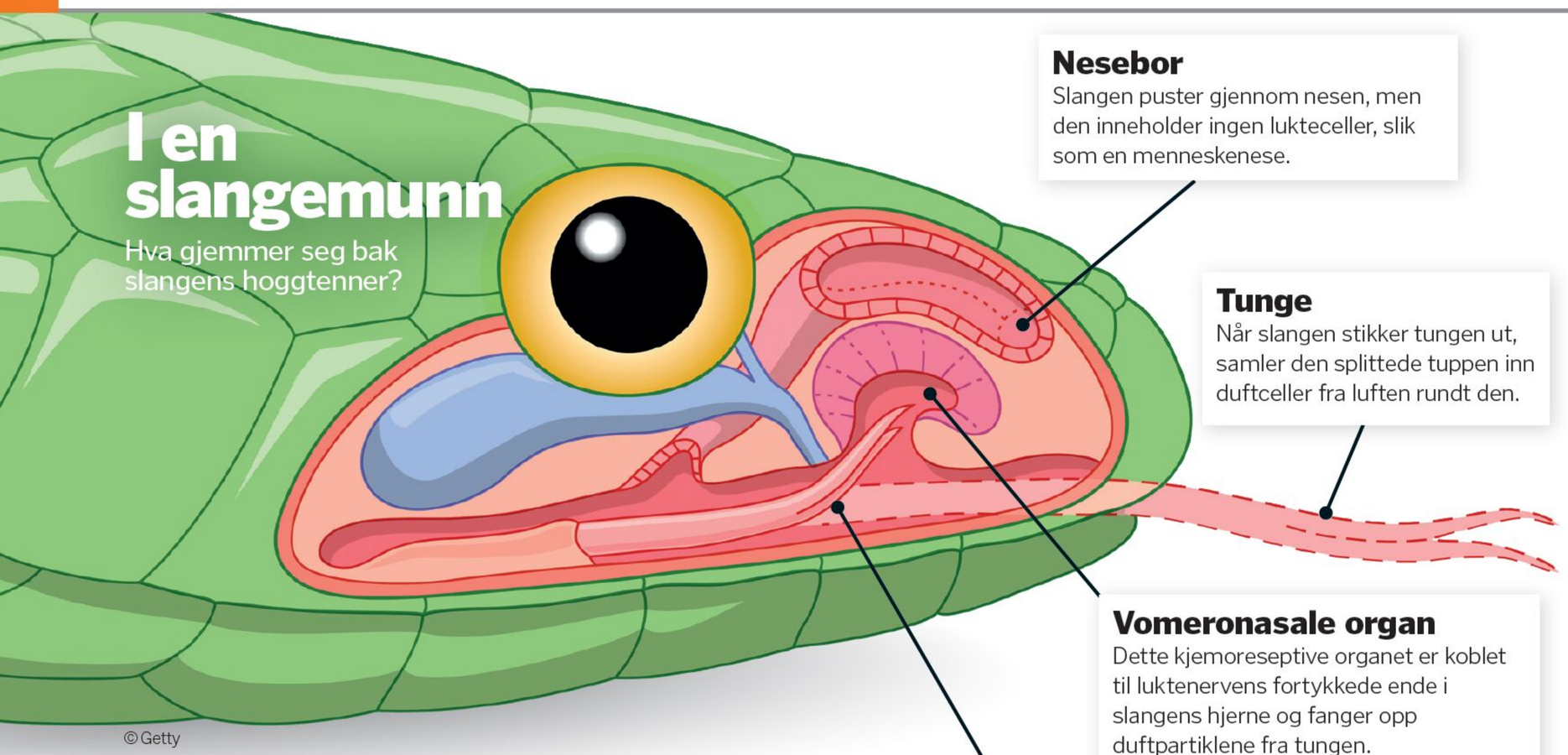
HVORFOR ER DEN SORTE ENKEN SÅ GIFTIG?

Den beskjedent utseende sorte enken er en av verdens giftigste edderkopper og skaper voldsom frykt hos dem som får øye på de bitte små, røde tegningene. Dette stempelet har ført til at mange tror at det er et aggressivt lite kryp. I virkeligheten er disse edderkoppene sky, og de angriper bare mennesker når kroppen deres ved et uhell klemmes eller klypes fast.

Når de først angriper, skaper de imidlertid kaos i menneskets nervesystem. Det som gjør bittet deres så pinefullt, er et nevrotoksin som kalles alfa-latrotoxin. Dette nevrotoksinet forårsaker en voldsom smerte i offerets nervesystem. Likevel er det ikke slik mange tror; at et eneste bitt fra en sort enke er ensbetydende med døden. Det er sjelden mennesker dør av slike bitt, og de fleste overlever dersom de får hjelp innen 24 timer. Små barn og eldre eller syke mennesker er de som har størst risiko for alvorlige komplikasjoner.


© Getty

Sorte enker finnes i varme strøk over hele verden.



I en slangemunn

Hva gjemmer seg bak slangens hoggtenner?

Nesebor
Slangen puster gjennom nesen, men den inneholder ingen lukteceller, slik som en menneskenese.

Tunge
Når slangen stikker tungen ut, samler den splittede tuppen inn duftceller fra luften rundt den.

Vomeronasale organ
Dette kjemoreseptive organet er koblet til luktenervens fortykkede ende i slangens hjerne og fanger opp duftpartiklene fra tungen.

Tungen trekkes inn
Duftpartiklene blandes med væske i slangens munn når den trekker til seg tungen.

© Getty

HVORFOR ER SLANGENS TUNGE SPLITTET?

Alt har med hvordan disse reptilene oppfatter omgivelsene sine å gjøre. Det ser kanskje truende ut når slangen stikker tungen fram, men egentlig smaker den bare på luften. Mennesket bruker nesen til å lukte med og tungen til å smake på ting, men slangen samler kjemikalier som har med duft å gjøre, og tolker dem. Til forskjell fra mennesket mangler slangen de smaksløkene vi har blitt så avhenginge av. I stedet har de et sanseorgan som kalles det vomeronasale organ, eller Jacobsons organ, som de bruker til å oppdage fuktbårne duftpartikler. Dette organet har to hull som koresponderer perfekt med de to tungeendene som samler partiklene og fører dem til det vomeronasale organet når slangen beveger tungen raskt. Slik kan slangen oppdage posisjonen til eventuelle byttedyr ved å samle inn duftpartikler fra for eksempel en mus i nærheten, eller den kan oppdage rovdyr, eller til og med skaffe seg en make.



De fleste slanger blafrer med tungen en gang i sekundet eller enda oftere.

© Getty

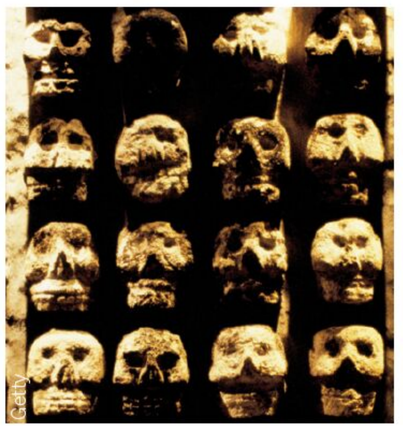
LYTTER TELEFONEN DIN PÅ DEG?

Det virker litt for tilfeldig når telefonen din fylles med annonser for akkurat det produktet du snakket med vennen din om for noen minutter siden. Er det en tilfeldighet, eller lytter telefonen din på deg i all hemmelighet? Facebook har gjentatte ganger påstått at appene deres ikke lytter på folk med tanke på å tilpasse reklame, men enkelte kilder hevder at mange apper har tillatelse til å aktivere telefonens mikrofon og evnen til å analysere snutter av tale. I den store sammenhengen er imidlertid ikke avlytting av samtaler noen særlig effektiv måte å skaffe seg relevant informasjon på, særlig med tanke på den mengden informasjon som kan skaffes via digitale spor: hva vi ser på, liker eller deler på sosiale medier, eller cookiene fra søkehistorikken vår på Google. Det er mye mer sannsynlig at tidligere aktivitet på nett, som en tweet eller en Facebook-post, har resultert i en annonse.

HVORFOR OFRET AZTEKERNE MENNESKER?

En aztekisk prest står ved et steinalter på en tempehøyde og hever obsidiansverdet. Så hogger han det i brystet på kroppen som ligger foran ham, slik at blodet fra menneskeofferet strømmer nedover tempeltrappene. Dette er en veldokumentert scene i historien til de aztekerne som levde mellom 1300- og 1500-tallet, og slike ofringer var en del av deres tradisjoner og ritualer.

Mange spanske erobrere skrev øyenvitneskildringer av disse blodtørstige ritualene, og de beskrev dessuten et stativ som ble kalt tzompantli og inneholdt 130 000 hodeskaller fra ofrede mennesker. Dette enorme, og skremmende, byggverket ble gravd fram av arkeologer i 2015 og avslørte hemmeligheten bak menneskofringene. Trolig ble menneskene ofret som mat til de aztekiske gudene for å sikre at Sola ville stå opp neste dag, og for å bringe folket lykke. De som unnslapp alteret, var ikke de eneste som nøt godt av ofringene. De som følte knivens skarpe knivblad, skulle ifølge troen få et ærefullt liv på den andre siden.



Hyllen med skaller ble funnet under utgravningene av aztekernes Templo Mayor i Tenochtitlan.



Et katteøye inneholder seks ganger så mange fotoreseptorer som et menneskeøye.

© Getty

HVORFOR HAR KATTEN VERTIKALE PUPILLER?

Katten er en ivrig jeger, og både den og andre nattaktive dyr har utviklet vertikale pupiller, slik at de bedre kan se byttet sitt om natten. For å kunne planlegge et perfekt angrep må katten ha godt dybdesyn og kunne bedømme avstanden til sitt neste måltid. Da er det nyttig å ha vertikale pupiller, for forskere har funnet ut at rovdyr som slanger, katter og krokodiller har bedre dybdesyn, og derfor lett kan fokusere på byttet sitt.

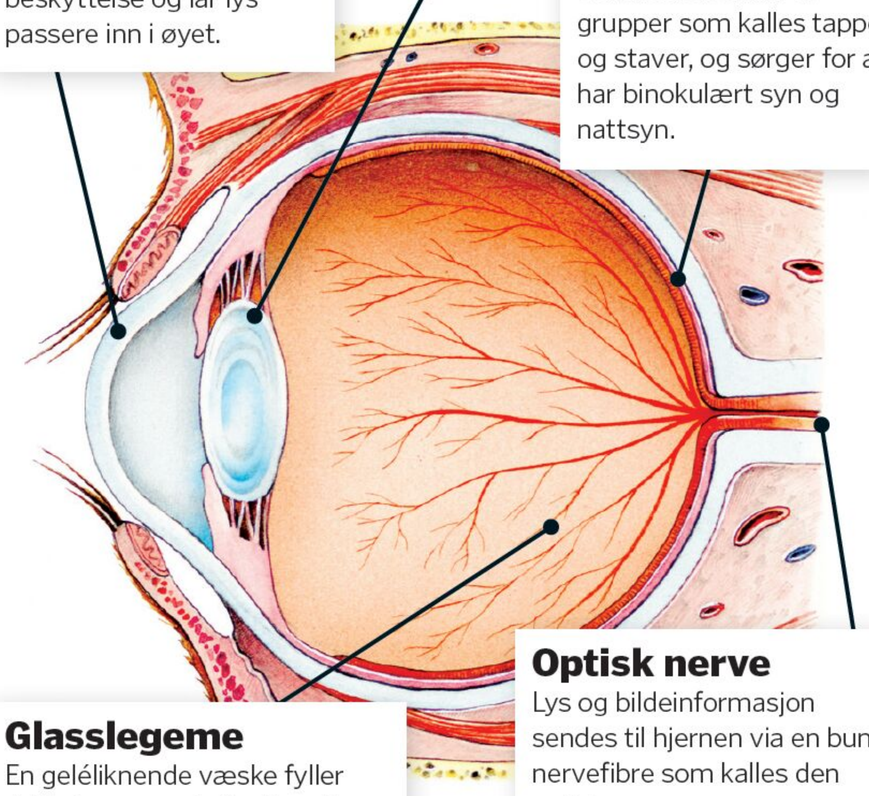
På innsiden av øyet

Katter er blant de mest skarpsynte pattedyrene.

Linsen
Linsen endrer fasong for å fokusere lyset mot netthinnen.

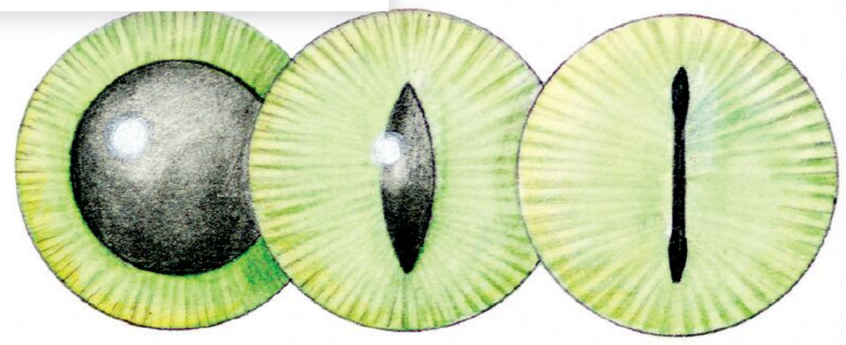
Netthinnen
I netthinnen finnes det lysfølsomme celler som kalles fotoreseptorer. Disse cellene deles inn i to grupper som kalles tapper og staver, og sørger for at vi har binokulært syn og nattsyn.

Hornhinnen
Buen forrest i øyet gir beskyttelse og lar lys passere inn i øyet.



Optisk nerve
Lys og bildeinformasjon sendes til hjernen via en bunt nervefibre som kalles den optiske nerven.

Glasslegeme
En geléliknende væske fyller dette kammeret slik at øyets fasong opprettholdes.



© Getty



VIL SOLA SLUKE JORDA?

© Getty

Når Sola nærmer seg enden av sin livstid og begynner å utvide seg, vil de omkringliggende planetene møte sin skjebne. Jorda ligger også i faresonen, men dette skjer ikke på lenge ennå; ikke før om ca. fem milliarder år. Da vil Sola først bli en rød kjempe som sluker Merkur og Venus og til slutt Jorda. Først vil imidlertid varmen fra den enorme ildkulen få verdenshavene til å koke og drepe alt liv på planeten vår. Om ca. 7,5 milliarder år vil Sola ha brukt opp 33 prosent av den massen den har i dag, noe som vil føre til at gravitasjonskraften svekkes. Da vil Jorda skyves ut i en større bane. Dette kan i teorien være nok til å redde Jorda, men mange fysikere mener den vil lide samme skjebne som Merkur og Venus uansett.

KAN ET MENNESKE PLUTSELIG TA FYR?

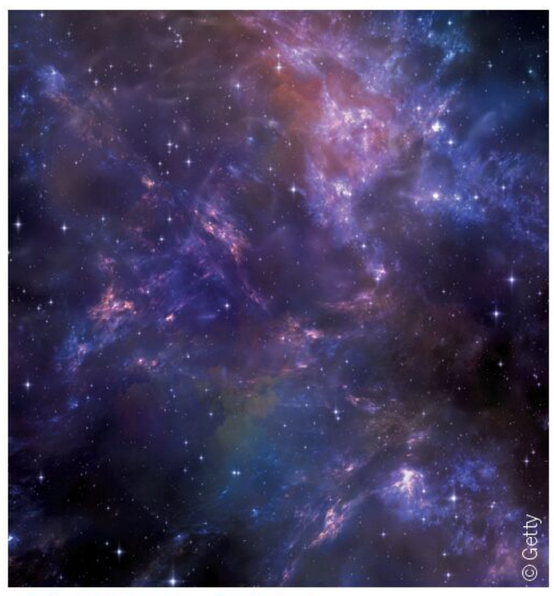
Tanken på at man plutselig skal gå opp i flammer uten noe forvarsel er skremmende, men heldigvis er det fysisk umulig. I romaner på 1800-tallet var dette et vanlig fenomen, blant annet forekommer det i Charles Dickens' *Bleak House*, og frykten for plutselig å ta fyr og forsvinne spredte seg raskt blant folk.

Det ble også hevdet at slike hendelser hadde forekommet i virkeligheten, men bare en håndfull av disse påstandene har blitt formelt etterforsket. Hver av dem omfattet eldre ofre, hvis levninger ble funnet i nærheten av åpne flammer fra stearinlys eller brennende sigaretter. Det er selve biologien vår som gjør dette så usannsynlig. Menneskekroppen består av 60–70 prosent vann, en av ildens naturlige fiender. Dersom det skulle begynne å brenne inni oss, ville kroppen vår selv slukke flammen.



Det er funnet beskrivelser av brennende mennesker fra helt tilbake til 1600-tallet.

© Alamy

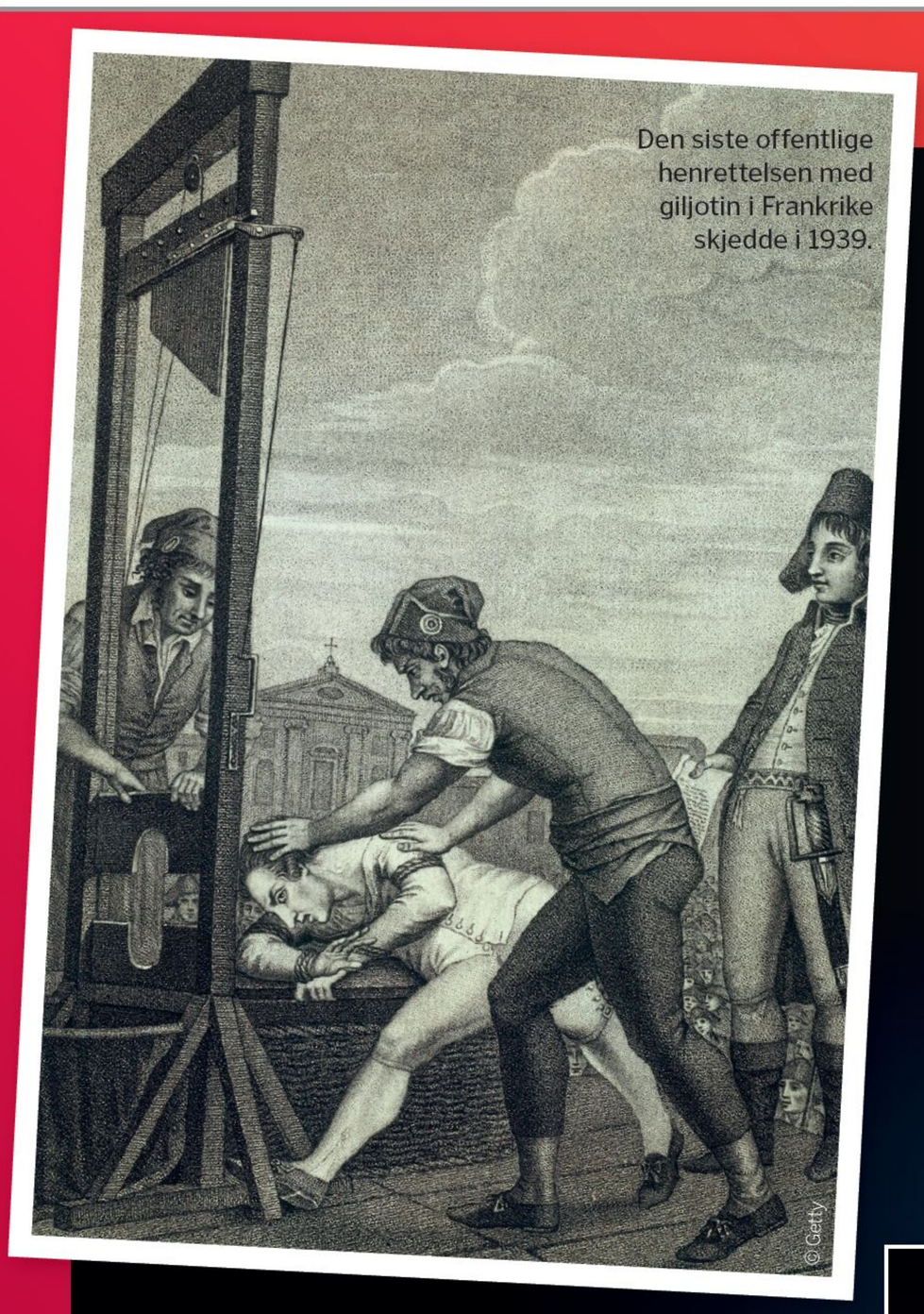


© Getty

HVA ER MØRK MATERIE?

Når du ser ut i det tilsynelatende uendelige verdensrommet, lurer du kanskje på hvorfor det er så mørkt der ute. Trolig består universet av om lag 80 prosent mørk materie, et mystisk materiale som verken sender ut energi eller lys.

Selv om vi foreløpig ikke vet sikkert hva denne materien består av, er svakt vekselvirkende massive partikler (WIMP) en svært aktuell kandidat. Disse partiklene har hundre ganger så stor masse som et proton, men de er svært vanskelige å oppdage.



Den siste offentlige henrettelsen med giljotin i Frankrike skjedde i 1939.

© Getty

HVEM OPPFANT GILJOTINEN ?

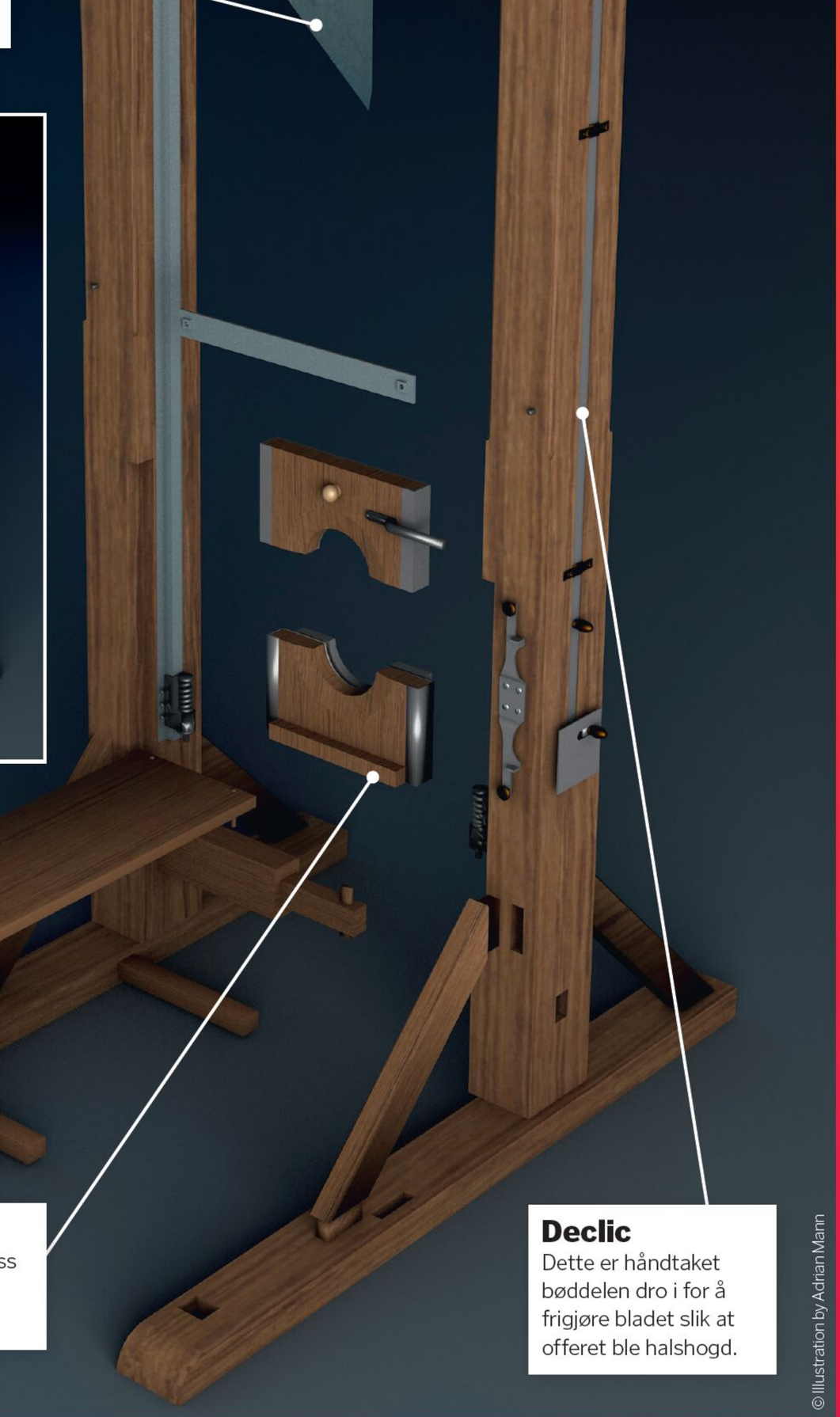
Kanskje blir du overrasket når vi forteller deg at anatomiprofessor Joseph-Ignace Guillotin introduserte giljotinen som en mer skånsom henrettelsesmetode. Guillotin mente at rask halshogging med et blad ville være mer humant enn et sverd eller en øks som ble håndtert av en bøddel. Den første henrettelsen med en giljotin oppfunnet av den franske legen Antoine Louis fant sted i Frankrike i 1792.

Det nye henrettelsesinstrumentet fikk navnet giljotin, ettersom metoden var et forslag fra Guillotin selv. Imidlertid tyder mye på at han var imot dødsstraff, og at han ble forferdet over innretningens navn. Giljotinen ble brukt fram til 1981, da dødsstraff ble avskaffet, og mens den var i bruk, ble den et stort publikumsplaster og ble ansett som god underholdning. Det ble til og med solgt suvenirer under henrettelser og delt ut programmer som viste hvem som skulle henrettes i løpet av dagen. Giljotinen ble til og med en populær barneleke, og det ble solgt stadig nye utgaver av den, markedsført som grønnsaks- og brødskjærere.

Bak bladene

Hvordan virker en giljotin?





Mouton
En metallbit som holdt bladet på plass, samtidig som den ga bladet ekstra tyngde når det falt.

Trinser
Mellom tauet og trerammen satt en rekke trinser som sørget for at bøddelen kunne frigjøre og heve bladet.

Blad
Det spisse bladet var laget av stål og hadde taggete egg. Sammen med moutonen veide det om lag 40 kilo.

Fastspent
Offerets hode ble holdt på plass mellom to trelameller som ble kalt en lunette.

Declic
Dette er håndtaket bøddelen dro i for å frigjøre bladet slik at offeret ble halshogd.

© Illustration by Adrian Mann

HAR NOEN PÅ SEG ANSIKTET DITT?

Det er over sju milliarder mennesker i verden, noe som antakelig betyr ar det finnes en person der ute som likner deg nok til å bli kalt din dobbeltgjenger. Mange av oss er merkelig fascinert av å finne disse og å gjøre andre oppmerksomme på dem. «Jeg så dobbeltgjengeren din i butikken her om dagen.» Men sjansen for faktisk å finne en er forsvinnende liten. En studie fra 2015 viste at sjansen for å finne en person som deler nok ansiktstrekk med deg til å kunne kalles din dobbeltgjenger, er én til 135. Dette tallet kom man fram til gjennom å sammenlikne åtte bestemte ansiktstrekk hos 4000 personer. Forskerne konkluderte med at sjansen for å finne en dobbeltgjenger som matcher oss på alle disse åtte trekkene, er bare én til en billion.



KAN ET SKRIK HØRES I VERDENSROMMET?

I verdensrommets enorme vakuum kan man ikke høre lyden av et enkelt skrik. Dette skyldes ikke bare at menneskekroppen ville eksplodert dersom den havnet i verdensrommet, men at lydbølger trenger et medium; fast stoff, væske eller gass som de kan bevege seg gjennom. Når vi for eksempel slår på et trommeskinn, får vibrasjonene molekylene i luften til å bevege seg i en kjedereaksjon som blir til en lydbølge. I verdensrommet er det ingen molekyler som kan bevege seg. Det betyr imidlertid ikke at lyd overhodet ikke kan bevege seg gjennom verdensrommet, den kan det, men veldig lite effektivt, så hvis du begynner å skrike, er det ingen som hører deg.



Lydbølger trenger et medium de kan bevege seg igjennom.

5 BERØMTE FANGER I TOWER OF LONDON



1 Anne Boleyn, kong Henrik VIIIs andre kone, satt fengslet i tårnet, etter å ha blitt urettmessig anklaget og dømt for utroskap, incest og forræderi. 19. mai 1536 ble hun henrettet ved halshogging med sverd.



2 Guy Fawkes var hovedmannen bak en plan om å sprenge parlamentet og møtte sin skjebne 31. januar 1606, etter å ha sittet fengslet i tårnet. Idet han gikk opp på plattformen der galgen hang, hoppet Fawkes fra stigen, brakk nakken og døde.



3 Dronning Elizabeth I Dronning Maria I trodde at prinsesse Elizabeth motarbeidet henne, og beordret henne fengslet i 1554. Mangel på beviser for Marias teori førte imidlertid til at hun ble sluppet fri etter et par måneder.



4 Lady Jane Grey Hun var dronning i bare ni dager, etter at svigerfaren hennes John Dudley overbeviste den døende kong Edvard VI om at Jane burde velges som hans etterfølger. Hun ble fjernet med makt av tronens rettmessige arving, Maria, og både lady Jane og mannen hennes ble fengslet i tårnet og henrettet i 1554.



5 Kray-tvillingene Disse drapsmennene og kjeltringene som herjet London, var de siste fangene i tårnet. De havnet imidlertid ikke i tårnet for verken drap eller tyveri, men for å ha fornærmet en korporal ved å la være å melde seg til tjeneste ved Royal Fusiliers.

super-stoffer

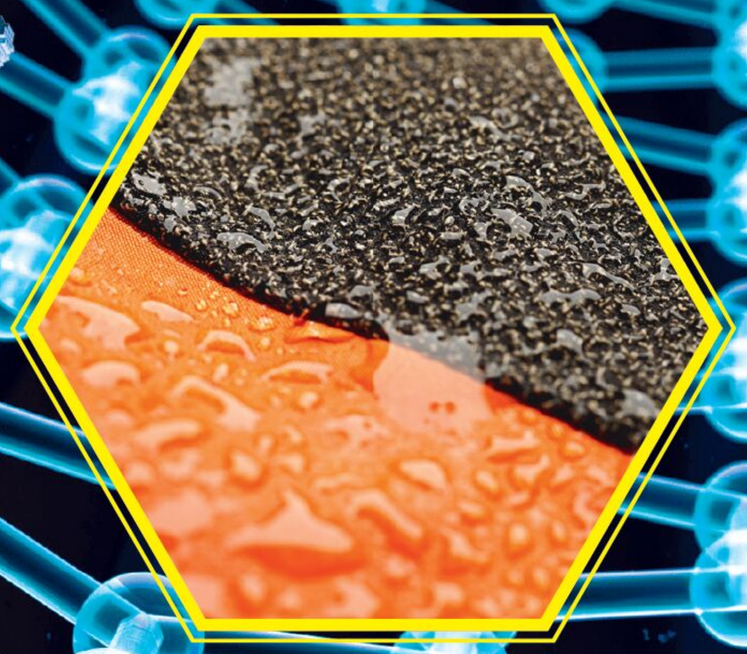
VI TAR FOR OSS TI AV VERDENS UNDERLIGSTE OG MEST FANTASTISKE NATURLIGE OG KUNSTIGE STOFFER

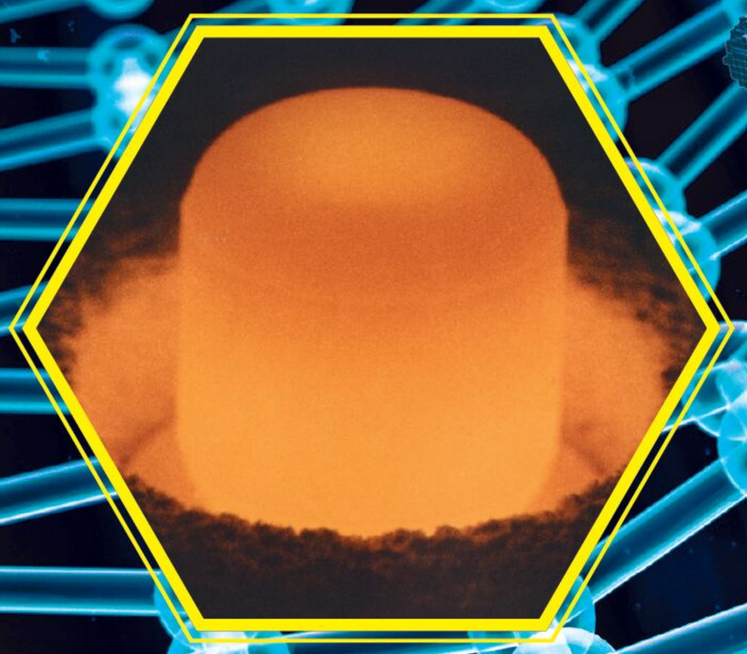
Av **Andy Extance**











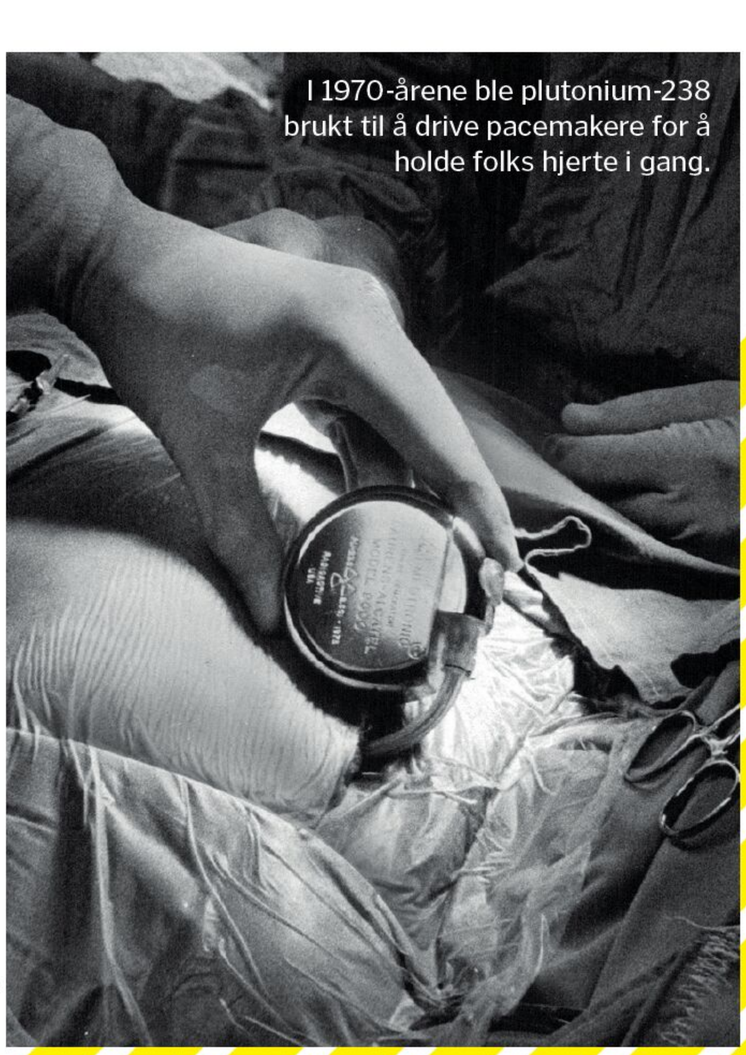
Alle stoffer bygger på det samme settet av 118 grunnstoffer, så hvordan kan de være så forskjellige? Enkelte grunnstoffer er interessante i seg selv, som gallium, som smelter i folks hender, eller det kraftige kjernefysiske brennstoffet plutonium-238. Atomene i vanligere grunnstoffer som karbon og hydrogen danner de hverdagslige gjenstandene rundt oss. Selv vår egen kropp er oppbygget av atomer sammenkoblet som molekyler. Ofte kobles karbonatomer sammen i lange kjeder og danner plaststoffene vi både elsker og hater. Men i noen molekyl-sammensetninger kan karbon bli ganske fantastisk.

Ordnet i flate flak som grafen og omgjort til aerogel blir kull det letteste materialet vi kjenner til. Karbon danner også det mørkeste materialet som finnes, Vantablack, i form av nanorør som i praksis er sammenrullede grafenflak. Og når karbon sammenkobles med hydrogen og fluor i kjeder, inngår det i de vanntette tekstilene som holder oss tørre.

Blandinger av atomer og molekyler, eller bare blandinger av forskjellige molekyler, kan være like imponerende. Magnetiske væsker, ferrofluider, kombinerer jern, vann og andre, mer komplekse molekyler og danner særegne, piggete fasonger.

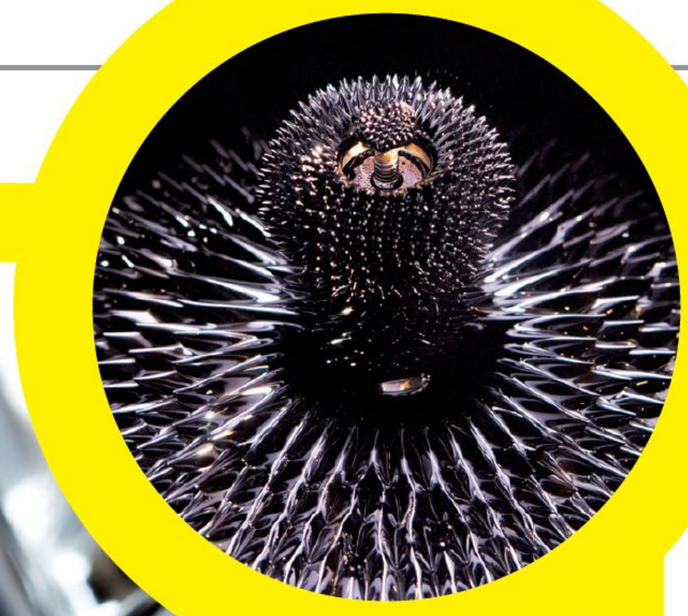
Egenskapene i en bestemt atomsammensetning er av og til nyttige, men andre ganger er de farlige. De kan ofte være underholdende eller direkte forbløffende. Noen ganger er de alt sammen på en gang.

Men hvordan er dette mangfoldet mulig? Fysikkens og kjemiens svar kan være dype, men ofte er de enkle. Og det gir ikke bare en kortvarig glede å forstå dem. Det gir oss også et utgangspunkt for nye ideer til å gjøre verden bedre.



I 1970-årene ble plutonium-238 brukt til å drive pacemakere for å holde folks hjerte i gang.

© Getty





© Getty

NASA utviklet opprinnelig ferrofluider for å få styring på drivstoff i rommet.

Magnetisk væske

Metalliske dråper som danner intrikate former

FARE ●●○○○ **NYTTEVERDI** ●●●○○

Jern er ganske vanlig, det er derfor blodet vårt smaker metallisk. Derfor kan det virke forbausende at det også bidrar til å danne pinnsvinliknende dråper.

Folk lager disse piggete «ferrofluidene» ved å blande ørsmå jernpartikler i en væske sammen med molekyler som kalles overflateaktive stoffer; det er dette som skaper renseevnen i oppvaskmiddel. De overflateaktive stoffene hindrer jernpartiklene i å klumpe seg.

Når vi plasserer en dråpe av væsken nær en magnet, beveger magneten små jernpartikler langs magnetiske kraftlinjer med åpninger mellom, slike som vi ser ved hjelp av tørr jernfilspon. Men i væsker tiltrekker molekylene hverandre litt. Når de møter luften, skaper dette en kraft som heter overflatespenning. Overflatespenningen og tyngdekraften motvirker de magnetiske kreftene og holder jernpartiklene i dråpen. Pigger dannes fordi ferrofluidene trekkes langs magnetiske kraftlinjer, og mellom dem oppstår fordypninger. Slike ferrofluider kan brukes i elektronikk og teknisk virksomhet, i produkter med magneter i, som for eksempel høyttalere.

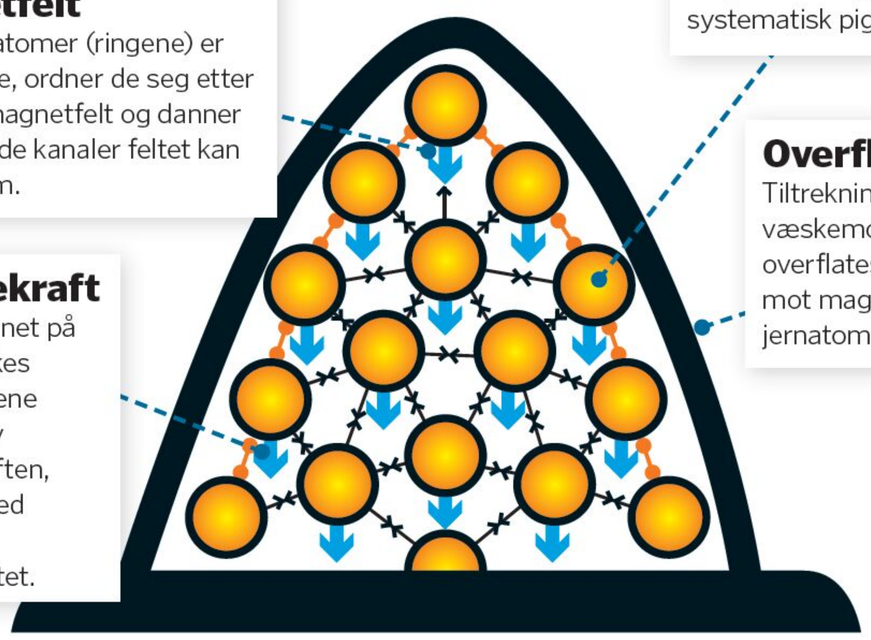


Piggdannelsen

Krefter kjemper mot hverandre og finner likevekt i unike fasonger.

Magnetfelt
Siden jernatomer (ringene) er magnetiske, ordner de seg etter et sterkt magnetfelt og danner piggformede kanaler feltet kan gå gjennom.

Tyngdekraft
Som alt annet på Jorda trekkes jernpartiklene nedover av tyngdekraften, som dermed motvirker magnetfeltet.



Krefter mellom atomer
Når jernatomene ordner seg etter magnetfeltet, blir de selv magnetisert og legger seg i en systematisk piggstruktur.

Overflatespenning
Tiltrekningskraft mellom væskemolekyler skaper overflatespenning som trekker mot magnetfeltet og fører jernatomer sammen i pigger.

Selvvarmende metall

Dette grunnstoffet er den ypperste kraftkilden for romferder

FARE ●●●●● NYTTEVERDI ●●○○○

Plutonium kalles av og til det giftigste stoffet vi kjenner, men det er også en enormt kraftig kjernefysisk energikilde. En plutoniumskule med ti centimeters diameter og åtte kilos vekt kan gi en eksplosjon på størrelse med den som rammet Nagasaki i 1945.

Plutonium danner forskjellige isotoper, der atomene har samme antall protoner, men forskjellig antall nøytroner. Det lages ved å bombardere en isotop av det sjeldne radioaktive grunnstoffet neptunium med nøytroner i en atomreaktor.

Som alle radioaktive grunnstoffer brytes plutonium-238 langsomt ned til lettere grunnstoffer. Plutonium-238, med 94 protoner og 144 nøytroner, avgir enorme mengder varme når det brytes ned til uran-234, som har 92 protoner og 142 nøytroner. Enkelte romfartøy bruker den varmen som energikilde, blant andre Voyager 1 og 2, som besøkte planeter i solsystemet. En del gamle pacemakere ble drevet på samme måte, men i dag holder vi hjerter i gang med mindre farlige batterier.

© NASA

Varmen fra plutonium-238 gir energi til mange romfartøy og ble brukt under flere av månelandingene.

Ferder med energi fra plutonium-238

Voyager-sondene utforsket solsystemets ytre planeter med støtte av radioisotop-termoelektriske generatorer (RTG).

Skjerming mot stråling
For å verne Voyager-sondens øvrige deler mot strålingsskader må RTG-anlegget skjermes med materialer som beryllium.

Strøm nok til åtte laptoper
I begynnelsen ga RTG-anlegget 157 watt, men effekten halveres hvert 88. år. En energiøkonomisk moderne laptop bruker omtrent 20 watt.

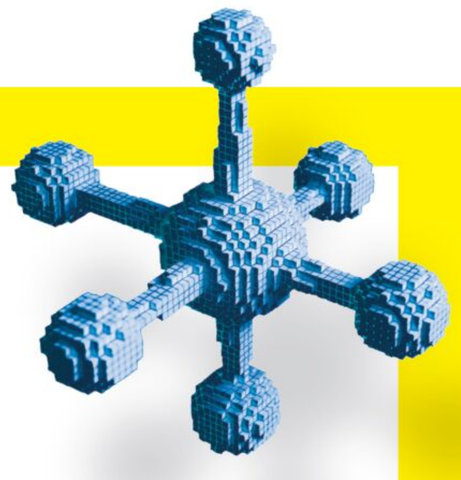
© NASA/JPL

Termoelement i silisium-germanium
Varmekilden er omgitt av et termoelement av silisium-germanium, som omdanner varme til strøm.

Plutonium-238 som varmekilde
Kuler av plutonium-238 dioksid midt i RTG-anlegget avgir varme som gir Voyager-sonden energi.



Lysskjæret fra plutonium-238 synliggjør energien som avgis



Supervann-avstøtende tekstil

Teknologi som holder oss tørre

FARE ●●○○○ NYTTEVERDI ●●●●●

De samme overflatebehandlingene som brukes til å gjøre enkelte tekstiler vannavstøtende, kan også danne slippbelegg i stekepanner. Begge deler bruker polytetrafluoretylen (PTFE), som består av lange kjeder med karbon-, hydrogen- og fluoratomer, og som noen ganger kalles teflon. PTFE er glatt fordi andre atomer sliter med å feste seg til fluor, så vannet preller lett av. Når PTFE-tråder varmes opp og tøyes til åttedobbel lengde, omdannes de til vanntette materialer som Gore-Tex. Luft utgjør omtrent 70 prosent av disse materialene, for fine hull går tvers gjennom membranen. Alene er vannmolekyler fra kroppen små nok til å slippe ut gjennom hullene. Men de mengdene av vannmolekyler som opptrer utenfor membranen, danner dråper som er omtrent 20 000 ganger større enn hullene, derfor kan de ikke trenge inn.

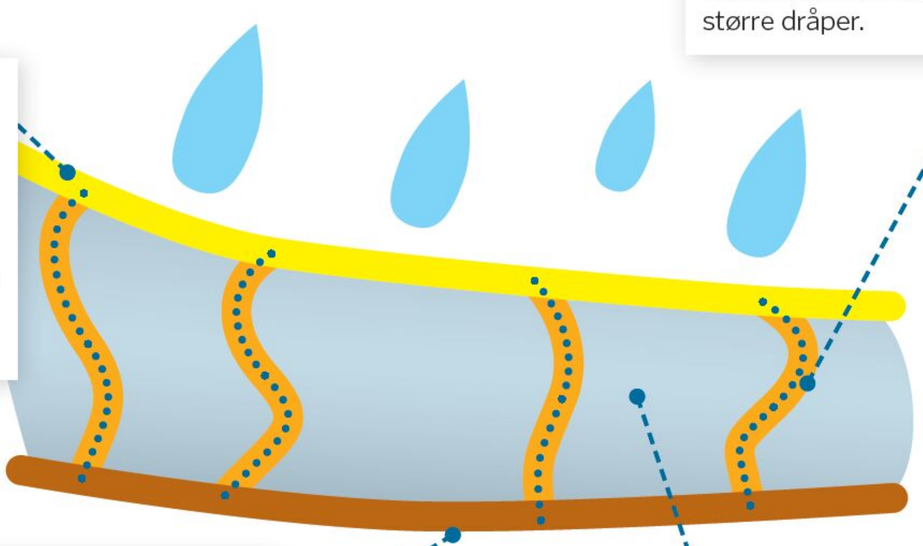
Enda mer vannsikre «supervannavstøtende» belegg etterlikner kronbladene på lotusblomster. Slike kronblader har grov overflate som fanger luft under vanndråpene, derfor har dråpene lett for å prelle av. En tilsvarende virkning oppnår vi ved å gjøre belegg som PTFE ru.



Vann slipper ikke gjennom de mikroskopiske hullene i PTFE-baserte materialer som Gore-Tex.

Null hull

I stedet for det hullete PTFE-belegget i Gore-Tex bruker det vannavstøtende tekstilet Sympatex et annet plaststoff basert på blandingspolymerisat.



Vannabsorberende del
Sympatex bruker vannkjære eller «hydrofile» ingredienser og danner i praksis mange tynne kanaler hvor vanndamp suges gjennom, men ikke større dråper.

Valgfritt øvre lag
De fleste Sympatex-stoffer har et annet stoff som danner øvre lag og gjør dem enda mer vanntette.

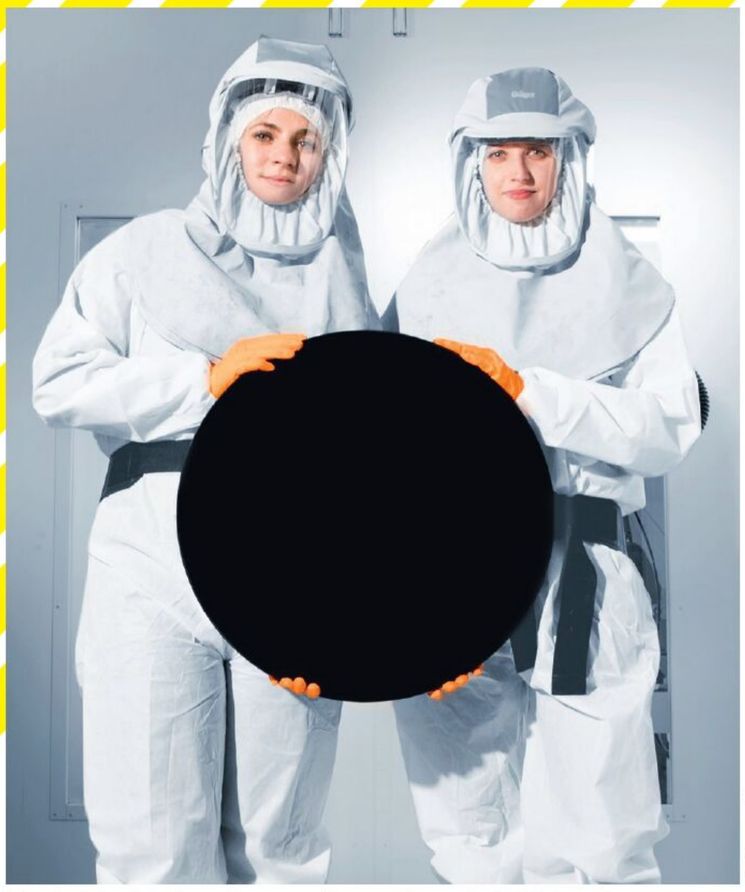
Tekstilfôring
Et porøst tekstillag trekker fuktighet bort fra huden og fører den til Sympatex-membranen.

Sympatex-membran
Sympatex-membranen er av blandingspolymerisat som slipper vanndamp gjennom uten å danne hull, og uten å absorbere vanndråper.



99,96 % av lyset absorberes når det treffer Vantablack.

© Surrey Nanosystems



© Surrey Nanosystems

Vantablack absorberer så mye lys at det ikke gir refleksene som normalt er med på å definere former.

Vantablack

Verdens svarteste materiale?

FARE ●○○○○

NYTTEVERDI ●●●○○

Når vi ser Vantablack, likner det mer på et hull ut i det store intet enn en svartmalt flate. Som et av verdens svarteste stoffer absorberer det 99,96 prosent av alt synlig lys som treffer det.

Å få til dette krever materialer laget av karbonatomer sammenkoblet i små sylinderstrukturer vi kaller nanorør. I det opprinnelige Vantablack er rørene bygget opp vertikalt på aluminiumsfolie. Nanorørene ligger nøyaktig ordnet i forhold til hverandre, og under mikroskopet likner de litt på en tettpakket kost. Når lyset treffer overflaten, fanges det inni og mellom nanorørene. Dermed stoppes refleks som ellers kunne påvirket målinger, som i superfølsomme teleskoper.

Men Vantablack er ikke det aller svarteste materialet lenger. Forskning ved MIT i de senere år har resultert i en rival hvor nanorørene ligger hulter til bulter og absorberer 99,99 prosent av lyset.



Varm is

Natriumacetat lagrer og frigjør varme.

FARE ●○○○○ **NYTTEVERDI** ●●○○○

Hvordan kan is være varm? Nå ja, det er ikke vanlig is som består av frosset vann. Det er et stoff som heter natriumacetat. Det går fra væske til fast form omtrent som is, og da frigjør det varme. Derfor brukes det i varmeposer og håndvarmere.

Enkelte natriumacetatkrystaller inneholder vann, noe som bidrar til å lagre og frigjøre energi. Når energi tilføres i form av varme, smelter krystallene. Natriumacetatet løser seg så opp i vannet som finnes i krystallene. Blandingen holder seg i væskeform når den kjølner, men kan lett omdannes til fast form. Bare en liten dytt skal til, som når noen trykker på en metallplate i en varmepose. Da krystalliserer væsken seg til fast natriumacetat og frigjør varmeenergi.



© Alamy

Natriumacetat brukes i varmeposer.

Uforgjengelig tungvektsgass

Ypperlig for industrien, ille for miljøet

FARE ●○○○○ **NYTTEVERDI** ●●●○○

Svovelheksafluorid reagerer nesten aldri med andre stoffer, noe som er både en fordel og en ulempe. Sterke syrer kan ikke bryte det ned, og det brenner ikke. Strømmen og temperaturene på over 1000 grader som brukes ved magnesiumsmelting, biter heller ikke på det, noe som er nyttig. Magnesium er svært reaktivt, så det er stor brannfare, men svovelheksafluoridgass kan isolere prosessen trygt.

Det er fordi fluoratomer omgir svovelatomet i midten av molekylet og verner det mot kjemisk angrep. Den samme egenskapen hindrer svovelheksafluoridmolekyler i å reagere med hverandre og danne en væske eller et fast stoff. I stedet er det en usynlig gass med så høy tetthet at lette foliebåter til og med kan flyte på den. Dessverre er den en sterk drivhusgass også, og problematisk for Jordas klima siden den er så stabil.


© calpolypomonademos

Svovelheksafluorid er så tett at foliebåter kan flyte på den.

Grafenaerogel

Så lett at det flyter på luft.

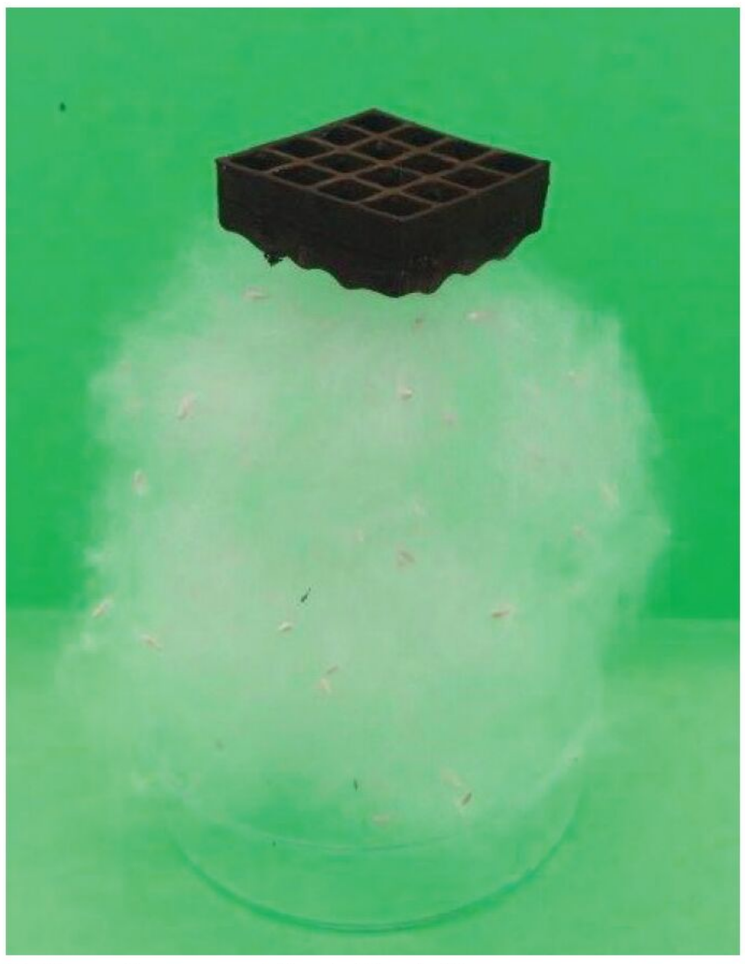
FARE ●○○○○

NYTTEVERDI ●●●●○

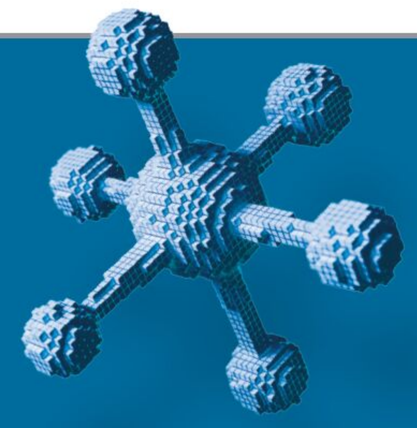
Når vi kjøper ballonger fylt med helium, glemmer vi lett hvor sjelden og dyr den gassen er. Heldigvis kan karbonmaterialer som kalles grafenbaserte aerogeler, være et alternativ. Forbløffende nok er de verdens letteste materiale, snaut en åttedel av luftens tetthet. En kubikkmeter veier bare 160 gram, mot 1000 kilo for en kubikkmeter vann.

Grafen er enkeltlag av karbon i grafittform. Noen typer grafen fester seg til papiret når vi skriver med blyant. Men det er først i den senere tid vitenskapen har innsett at grafen har forskjellige eksepsjonelle egenskaper, ikke minst styrke. Gel er faste stoffer blandet i væske, men aerogel er faste stoffer fordelt i luft. Grafenaerogel lages blant annet ved å blande grafen med vann og 3D-printe det på en flate som holder 25 kuldegrader slik at det fryses. Deretter kan vi fjerne isen uten å smelte den ved hjelp av en metode som kalles frysetørking.

«verdens letteste materiale, snaut en åttedel av luftens tetthet»


© University at Buffalo

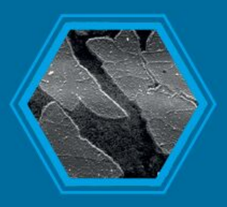
Dette grafenaerogelet er lett nok til å ligge på en bomullsdott.



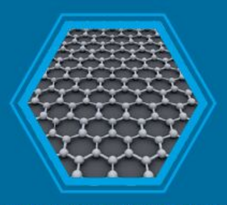
Grafen en flat skatt

KUNSTSTOFFER | ENERGI | DATAKOM | ELEKTRONIKK | SENSORER & BILDER | BIOMEDISIN

2020 til 2022



Funksjonsbelegg og overflatebehandling
Grafen kan gi tynne, avanserte beskyttelsesbelegg.



STRUKTURMATERIALER



FLERBRUKS BYGGEMATERIALER



HURTIGLADBARE BATTERIER



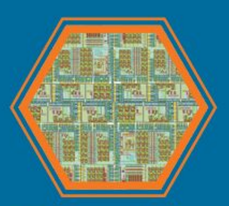
AVANSERTE SOLPANELER



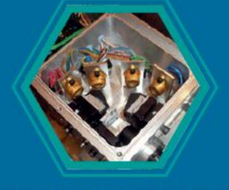
FLEKSIBLE SOLCELLER



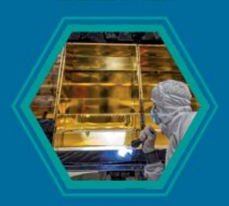
AVANSERT OPTISK KOMMUNIKASJON



Billig printbar elektronikk
Strømledende, grafenholdig sverte kan trykke billige integrerte kretser.



FOTODETEKTORER OG FYSISKE KJEMISKE SENSORER



Kameraer og spektrometre med stor båndbredde
Grafenholdige billedsensorer kan registrere mange synlige og usynlige farger, mens ett-billedelements grafenspektrometre kan identifisere mange materialer. Dette har mange anvendelser, særlig i romfart.



Biosensorer
Grafen tåler den bløte innsiden av kroppen bedre enn andre typer elektronikk, og kan egne seg til å overvåke det som skjer inni oss.

2023 til 2029



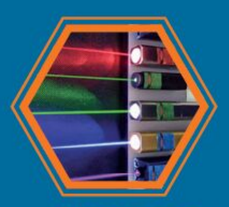
Vannbehandling og avsalting
Grafenflak kan brukes som sikteduk og skille vannmolekylene i sjøvann fra saltets natrium- og klorioner.



SUPERKONDENSATORER FOR LAGRE



FLERLEDDEDE SOLCELLER



Avanserte nettinfrastrukturer
Grafen kan brukes til å lage hurtigpulserende lasere som kan gjøre det mulig å sende data raskere over internett.



HØYFREKVENT ELEKTRONIKK



Fleksible apparater
Grafen er svært strømledende, tynt og sterkt, og dermed ideelt å bruke i lett og potensielt fleksibel elektronikk.



Nervegrensesnitt
Vitenskapen bør kunne operere tynne og robuste grafenelektroder inn i hjernen.

2030 og videre



Brenselceller til biler
Brenselceller trenger membraner som bare slipper gjennom protoner, og det har vært demonstrert at grafen gjør dette bedre enn eksisterende materialer.



TRÅDLØSE NETT I 6G OG HØYERE



Optiske data på kort
Grafen kan kanskje gi deler som gjør det mulig å erstatte elektriske signaler med laserbaserte signaler på elektroniske kretskort.



Spinnlogiske apparater Hurtig elektronikk med lavt strømforbruk og høy stabilitet.

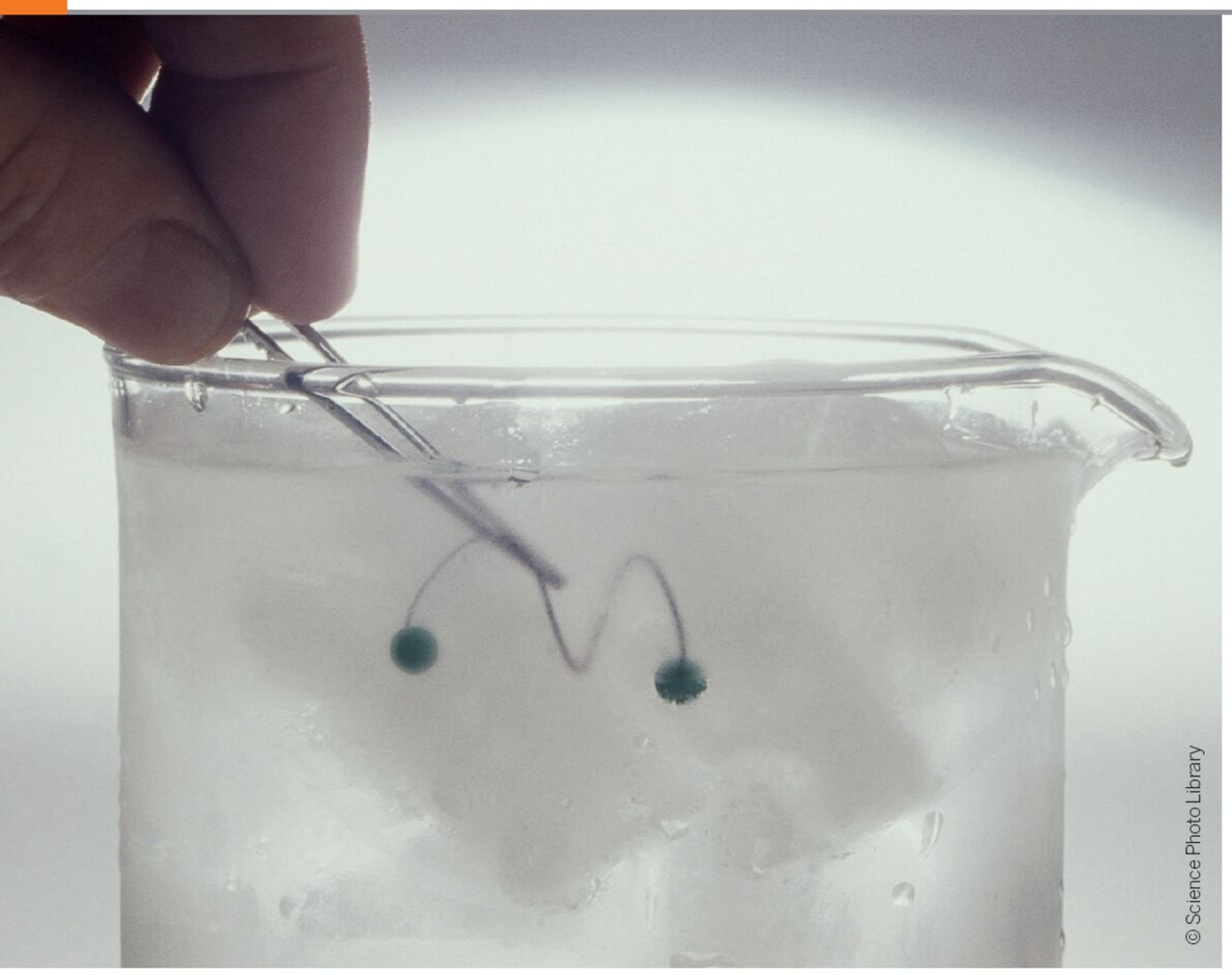


Medisinering
Legemiddelmolekyler kan ligge på grafenflak som kan føre dem inn i kroppen og være med på å beskytte dem.



BIOELEKTRISKE IMPLANTATER

Source: NASA; SetPoint medical / Wiki; MBirkholz; BCIT; Peretz Partensky; Maido Merisalu; Devilbose; AlexanderAIUS; Robertvan1; Pang Ka kit; Ken-Ichi Nakagawa; chaitawat; Superdiddly; US Navy; Angeloleithold; Anita Fors; Asurnipal; CSIRO; Ludovic Hirlimann; Rogilbert~commonswiki; Epop; Anders Sandberg



© Science Photo Library

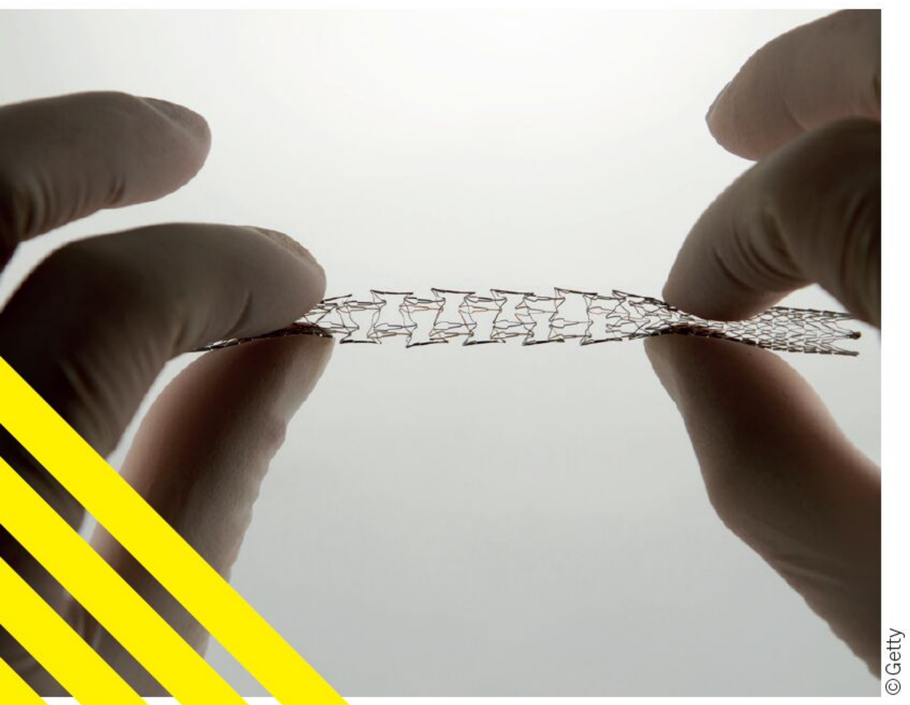
Metall med hukommelse

Denne smarte legeringen kan endre sin egen form

FARE ●○○○○ NYTTEVERDI ●●●●○

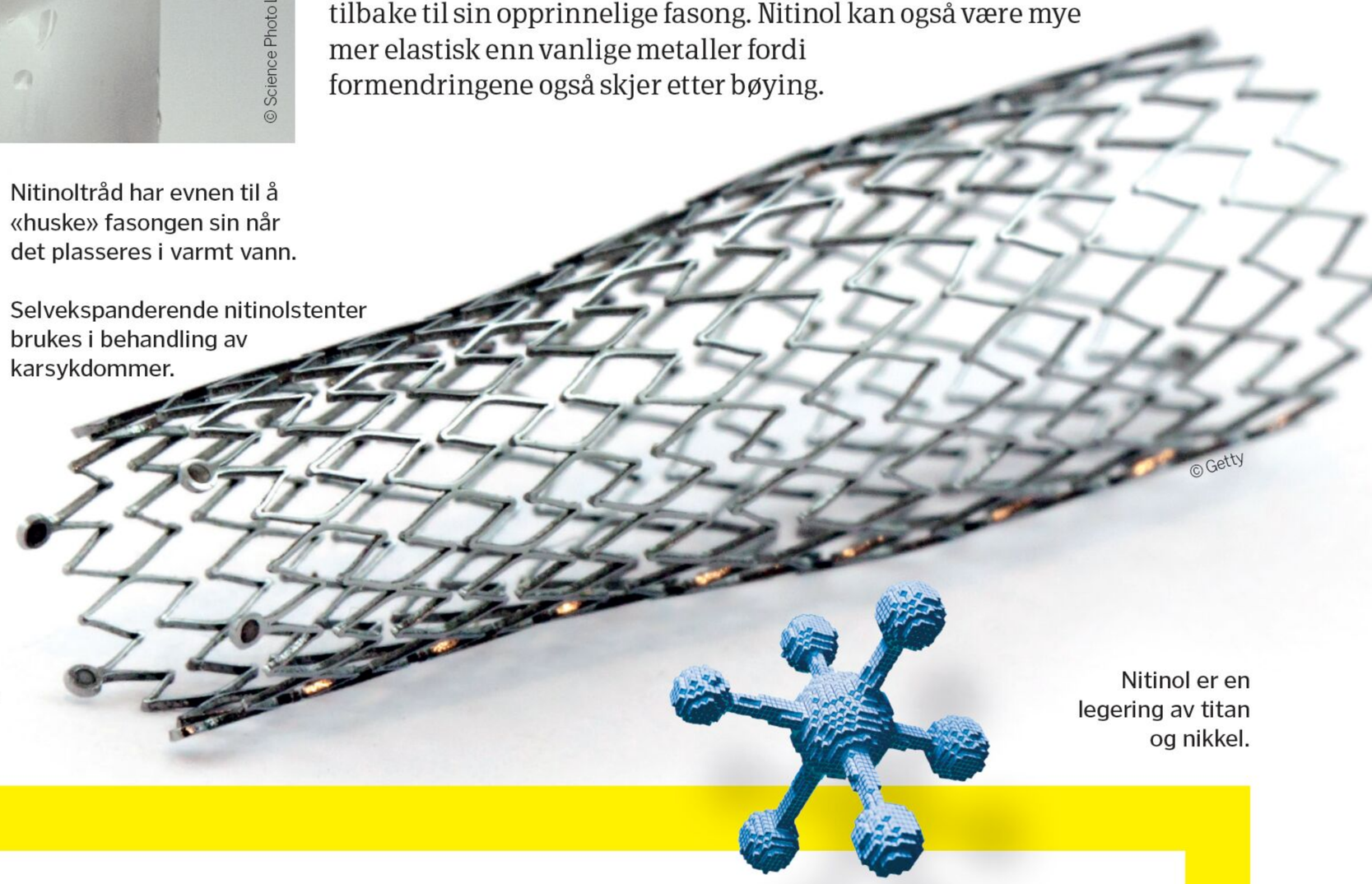
Noen ganger er nitinoltråd rett og bøyelig som de fleste andre metaller. Men varmer vi den opp, kan den anta en fasong som er preget inn på forhånd. Denne fasonghukommelsen er nyttig i medisin, for eksempel i stenter som holder blodårer åpne. Når nitinol er kaldt, kan det klemmes sammen og føres inn via kikkhullskirurgi. Når det kommer på plass, driver kroppsvarmen det tilbake til opprinnelig form og størrelse.

Endringen skjer fordi nikkel- og titanatomene i legeringen ordner seg på to måter ved forskjellige temperaturer. Etter å ha kjølt seg ned til lavtemperaturtilstanden kan den formes til en bestemt fasong, men når legeringen varmes til høytemperaturtilstanden igjen, må den gå tilbake til sin opprinnelige fasong. Nitinol kan også være mye mer elastisk enn vanlige metaller fordi formendringene også skjer etter bøying.



© Getty

Nitinoltråd har evnen til å «huske» fasongen sin når det plasseres i varmt vann.



© Getty

Selvekspanderende nitinolstenter brukes i behandling av karsykdommer.

Nitinol er en legering av titan og nikkel.

Berøringsfølsomt sprengstoff

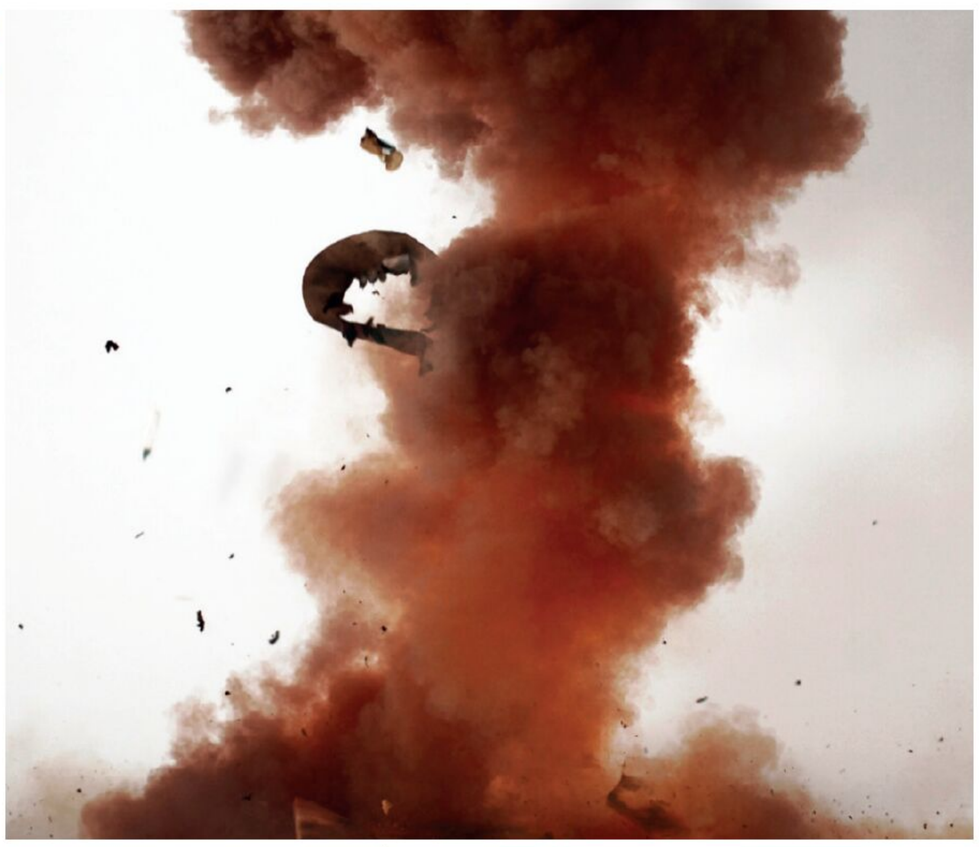
Nitrogentrijodid er ekstremt ustabilt.

FARE ●●●●● NYTTEVERDI ●○○○○

Legg det minste trykk på nitrogentrijodid, så eksploderer det. Det lages ofte i form av svart pulver som kan holdes fuktig for ikke å eksplodere uventet. Hvis du har mer enn et lite dryss av stoffet, er du i fare. Men en liten flekk kan være morsom når den behandles av en ekspert.

Når noe berører tørt nitrogentrijodid, løser det seg brått opp og frigjør nitrogen med et høyt smell og fiolett røyk. Den brå ekspansjonen fra fast stoff til gass driver eksplosjonen. Reaksjonen avgir også jod, den fargede gassen.

Mange slike sprengstoffer er nyttige, men bare hvis de stabiliseres slik at de ikke kan utløses uforvarende. Nitrogentrijodid er imidlertid vanskelig å stabilisere, så det brukes mest til underholdning.



© Science Photo Library

Nitrogentrijodid er vanskelig å holde stabillt – i tørr tilstand eksploderer det ved den minste berøring.

5 FAKTA OM METALLERS SMELTEPUNKT

1 Kvikksølv –39° C
Flytende kvikksølv var populært i vitenskapelige instrumenter som termometre, men på grunn av giftigheten er det mindre vanlig i dag.

2 Kopernikum Omtrent 10 °C
Dette syntetiske metallet brytes ned til andre grunnstoffer på få sekunder, men det burde være i væskeform ved romtemperatur, om vi kunne lage nok av det.

3 Cesium 29 °C
Som andre metaller i samme gruppe i det periodiske system smelter cesium lett. Men det tar fyr ved luftkontakt, så det er ikke lett å bruke.

4 Indium 157 °C
Dette myke grunnstoffet er viktig i elektronikk. Det danner gjennomsiktige legeringer som sitter på forsiden av mange elektroniske skjermer.

5 Vismut 271 °C
Vismut smelter lett, danner vakre, fargerike spiralkrystaller og blander seg villig med andre metaller til formbare legeringer.



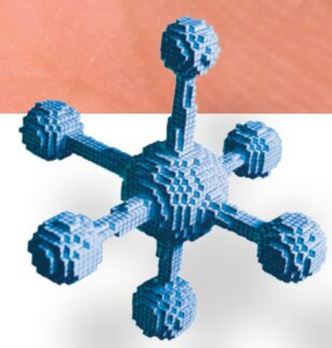
Galliums smeltepunkt er så lavt at det kan gå over i flytende form i hånden.

© Alamy

Galliums trolldom

Det smelter i hånden og liver opp tilværelsen.

FARE ●●○○○ NYTTEVERDI ●●●●●



Hvis du har sett tryllekunsten med skjeen som forsvinner, har du antakelig hørt om gallium. Dette metallet er bare så vidt i fast form ved romtemperatur, det smelter ved 29,8 grader. Å holde det i hånden er nok til at det smelter til en sølvgrå dam. Legger vi det i en kopp te, smelter det enda fortere.

Det er fordi gallium ikke danner den vanlige høystabile metallstrukturen hvor alle atomene holdes hardt sammen. I stedet danner gallium klynger på bare noen få atomer i strukturer som lett brytes ned.

Du har kanskje ikke sett rent gallium, men du har sikkert gallium hjemme, forbundet med andre grunnstoffer. Galliumbaserte sammensatte halvledere er godt egnet til å omdanne strøm til lys, og lys til strøm. Galliumnitrid brukes til å lage blå, grønne og hvite LED-dioder. Galliumarsenid brukes til å lage røde LED-dioder og solceller som benyttes i rommet.

130 gigapascal
Denne strekkstyrken gjør grafen til det sterkeste materialet vi har oppdaget

Bob Gore oppdaget Gore-Tex ved å rykke hissig i en PTFT-tråd

87,7 år
Tiden en porsjon plutonium-238 bruker på å brytes ned til det halve

58 °C
Natriumacetats smeltepunkt er slik at varmt vann kan lade opp «varm is»

99,96 %
Vantablack absorberer nesten alt lys som treffer det

Begge Voyager-sondene som drives av plutonium-238, er ute av solsystemet

23 500
Svovelheksafluorid skader miljøet 23 500 ganger mer enn karbondioksid

1973
Ferrofluider bidro til å fjerne varme fra høyttalere på 1970-tallet

ATOMETS ANATOMI

Disse mikroskopiske byggesteinenes struktur driver universets kjemi.

Av **Laura Mears**

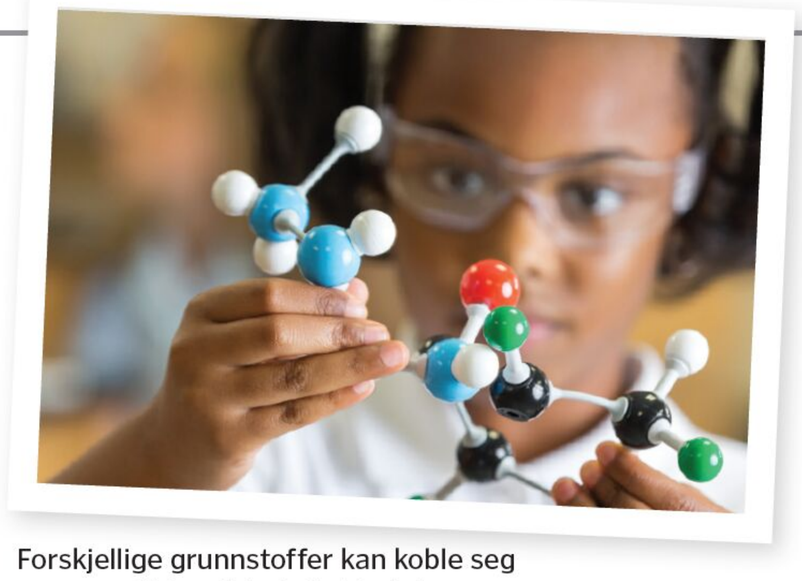
Atomer er byggesteinene i alt vi har rundt oss, fra cellene i kroppen til tekoppen i hånden. De består av elementærpartikler, de holdes sammen av fundamentalkrefter, og de driver universets kjemi.

Hvert atom har en ørliten kjerne med positiv ladning som oppveies av negativt ladde elektroner. De delene bestemmer atomets egenskaper. Tar vi en atomkjerne fra hverandre, finner vi subatomære partikler som heter protoner og nøytroner. Det enkleste atomet, hydrogen, har bare ett proton og ingen nøytroner. Men når vi beveger oss opp gjennom det periodiske system, øker antallet protoner ett for ett. For hvert ekstra proton oppfører atomet seg på en ny måte.

Protoner er positivt ladd, så for hvert ekstra som legges til, får atomet også et negativt elektron. Disse elektronene samler seg i bestemte soner rundt atomkjernen, såkalte orbitaler eller skall. Hvert skall kan inneholde et gitt antall elektroner. Så når ett skall blir fullt, må de neste elektronene danne et nytt.

Atomer er mest stabile når elektronskallet deres er fullt, men de fleste grunnstoffer har elektroner til overs. Dette er drivkraften bak kjemien vi ser rundt oss. Atomer kompletterer halvfulle skall ved å danne kjemiske forbindelser. De kan enten dele hverandres elektroner og danne kovalente forbindelser, eller de kan stjele elektroner fra hverandre og danne ioneforbindelser.

«Tar vi en atomkjerne fra hverandre, finner vi subatomære partikler»



Forskjellige grunnstoffer kan koble seg sammen til innviklede forbindelser.



Hva består teen av?

Det er flere atomer i en kopp te enn det er kopper med vann i alle verdens hav.

BLANDING

Drikken i koppen er en blanding, en kombinasjon av forskjellige molekyler og forbindelser som ikke er kjemisk sammenkoblet. Den inneholder vann i tillegg til molekylene i selve teen, nemlig polyfenol, aminosyrer, enzymer, pigmenter, flyktige stoffer og koffein. Videre kan den være tilsatt melk som inneholder fettstoffer, proteiner og sukkerarter. Og kanskje bordsukker i tillegg.

Målestokk: 10 centimeter

FORBINDELSE

Om vi satte teen under et kraftig mikroskop, ville vi begynne å se forbindelsene blandingen består av. Forbindelser er stoffer som består av to eller flere forskjellige grunnstoffer som er koblet sammen. Koffein har den kjemiske formelen $C_8H_{10}N_4O_2$. Det inneholder åtte karbonatomer, ti hydrogen, fire nitrogen og to oksygen.

Målestokk: 0,78 nanometer

MOLEKYL

Plukker vi koffein fra hverandre i mindre og mindre biter, får vi til slutt molekyler. Disse inneholder forskjellige atomer, de minste enhetene som kan inngå i kjemiske reaksjoner. Tok vi koffeinmolekylet helt fra hverandre, ville oksygenatomene koble seg parvis sammen til oksygenmolekyler med to like atomer hver.

Målestokk: 292 pikometer

GRUNNSTOFF

Zoomer vi inn på et oksygenmolekyl, er det et grunnstoff vi ser. Grunnstoffer er stoffer som inneholder bare én type atomer. Det finnes over 90 grunnstoffer som forekommer naturlig på Jorda, og enda flere som lages syntetisk i laboratorier. Oksygen er grunnstoff nummer åtte.

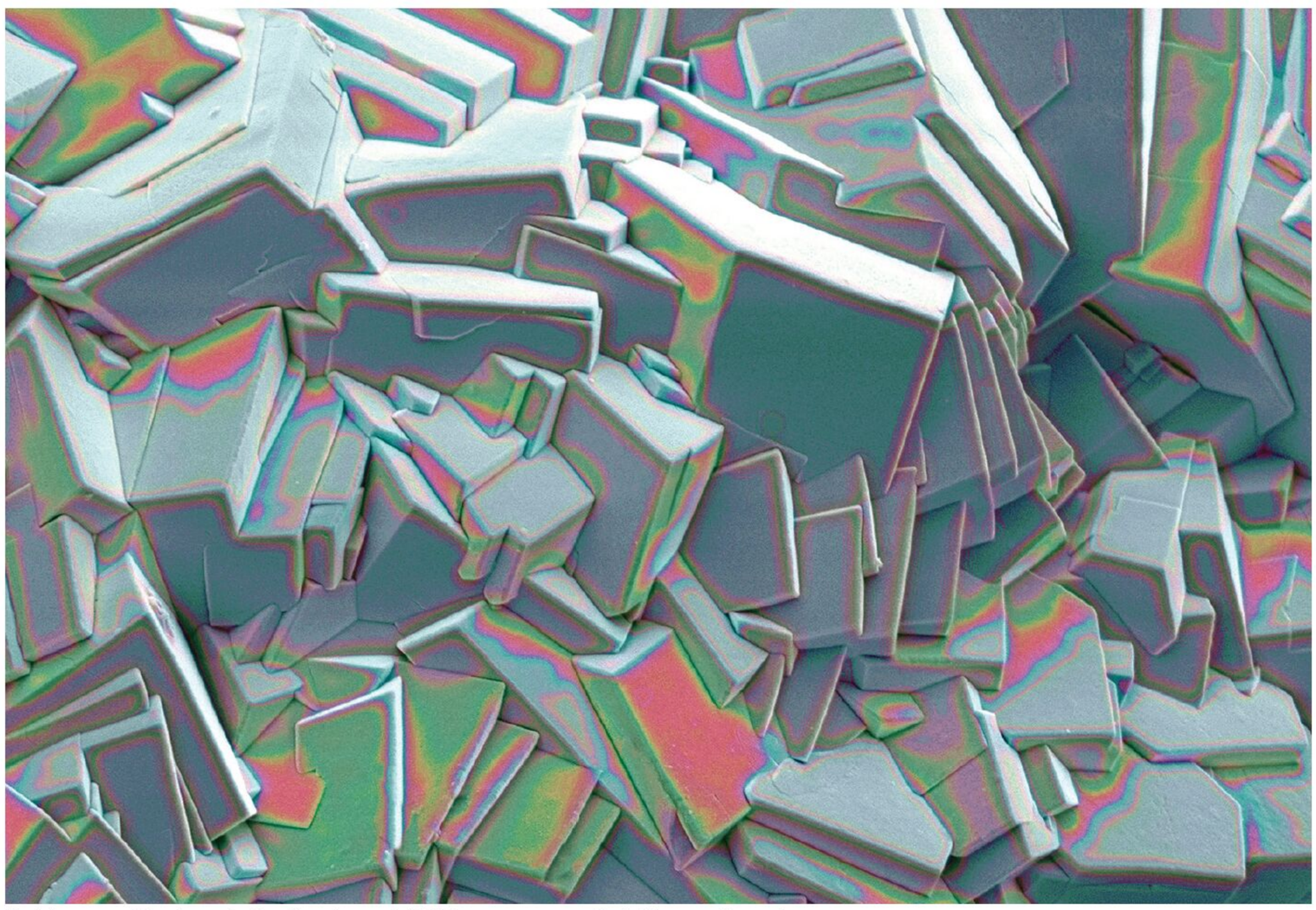
Målestokk: 60 pikometer

ATOM

Zoomer vi enda mer inn, ser vi de subatomære partiklene i atomene: positive protoner, nøytrale nøytroner og negative elektroner. Antallet av hver type gir et grunnstoff sine bestemte kjemiske egenskaper. Et oksygenatom inneholder åtte protoner, åtte nøytroner og åtte elektroner.

Målestokk: 1 femtometre

© Getty

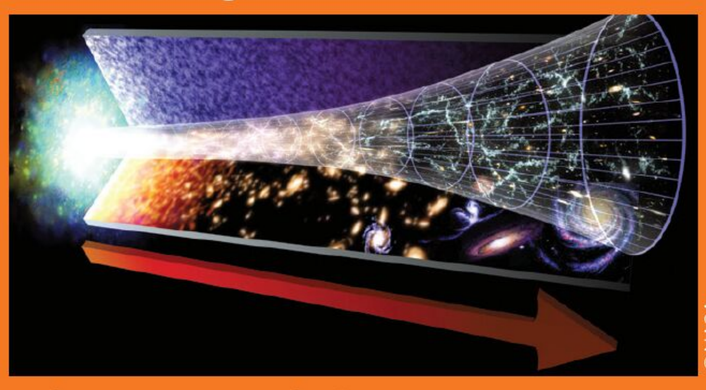


Dette er sukkerkrystaller forstørret 1250 ganger med elektronmikroskop.

Det aller første atomet

For 13,8 milliarder år siden dannet Big Bang universet. I det første øyeblikket var det så hett og tett at ingen partikler kunne bestå. Når kvarker og elektroner oppsto, brøt de øyeblikkelig sammen. Men etter hvert som universet utvidet seg og begynte å kjølne, ble disse elementærpartiklene mer stabile. Så begynte kvarker å samle seg til protoner og nøytroner. Etter få minutter slo disse seg sammen og dannet de første atomkjernene.

Fra da av gikk det 380 000 år før universet var kjølig nok til at hele hydrogenatomer kunne danne seg, og da begynte den virkelige trolldommen å skje. Tyngdekraften dro atomene sammen i klumper, og etter hvert som klumpene ble større og større, økte det indre trykket i dem. Atomkjernene ble presset så tett sammen at de begynte å fusjonere, og dermed tentes de første stjernene. Siden har disse enorme kjernefysiske ovnene fusjonert atomkjerner hele tiden og dannet alle de forskjellige grunnstoffene vi ser rundt oss i dag.



©NASA

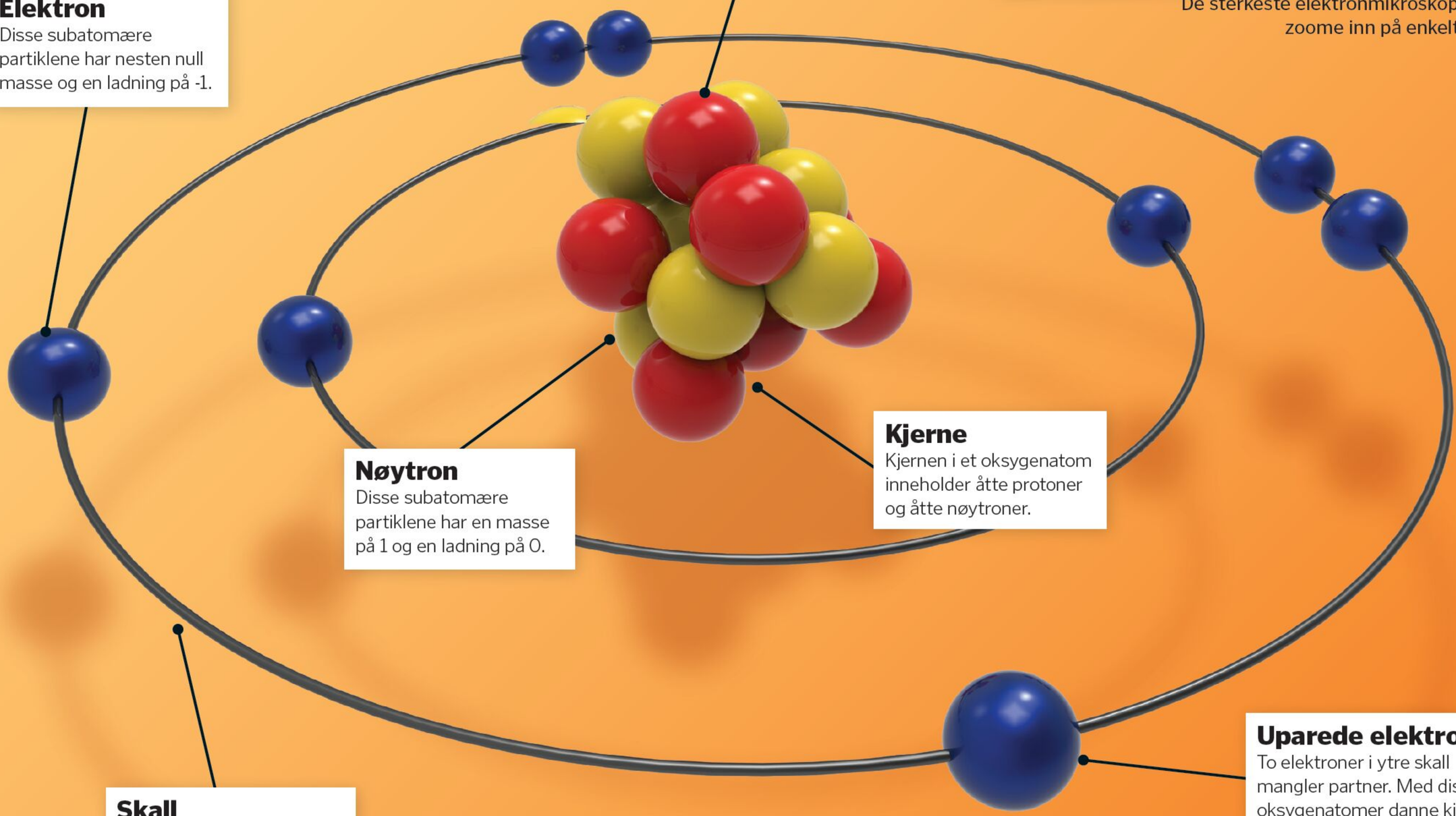
Hydrogenatomet var det første som dannet seg etter at universet ble født.



De sterkeste elektronmikroskopene kan zoome inn på enkeltatomer.

Et atoms anatomi

Vi løfter på lokket til de subatomære partiklene som danner atomene i lufta vi puster i.



Proton
Disse subatomære partiklene har masse på 1 og en ladning på +1.

Elektron
Disse subatomære partiklene har nesten null masse og en ladning på -1.

Nøytron
Disse subatomære partiklene har en masse på 1 og en ladning på 0.

Kjerne
Kjernen i et oksygenatom inneholder åtte protoner og åtte nøytroner.

Skall
Et oksygenatom inneholder åtte elektroner ordnet i to orbitale skall.

Uparede elektroner
To elektroner i ytre skall mangler partner. Med disse kan oksygenatomer danne kjemiske forbindelser.

ATOM-FAKTA

118
Antall grunnstoffer i det periodiske system





90
Antall grunnstoffer som forekommer naturlig inevneverdige mengder på Jorda

75%
Mesteparten av massen i universet er hydrogen



2,6 sek



Nye kjemikalier lages med korte mellomrom.

50 millioner
KJEMIKALIER ER OPPDAGET ELLER SKAPT AV MENNESKENE



Antall kjemikalier som brukes i dagens industri

7.700





Stjerner har dannet alle grunnstoffer som er tyngre enn hydrogen og helium.

Kovalente forbindelser er ganske vanlige i vår egen kropp. Karbonatomer trenger fire elektroner for å fylle ytterskallet, så de deler det med opptil fire andre atomer, også andre karbonatomer. Dermed er de perfekt egnet til å danne store biologiske molekyler som DNA.

Ioniske forbindelser er vanligere i bakken. De oppstår når et ikke-metall stjeler elektroner fra et metall og blir negativt ladd. Samtidig blir metallet positivt ladd. Disse ionene tiltrekker hverandre og holder seg samlet i strukturer hvor samme mønster går igjen overalt, som for eksempel i saltkrystaller.

Forbindelser mellom atomer kan briste og gjenoppstå slik at grunnstoffene gjør forbløffende kjemiske kunster. De kobler seg sammen til større forbindelser, spalter seg til mindre forbindelser, eller bytter ut ett grunnstoff med et annet slik at det oppstår et stoff med andre egenskaper. Dette dynamiske samspillet skjer overalt rundt oss hele tiden.

> «Karbonatomer trenger fire elektroner for å fylle ytterskallet, så de deler det med opptil fire andre atomer, også andre karbonatomer»

Enda mindre

Protonene og nøytronene i atomkjernen er ikke de minste byggesteinene i materie. De minste er kvarker og leptoner, som kalles elementærpartikler. Det finnes seks typer kvarker, og de er ordnet parvis: opp og ned, sjarm og sær, topp og bunn. De har en elektrisk delladning og en såkalt fargekraft som kan være rød, grønn eller blå. Leptoner er også inndelt i seks typer – elektron, muon, tau og de tilhørende nøytrinoene. Sju partikler må til for å bygge det enkleste hydrogenatom: to oppkvarker og en nedkvark til protonet, en oppkvark og to nedkvarker til nøytronet, og et elektron til å kretse rundt kombinasjonen.

LEPTONER

	Elektrisk ladning		Elektrisk ladning
TAU	-1	TAU-NØYTRINO	0
MUON	-1	MUON-NØYTRINO	0
ELEKTRON	-1	ELEKTRON-NØYTRINO	0

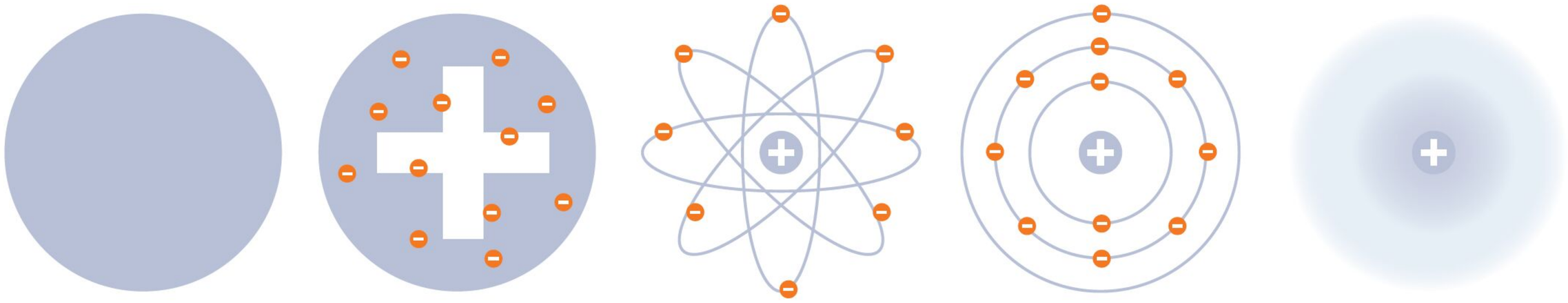
KVARKER

	Elektrisk ladning		Elektrisk ladning
NED	-1/3	OPP	2/3
SÆR	-1/3	SJARM	2/3
BUNN	-1/3	TOPP	2/3

Det finnes seks kvarker og seks leptoner med hver sine egenskaper.

Atomets utvikling

Vår forståelse av atomstrukturen har gjort store framskritt de siste 200 årene.



1803 Fast kule

John Dalton var den første som beskrev atomer. Ordet kommer av gammelgresk «a-temnein», som betyr «ikke-skjærbar». Han trodde ikke at de kunne deles opp.

RIKTIGHET

Dalton innså at forskjellige typer atomer hadde forskjellige egenskaper. Men han skjønte ikke at de inneholdt mindre subatomære partikler.

1904 Plumpudding

J.J. Thomson oppdaget elektroner og lagde en ny atommodell hvor de var med. Han plasserte dem inni en positivt ladd kule som fruktbiter i en kake.

RIKTIGHET

Denne modellen erkjente at atomer besto av mindre byggesteiner, deriblant elektroner. Men strukturen var feil; atomkjernen manglet.

1911 Kjernefysisk

Da Ernest Rutherford prøvde å skyte små partikler på atomer, gikk de fleste rett gjennom. Det viste at atomet for det meste er tomrom, med en liten kjerne i midten.

RIKTIGHET

En positiv kjerne omgitt av negative elektroner er ikke langt fra vår moderne forståelse av atomer. Men Rutherford bommet litt på hvordan elektroner beveger seg.

1913 Planetarisk

Niels Bohrs planetariske modell beskriver elektroner i kretsløp som kalles skall. De ligger i en bestemt avstand fra kjernen og har et bestemt energinivå.

RIKTIGHET

Den planetariske modellen forklarer hvorfor lette grunnstoffer opptar og avgir stråling av bestemte frekvenser, men den støter på problemer når grunnstoffene blir tyngre.

1926 Kvantefysisk

I stedet for å tenke seg orbitaler som runde baner, betraktet Erwin Schrödinger dem som sannsynlighets-skyer. Det er 90 prosents sjanse for å finne et elektron et sted i elektronets orbital.

RIKTIGHET

Denne modellen er mest ajour. Betrakter vi elektroner som bølger i skyer av sannsynlighet, kan vi bedre forklare subatomære partiklers oppførsel.

© Getty



Det er en langtekkelig prosess å gi sjokoladen den glatte, myke konsistensen.

Hvordan lages sjokolade?

Her avslører vi sjokoladefabrikkens hemmeligheter – les om kakaobønnens vei fra treet til munnen din!



© Getty

Sjokoladeproduksjonen begynner ved kakaotreet. Kakaobelgene, som inneholder kakaobønner i en søtaktig masse, høstes fra oktober til desember. Bønnene legges mellom lag av bananblader i seks dager for å gjære, slik at denne massen renner bort. Deretter tørkes de ved hjelp av sollys, før de pakkes og sendes til en fabrikk for å bli til sjokolade.

Når de kommer til sjokoladefabrikken, blir bønnene ristet i en beholder mens de fraktes langs et samlebånd. Hvor lenge denne prosessen varer, avhenger av hvilken smak man ønsker å oppnå. Når bønnene er ferdig ristet, hakkes de opp i mindre biter, og skallet fjernes, slik at man sitter igjen med den velsmakende, myke kjernen. Det er her vi finner kakaosmøret som egner seg til sjokoladeproduksjon. Disse kjernene blir så malt til en tykk, brun væske som kalles «kakaolikør», og denne massen er utgangspunktet for alle sjokoladeprodukter. Kakaolikøren blandes så med varierende mengder sukker og melk, avhengig av hvilken type sjokolade man ønsker å framstille. Mørk sjokolade består som regel av 70 % kakaolikør, mens melkesjokolade og hvit sjokolade ikke inneholder mer enn 30 %.

Likøren tørkes nå i store vakuumovner og blir til noe som kalles sjokoladerasp, før store valser presser den sammen og maler den for å gi den en mykere tekstur. Etterpå blir den knadd og eltet i enorme tanker ved en temperatur på rundt 46 grader celsius, og den beste sjokoladen blir behandlet på denne måten i over en uke.

Det siste trinnet i produksjonen er syklisk temperaturbehandling, der massen kontinuerlig varmes opp og avkjøles i en forhåndsprogrammert syklus, til den har fått den riktige «sjokoladekonsistensen».

Nå kan sjokoladen endelig helles i former, avkjøles og pakkes som sjokoladeplater og andre sjokoladeprodukter. Når man skal lage sjokolade med et spesielt fyll, for eksempel karamell, kjøres fyllet langs et samlebånd og «kles med» flytende sjokolade før det ferdige produktet avkjøles og pakkes inn.



© Cadbury



© Cadbury



© Cadbury

Skikken med å gi bort et egg til påske er en hedensk tradisjon.

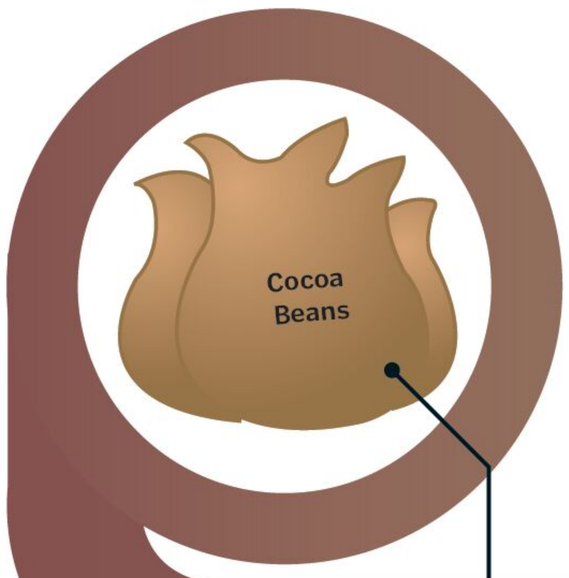


© Cadbury

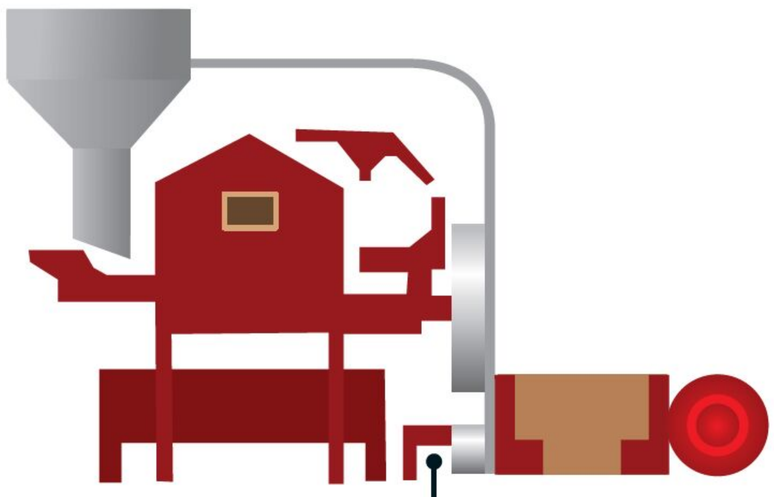
Den flytende sjokoladen oppbevares i store tanker som holder en temeratur på 46 °C.

Slik produseres yndlingssjokoladen din!

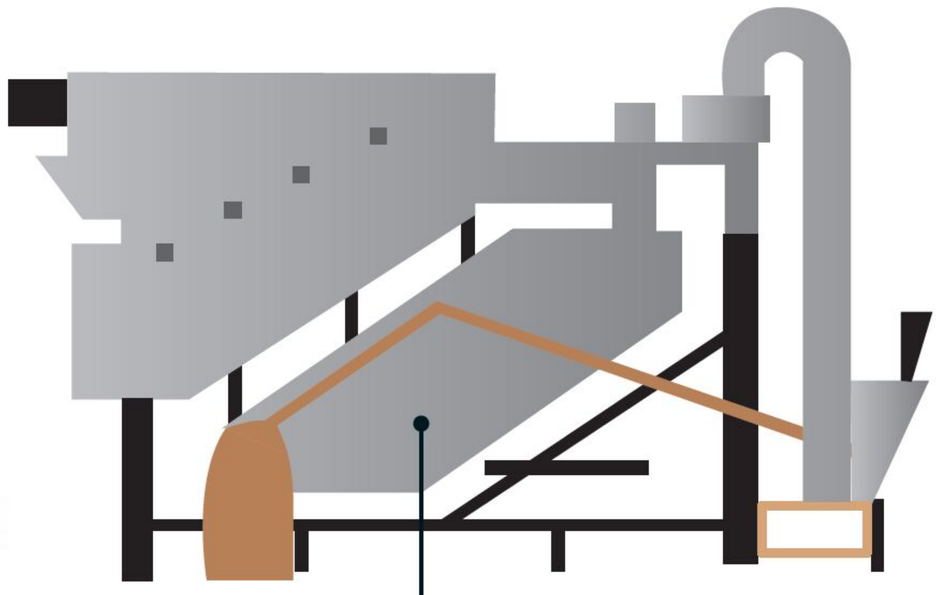
Hvordan finner kakaobønnen veien fra treet til munnen din?



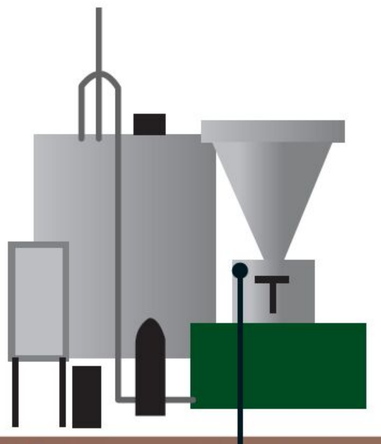
1 Høsting
Kakaobønner høstes i landene rundt ekvator, før de sendes til fabrikken og renses.



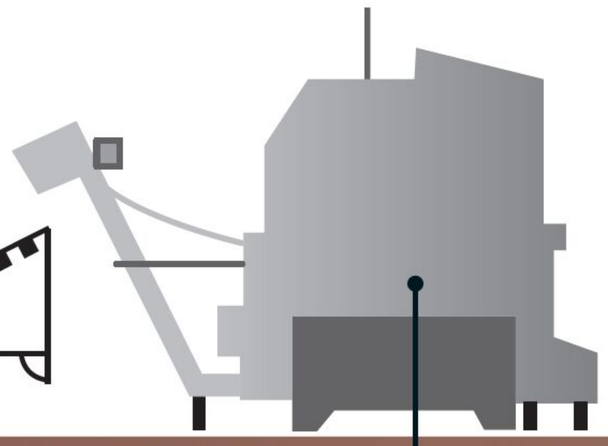
2 Risting
Kakaobønnene ristes for å få fram smaken. Jo lenger de ristes, jo mildere blir de på smak.



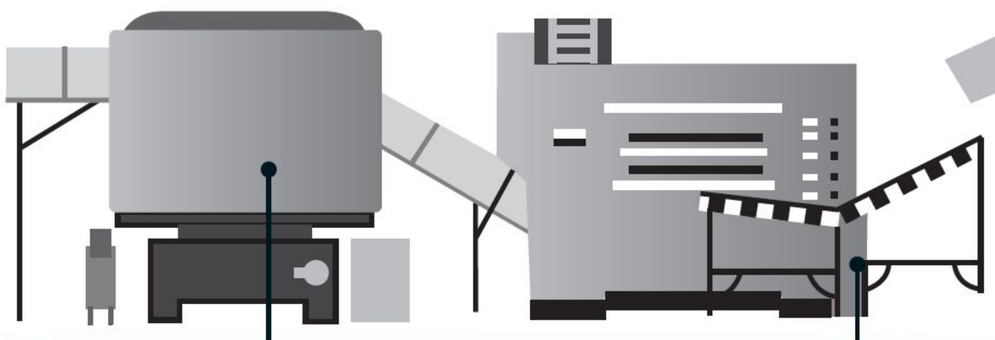
3 Drøfting
Drøftemaskinen fjerner skjellene fra bønnene, slik at bare den myke kjernen er igjen.



4 Maling
Den myke kjernen males til kakaolikør, en væske bestående av kakaosmør og fast kakao.

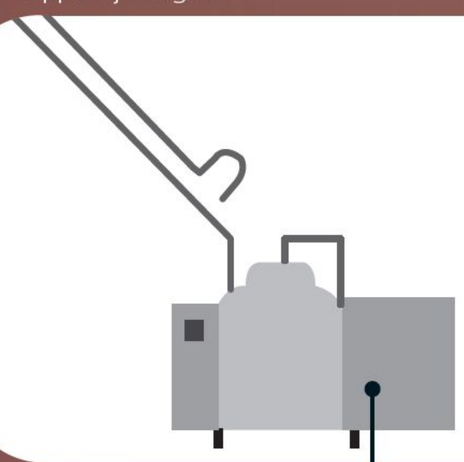


5 Pressing
Pressingen resulterer i en hard masse som kan brukes til å lage kakaopulver.

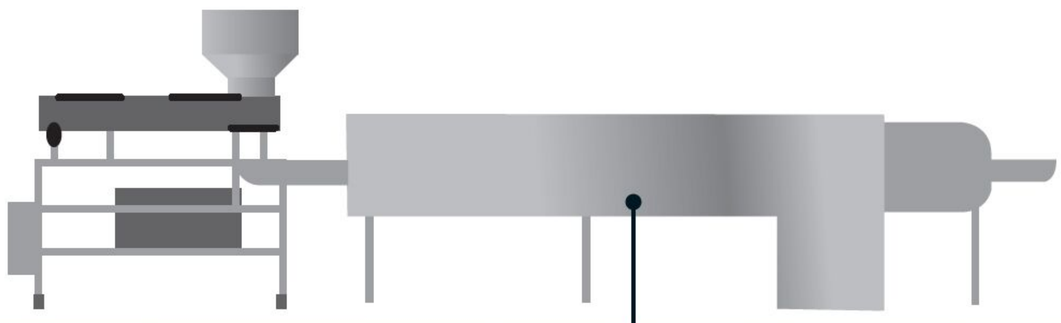


6 Raffinering
Nå tilsettes forskjellige smaker, og massen rulles til en myk pasta.

7 Elting
Pastaen eltes av tunge valser i opptil sju dager.



8 Temperaturbehandling
Nå varmes og avkjøles blandingen flere ganger for å gjøre den blank og lett å dele etter at den er ferdig pakket.



9 Forming
Nå kan skjokoladen formes til ønsket fasong. Eventuelt fyll tilsettes også i dette trinnet.



10 Avkjøling
Sjokoladen avkjøles, pakkes og sendes til butikken.



PÅ KARTET

Her dyrkes det mest kakaobønner:

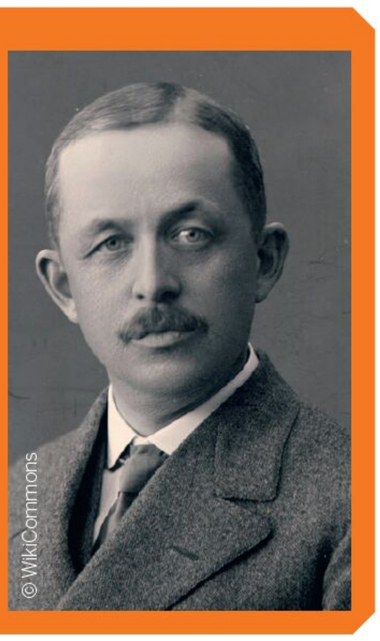
Bare områder som ligger mindre enn 20 grader fra ekvator, kan dyrke kakaobønner:

1 Ghana
2 Nigeria
3 Kamerun
4 Indonesia
5 Brasil
6 Elfenbenskysten



Johan Throne Holst

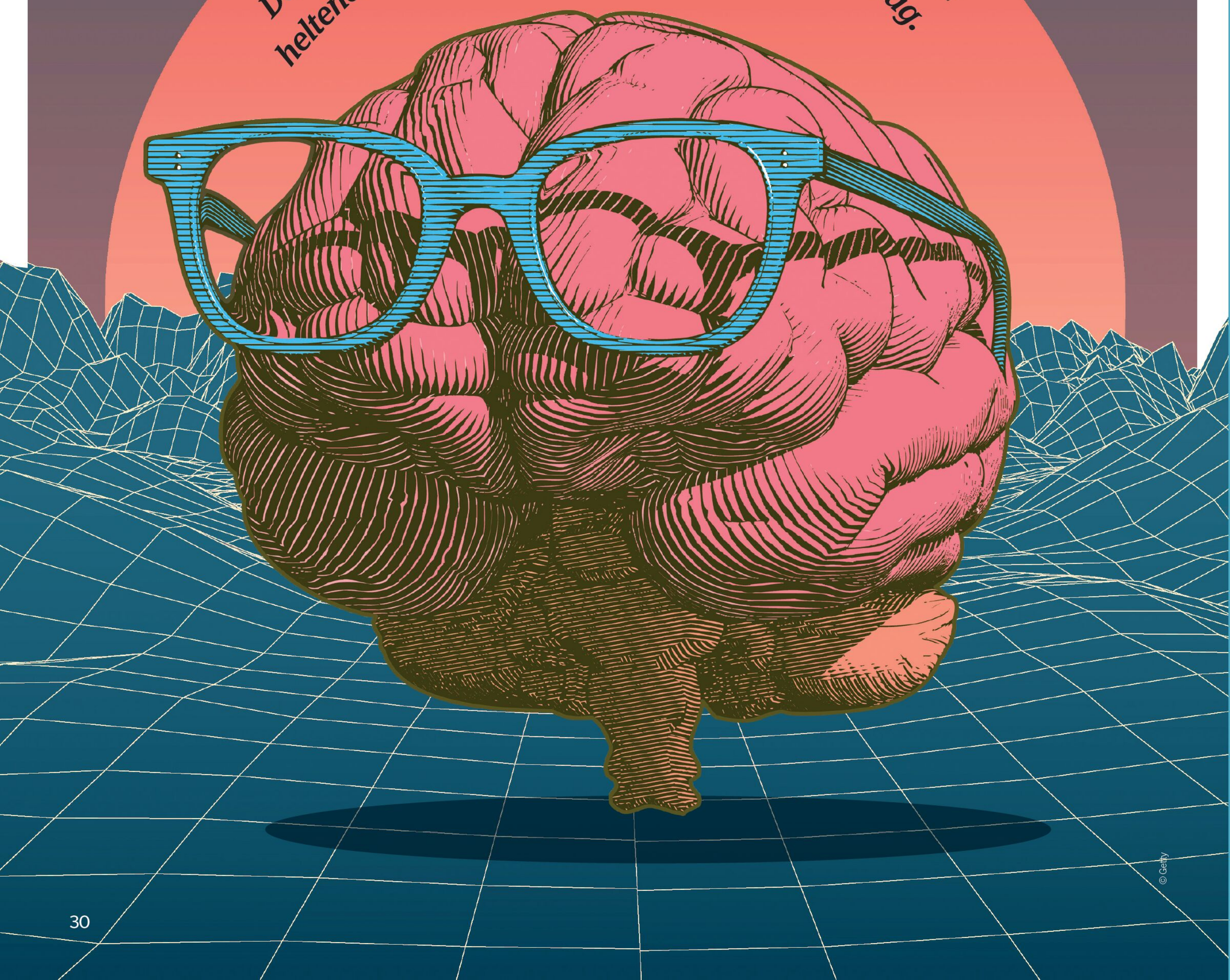
Trønderen Johan Throne Holst er en av Norges markante skikkelser i industrien. I 1892 kjøpte han ei rønne av en sjokoladefabrikk for 9000 kr. Dette var Freia Chocolade-Fabrik. Han ledet Freia til en mønsterbedrift og vellykket sjokoladefabrikk under sitt motto; mitt virkeområde er hele verden.



12 forskere som har endret verden

De er ikke like berømte som Darwin og Curie, men disse heltenes prestasjoner har gitt oss en bedre hverdag.

Tekst:
Scott Dutfield



© Getty

Behandling av grå stær med laser

Patricia Bath 1942–2019

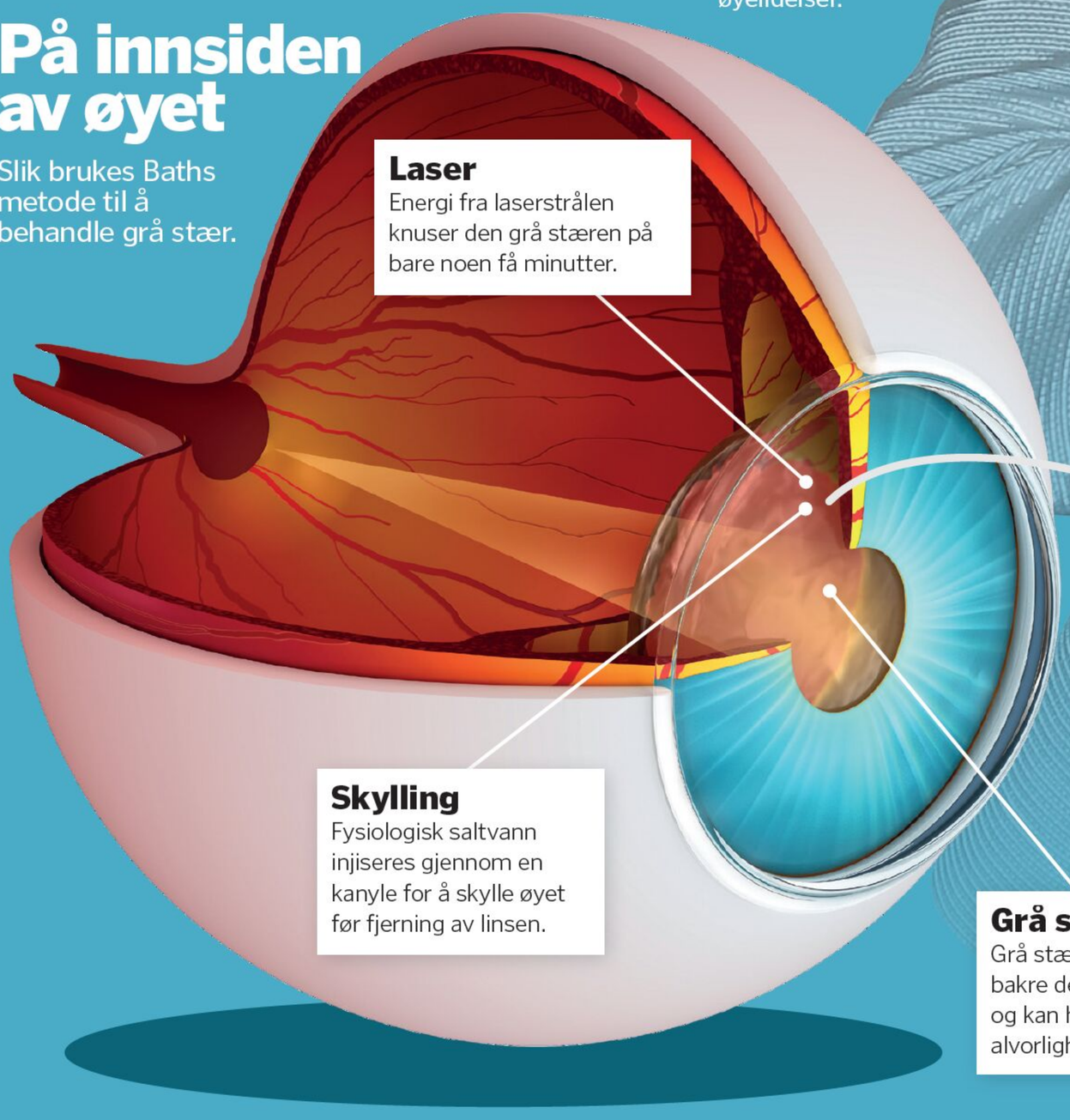
Synet er en av våre viktigste sanser, men etter hvert som vi blir eldre, kan evnen til å se bli nedsatt av flere grunner. Et vanlig problem som kan dukke opp med alderen, er grå stær. Foran i hvert av øynene våre ligger det en glassliknende linse som projiserer bildet av omgivelsene våre til synssenteret i hjernen. Etter hvert som vi blir eldre, kan proteinene som denne linsen består av, langsomt brytes ned, og den en gang så klare linsen blir stadig mer tåkete. Konsekvensen er at synet blir dårligere, vårt bilde av omverdenen blir uklart, og i ekstreme tilfeller ser vi bare mørke.

Denne tilstanden har vært behandlet helt siden år 500 f.Kr., men metodene for å fjerne denne fordunklingen av linsen har blitt bedre med tiden. Et spesielt viktig medisinsk gjennombrudd fant sted i 1986, da Patricia Bath fant opp noe som kalles en Laserphaco Probe. Før denne oppfinnelsen ble utviklet, var det vanlig at man måtte stikke en nål inn i øyet for å nå fram til linsen, før man knuste stæren ved hjelp av ultralyd. Bath utviklet imidlertid en metode for å fjerne stæren ved hjelp av laser, og slik kunne operasjonen utføres med større nøyaktighet og bedre resultat. Bath demonstrerte en metode som tidligere ble regnet som ugjennomførbar, og imponerte hele det vitenskapelige miljøet. To år etter oppfinnelsen av Laserphaco Probe tok Bath patent på oppfinnelsen sin, og dermed markerte hun seg ikke bare som en banebrytende forsker, men også som den første afrikansk-amerikanske legen som fikk et medisinsk patent.

Patricia Bath var den første afrikansk-amerikaneren som fullførte en praksisperiode i oftalmologi – diagnostisering og behandling av øyelidelser.

På innsiden av øyet

Slik brukes Baths metode til å behandle grå stær.



Laser
Energi fra laserstrålen knuser den grå stæren på bare noen få minutter.

Snitt
Laserproben stikkes inn i øyet gjennom et millimeterstort snitt og rettes mot stæren.

Utskiftning
Laseren og kanylen fjernes, og en ny linse settes inn i øyet for å erstatte den gamle.

Skylling
Fysiologisk saltvann injiseres gjennom en kanyle for å skylle øyet før fjerning av linsen.

Grå stær
Grå stær utvikles i den bakre delen av linsen og kan ha varierende alvorlighetsgrad.

Utsuging
Den laserbehandlede grå stæren suges ut av øyet.

SKYLLING
LASER
UTSUGING

© Getty

Effekten av overlydssmell

Christine Darden, født 10.09.1942

Ved begynnelsen av det kjente romkappløpet mellom USA og Sovjetunionen, som begynte i 1955, ansatte NASA en rekke «menneskelige datamaskiner» for å beregne flybaner, framdrift og aerodynamikk. En av disse menneskelige datamaskinene var Christine Darden, som ble ansatt i 1967. Åtte år senere ønsket Darden å bruke sine matematiske evner innen ingeniørfaget, og hun ble da ansatt ved NASAs forskningssenter, Langley Research Center, som én av en håndfull kvinnelige ingeniører.

Lite visste Darden at hennes første oppgave skulle bli banebrytende. Darden ble ansatt ved et prosjekt som gikk ut på å studere hvordan man kunne redusere overlydssmell, og de moderne datamaskinenes inntog førte til at Darden brukte sine matematiske ferdigheter til å designe dataprogrammer som kunne beregne effekten av slike smell. Samtidig som Darden jobbet fulltid med prosjektet, fant hun også tid til å ta en filosofisk doktorgrad i matematikk og ingeniørvitenskap ved George Washington University i Virginia. I doktoravhandlingen sin skrev hun om arbeidet sitt ved NASA, der hun undersøkte hvilken påvirkning supersonisk transport har på omgivelsene.

Når et objekt, som for eksempel et fly, beveger seg i en hastighet som er så høy at den skaper trykkbølger, vil mennesker på bakken høre overlydssmell idet flyet passerer. Disse overlydssmellene kan bli så voldsomme at de gjør skader på strukturer på bakken, for eksempel ved å knuse glass.

I et forsøk på å beregne risikoen som er assosiert med slike trykkbølger, hadde forskere ved NASA etterliknet disse bølgene ved hjelp av vindtunneler. Darden utviklet imidlertid et dataprogram for å kalkulere effekten av disse overlydssmellene. Da man sammenliknet Dardens data med eksperimentene utført i vindtunneler, viste det seg at man fikk samme resultat, og Dardens metode var både billigere og mer effektiv enn en simulering ved hjelp av vindtunnel. Dessverre avbrøt NASA studien, men Dardens arbeid var slett ikke bortkastet. Darden så at programmet hennes potensielt kunne være nyttig i arbeidet med utviklingen av militære fly, og fullførte forskningen sin på overlydsbølger. I 1983 fullførte hun også den filosofiske doktorgraden sin i ingeniørarbeid.



Darden hadde fulltidsjobb, samtidig som hun tok en doktorgrad og oppdro tre barn. Likevel rakk hun å gjøre en banebrytende jobb i forbindelse med supersoniske fly.

© NASA



Når et objekt beveger seg fortere enn lydens hastighet, dannes det trykkbølger.

© Getty

Slik ble blodbanken oppfunnet

Charles Drew 1904–1950

Charles Drew blir ofte kalt den moderne blodbankens far, og hans medisinske arbeid ga oss ikke bare en helt ny forståelse av blodet som strømmer gjennom årene. Hans medisinske oppdagelser kom på et tidspunkt da etterspørselen etter blod var historisk høy.

Etter å ha tatt eksamen ved McGill University of Medicine i Montreal i 1933 jobbet Drew seg oppover i rekkene og var en stund i praksis hos sjefkirurgen ved Freedman's Hospital, før han studerte videre ved Columbia University, der han vant et stipend slik at han kunne fortsette å gå i praksis ved Presbyterian Hospital i New York City.

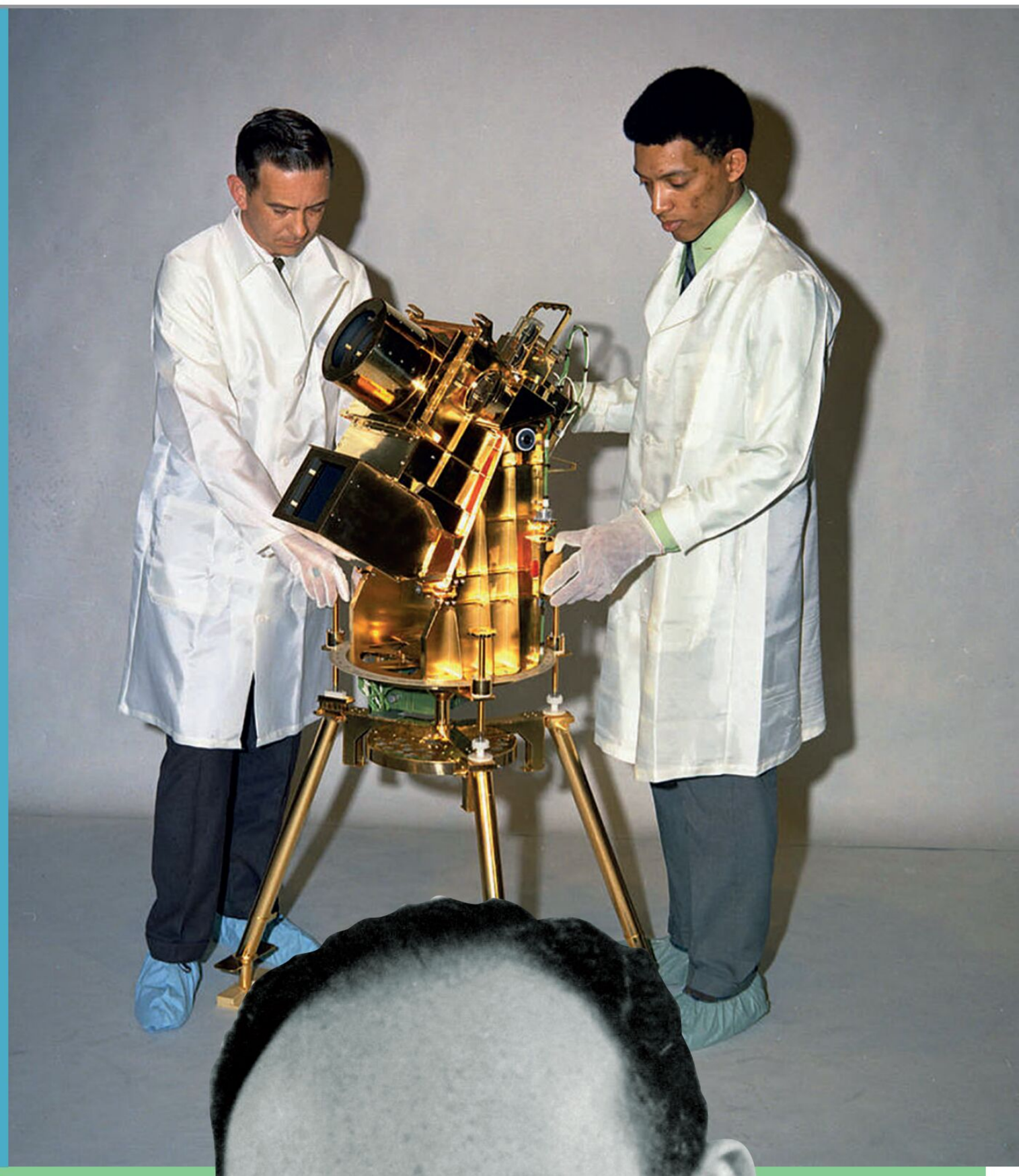
Da Drew hadde fullført doktorgraden sin, begynte han å jobbe under John Scudder, som hadde fått midler til å utvikle verdens første blodbank. Imidlertid ble det Drew som til slutt utviklet en teknikk for å gjøre blodbanken til en realitet. Drew hadde studert blodets sammensetning, væskeerstatning, transfusjon og lagring av blod, og han ble en ledende ekspert innen blod. Arbeidet hans var særlig høyt verdsatt under andre verdenskrig, for mens Storbritannia kjempet mot Nazi-Tyskland, steg antall sårede jevnt, og det samme gjorde behovet for blod som kunne gis til pasientene. Som alliert nasjon jobbet USA med prosjektet Blood for Britain, der målet var å finne en metode for å kunne sende blod over havet. Drew ble utpekt som leder for prosjektet, og sammen med Scudder utviklet han en metode for å separere plasma fra blod, slik at det kunne gis til pasienter når det ankom Storbritannia.

Ubehandlet blod må oppbevares kjølig for å kunne brukes til behandling av pasienter, men plasmaet som inneholdt elektrolytter, trengte ikke å oppbevares på samme måte. Ved å separere plasmaet fra de røde blodcellene, og deretter blande det med fysiologisk saltvann, kunne man sende det over havet uten å kjøle det ned, og likevel bruke det når det kom fram. Plasma kunne også brukes til alle pasienter, uavhengig av blodtype. I 1941 hadde prosjektet Blood for Britain tappet blod fra 14 556 blodgivere og sendt 5000 liter plasma til England.

Verdens første måne-teleskop

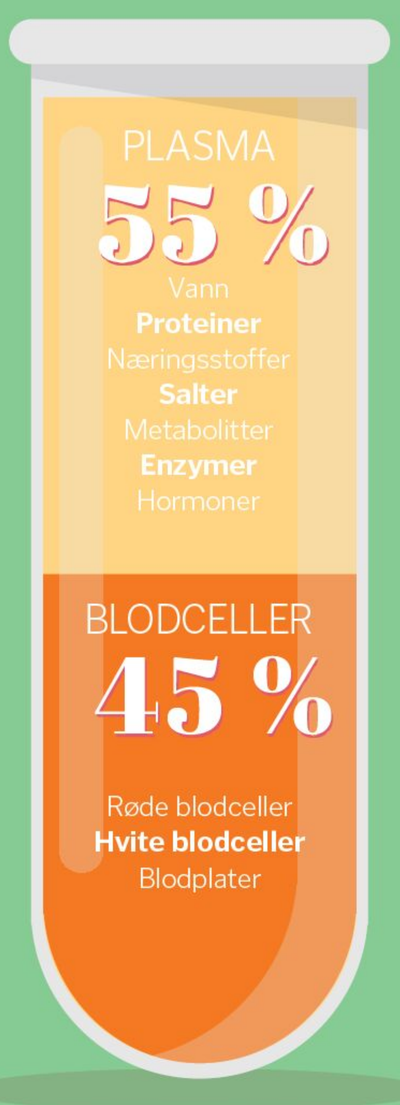
George Carruthers Født: 1939

I 1972 åpnet forskeren George Carruthers menneskehetens øyne for universet som omgir oss, ved hjelp av linsen i sitt «Lunar Surface Ultraviolet Camera». I 1969 ble Carruthers belønnet med patentet på innretningen, som tidligere var kjent som «Image Converter for Detecting Electromagnetic Radiation Especially in Short Wavelengths». Kort forklart kunne Carruthers' oppfinnelse observere Jordas atmosfære fra Månen, og man kunne få et glimt av nabostjerner og stjernetåker på grunn av strålingen de sender ut. Teleskopet ble fraktet med den tiende bemannede måneekspedisjonen, Apollo 16, og etter at det ble plassert på Månens overflate, tok det mer enn 550 ultrafiolette bilder av stjerner over hele kosmos. Vi fikk se nye stjernetåker og ukjente galakser. Carruthers' oppfinnelse samlet også inn data om Jordas atmosfære og om konsentrasjonen av forurensende stoffer i atmosfæren.



Carruthers (høyre) undersøker det ultrafiolette kameraet/spektrografen som ble det første månebaserte observatoriet.

© U.S. Naval Research Laboratory



Drews separasjons-metode

Slik ble plasma separert fra blodcellene.

1 Separasjon
Drew og teamet hans brukte sentrifugering og sedimentering til å separere plasmaet fra blodcellene.

2 Ekstraksjon
Plasmaet fra hver giver ble så fjernet og helt i en felles beholder under ultrafiolett lys for å unngå forurensning.

3 Bakterier
For å hindre bakterievekst i plasmaet ble det tilsatt et antibakterielt middel kalt merthiolate.

4 Lagring
Plasmaet ble deretter fortynnet med fysiologisk saltvann og pakket for sending.



Drews arbeid bidro til å redde utallige britiske soldater under andre verdenskrig.
© Getty



En kur mot spedalskhet

Alice Ball 1892–1916

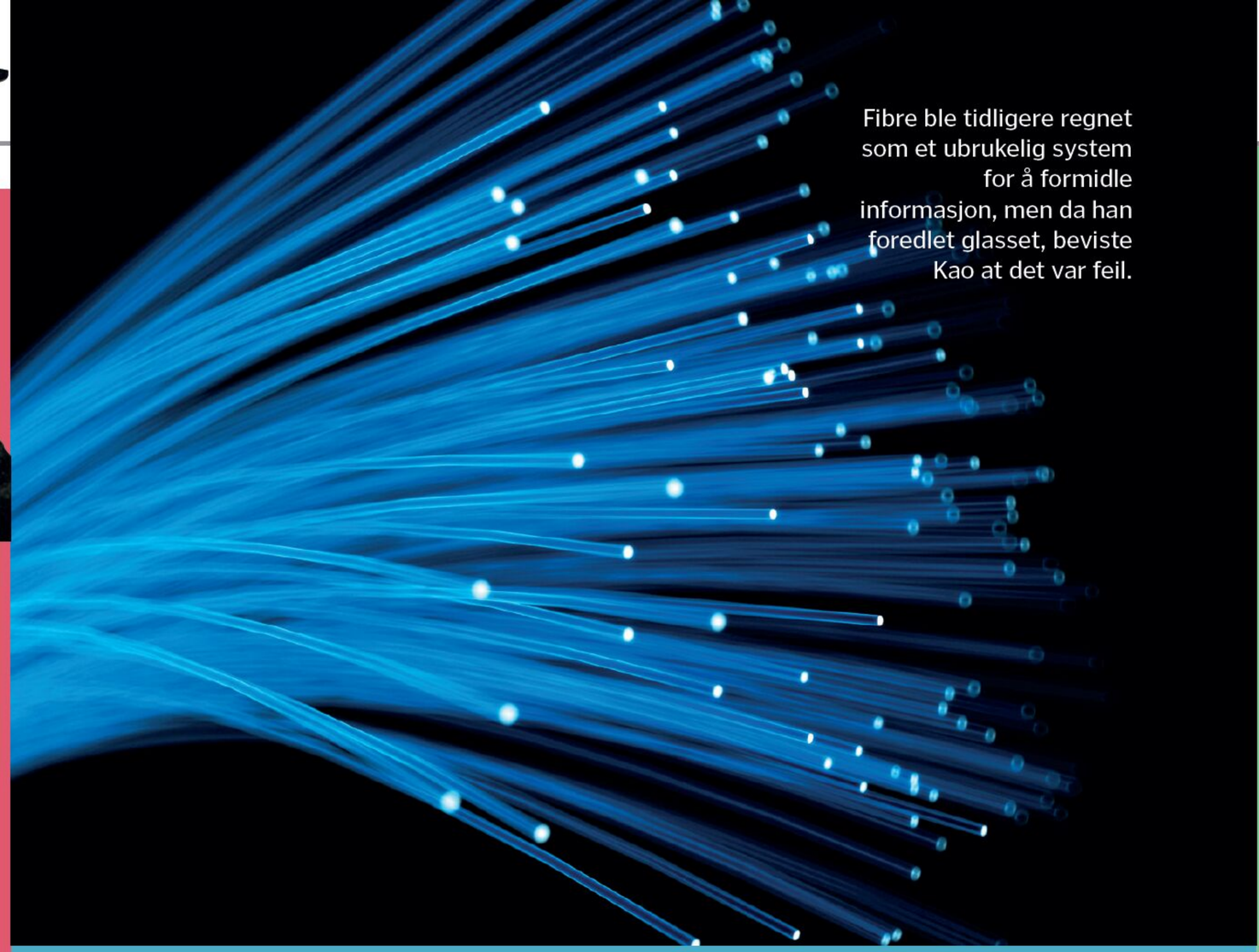
Lenge før Alice Ball ble født, gjorde lepra, eller spedalskhet som det ofte kalles, stor skade på folk over hele verden ved å forårsake nerveskader og hudlesjoner. En bakterie kalt *Mycobacterium leprae* ble utpekt som syndebukk av den norske legen dr. Gerhard Henrik Armauer Hansen i 1873. Den første behandlingen av sykdommen besto av chaulmoogra-olje. Behandlingen ble betegnet som moderne, og oljen ble både spist og gitt som injeksjoner. Selv om pasienter som fikk denne behandlingen, viste en viss grad av bedring, hadde behandlingen store bivirkninger, som subkutane sår og kvalme. Og situasjonen ble ikke bedre før Alice Ball kom på banen med en revolusjonerende ny behandlingsmetode.

Ball hadde gjort seg bemerket under studiene og var den første afrikansk-amerikanske kvinnen som gikk ut av universitetet på Hawaii med en mastergrad i kjemi. Ball ble lagt merke til av dr. Harry Hollmann, assisterende kirurg ved Kalihi Hospital, et behandlingssenter for leprapasienter, og hun begynte å arbeide med å finne en ny metode for å isolere det aktive stoffet i oljen. Ball konsentrerte seg om å finne en metode for å isolere den medisinsk nyttige komponenten i oljen, slik at man ikke lenger trengte å bruke oljen i behandling av pasientene, og hun klarte å lage en vannløselig injeksjonsvæske som ble brukt til å behandle leprapasienter helt fram til 1940-tallet.

Dessverre døde Ball bare 24 år gammel, før hun rakk å publisere arbeidet sitt, så det var kollegaen hennes, Arthur L. Dean, som fikk æren for det revolusjonerende arbeidet, etter at han unnlot å nevne Balls bidrag til «Deans metode». Ball fikk imidlertid oppreisning da Hollmann kalte hennes banebrytende vitenskapelige framgang for «Balls metode».



Chaulmoogra (*Hydnocarpus wightianus*) er et eviggrønt tre som er vanlig i regnskogen i Sør-India.



Fibre ble tidligere regnet som et ubrukelig system for å formidle informasjon, men da han foredlet glasset, beviste Kao at det var feil.

Han ga bredbånd til folket

Charles Kuen Kao 1933–2018

Charles Kuen Kao er kjent som fiberoptikkens far som revolusjonerte internettets hastighet. Midt på 1960-tallet foreslo Kao en ny måte å levere informasjon på, nemlig ved å sende lys gjennom fiberoptiske kabler. Kablene besto av et langt glassrør som lys kunne sendes igjennom. Nå tror du kanskje at lyset vil kunne skinne gjennom glasset og forsvinne, men Kao foredlet glasset på en slik måte at veggene i røret fungerte som et speil for lysfotonene. På denne måten kunne lyset sprette fram og tilbake i røret, men likevel fortsette i riktig retning, et fenomen som kalles total intern refleksjon. Ved hjelp av Kaos metode kan informasjon i form av lys sendes over lange distanser, noe som er perfekt med tanke på telekommunikasjon.

Kao ble født i Shanghai i Kina, men han flyttet til England og fullførte en doktorgrad i elektroingeniørarbeid ved universitetet i London i 1965.



Hun knekket HIV-virusets genetiske kode

Flossie Wong-Staal 1946–2020

Flossie Wong-Staal flyttet til California fra Hongkong da hun var atten, for å studere bakteriologi ved universitetet i California. Hun ble uteksaminert i 1968 og fullførte en doktorgrad i molekylærbiologi fire år senere.

Wong-Staal tok med seg sin nyervervede kunnskap til National Cancer Institute i Maryland i 1973, der hun ble en del av teamet som først oppdaget årsaken til sykdommen hiv. Oppdagelsen ble offentliggjort av et fransk team som tilfeldigvis gjorde den samme oppdagelsen samtidig, men Wong-Staal fikk likevel en akademisk utmerkelse da hun ble den første som lyktes med å klone hivviruset.

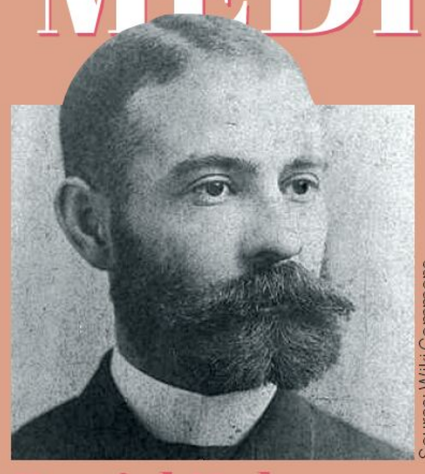
Til forskjell fra andre virus kan ikke hivsmitte forhindres ved hjelp av en vaksine, og Wong-Staal tenkte at det måtte ha noe med virusets genetiske egenskaper å gjøre. Selvfølgelig hadde hun rett, og derfor klarte hun å klone viruset og kartlegge virusets genetiske egenskaper. Slik banet hun vei, både for utviklingen av en effektiv behandling av sykdommen og for utviklingen av en blodprøve som kan påvise viruset hos pasientene.



Source: Wiki Commons

Hivviruset angriper T-lymfocyttene som er en viktig del av immunforsvaret vårt.

MEDISINSKE GJENNOMBRUDD



Source: Wiki Commons

Daniel Hale Williams

Williams ble den første kardiologen som klarte å reparere perikardiet, bindevevsposen som omgir hjertet, under en åpen hjerteoperasjon i 1893.



Source: Wiki Commons

Ernest Everett Just

Just gjorde banebrytende forskning innen befruktning og fosterutvikling. Arbeidet hans tydeliggjorde celleoverflatens betydning under cellenes utvikling.



© Getty

Percy Lavon Julian

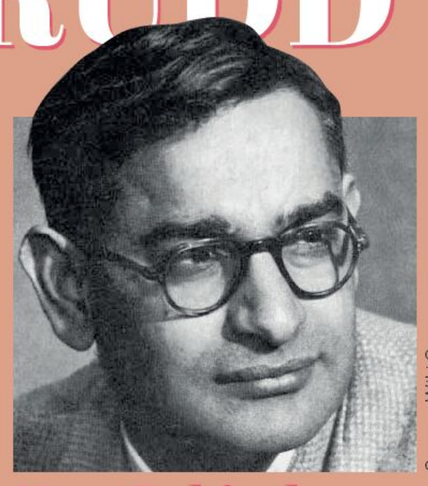
Julians arbeid med planter gjorde ham til en pioner innen arbeidet med å framstille syntetiske medikamenter. I 1935 var Julian den første som framstilte syntetisk fysostigmin fra kalabarbønner for å behandle grønn stær.



Source: Wiki Commons

Marie Maynard Daly

Daly var den første afrikansk-amerikanske kvinnen som fullførte en filosofisk doktorgrad i kjemi i USA, og senere oppdaget hun sammenhengen mellom høyt kolesterol og tette arterier.



Source: Wiki Commons

Har Gobind Khorana

Khorana ble født i India og var den første som framstilte et kunstig gen fra en levende celle. Khorana knekket den genetiske koden og avslørte nukleotidenes viktige rolle i proteinsyntesen.

ARKOLOGIER
MORGENDAGENS BYER

Kan selvforsynte storbyer gi kloden vår nytt liv?

Av **Ailsa Harvey**



© Getty

Som art lever vi av og til i vår egen lille boble. Vi dekker de forskjelligste behov ved hjelp av ressursene som står til rådighet, og dette har fått stor innvirkning på kloden. Nå er det utarbeidet planer for å bruke boblen vår på en mer gunstig måte. Tanken er bokstavelig talt å leve i en boble.

For å livberge befolkningen uten å skade Jorda, kan vi snart flytte inn i nyutviklede byer som kalles arkologier. Det arbeides med mange forskjellige varianter av livsmiljøer, men de fleste av dem innebærer naturlige, alternative metoder til å skaffe nok energi til dem som bor der.

Arkologi er et futuristisk initiativ som tar sikte på å samle bosetning i selvforsynte byer som begrenser menneskenes innvirkning på miljøet. I 1969 ble navnet og ideen lansert av Paolo Soleri, som ville forene arkitektur-konsepter med økologi. Tanken hans handlet om å dekke befolkningens viktigste behov i et miljøvennlig anlegg. Vår tids arkitektur innebærer at nåværende byer domineres av lave bygninger og bilavhengig transport. I Soleris alternativ skal kjempebygninger settes opp for å utnytte plassen så godt som mulig. De fleste arkologianlegg har høye bygg med plass til tusener av mennesker.

Men hvordan vil disse gigantiske livsmiljøene redusere vår innvirkning på kloden? De skal være tett befolket, slik at store mengder energi kan utnyttes på et relativt lite område. Soleris første design omfattet betongkupler som skulle plasseres slik at de fanget inn mest mulig lys og varme fra Sola til enhver tid, selv når Sola sto lavest på himmelen og om vinteren. Dette hadde den ekstra fordelen at det ga skygge om sommeren.

En av ulempene med å ha mange forskjellige arkologier er kompatibilitetsproblemet. Før verden binder seg til disse livsmiljøene, må alle de viktigste behovene våre dekkes innenfor disse anleggene, også kravet om å opprettholde forbindelsen med utenverdenen på et vis. Ingen liker å føle at de sitter i bur, så

Brød til massene

Hvor skal alle disse arkologiboerne få mat fra? En av de foreslåtte løsningene er en loddrett gård. Dyrket mark opptar omtrent elleve prosent av klodens landareal i dag, men hvis vi stabler åkrene oppå hverandre, kan vi bruke det samme området på flere plan slik at mer plass kan bli igjen til naturen.

Denne løsningen har en imponerende femten etasjers gård med et totalt dyrkbart areal på 5200 kvadratmeter. Bygningen er delt opp i fløyer for å fange mest mulig sollys. Den kan dekke det fundamentale næringsbehovet for 1000 personer, og med plantebasert kosthold ville vi redusere de skadelige utslippene.

Det hører med til prosessen at arkologiboerne hjelper til i produksjonen. Ved kloakk- og avfallsbehandlingen utvinnes metan som brukes til å drive generatorer. Systemet har andre løsninger som sikrer at ikke noe materiale går til spille. Eventuelt vann som ikke brukes i plantedyrkingen, samles i bunnen av anlegget eller kondenseres i avfukterutstyr og føres tilbake til boligseksjonene for å brukes på andre måter.



Det meste av vannet som brukes av planter, kommer ut igjen i form av dunst. Da kan avfuktere samle vann til beboerne.

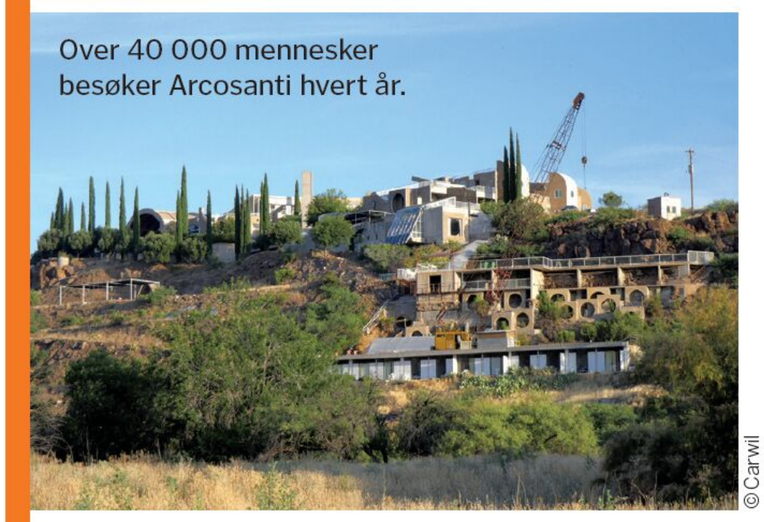
© Mathew Knegt

for å takle dette problemet utvikles bussløsninger til å reise mellom anleggene med. Dessuten kan noe av klodens naturlige miljøer legges inn i anleggene.

Det går an å beregne arkologienes positive virkninger, men det er vanskeligere å forutse om det kan virke uheldig inn på miljøet å isolere oss fra resten av kloden. Om en fysisk sperring skiller arten vår fra omgivelsene, er det umulig å vite hvordan dette vil påvirke vårt økologiske forhold til andre organismer. Derfor er arkologier mye mer enn bare en arkitektonisk utfordring, de representerer en betydelig forandring for hele kloden.

Dagens arkologiløsninger

Selvforsynte bosetninger planlegges allerede over hele verden.



Over 40 000 mennesker besøker Arcosanti hvert år.

© Carwil

Arcosanti

Sted: Arizona

Denne arkologien for 5000 personer er tegnet av Paolo Soleri selv, og den har vært under kontinuerlig bygging siden 1970. Den ligger i over 1000 meters høyde i en avsides ørken, og brukes for tiden som prototype til å demonstrere arkologiens muligheter for mange tusen tilreisende hvert år.



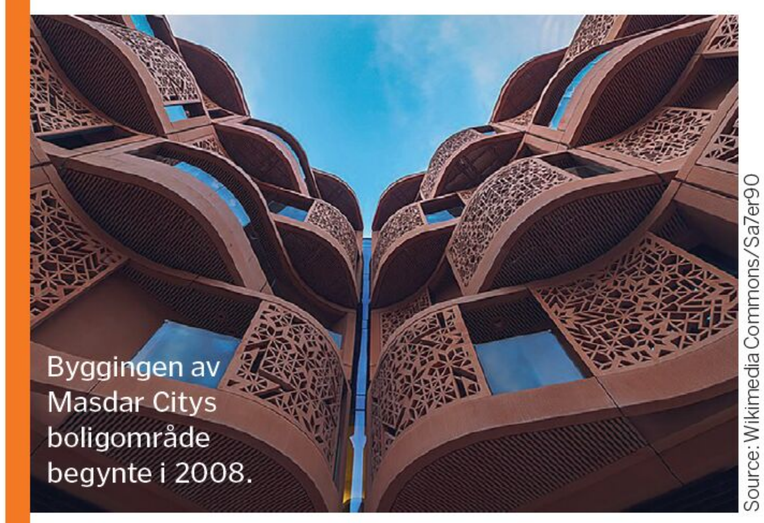
Krystalløya skal inneholde en skole for 500 elever.

© Foster & Partners

Krystalløya

Sted: Moskva

Denne arkologien er for tiden satt på vent. Den skal ha større samlet bruksareal enn noen bygning på Jorda, 2,5 millioner kvadratmeter. Bygningene skal innhylles i et gigantisk, pustende telt. Om vinteren skal teltet være lukket for å holde på varmen, mens det åpnes om sommeren for å kjøle anlegget.



Byggingen av Masdar Citys boligområde begynte i 2008.

Source: Wikimedia Commons/Sa7er90

Masdar City

Sted: Abu Dhabi, Emiratene

Dette anleggets hovedmål er å redusere drivstofforbruk og forurensning. Det drives helt og holdent av fornybare energikilder som solpaneler, vindfarmer og bergvarme. Dessuten har det et soldrevet avsaltingsanlegg som skaffer rent ferskvann, og mesteparten av vannet skal resirkuleres og brukes om igjen.



Bygningens åtte moduler kan forlenge de hydrauliske beina og kompensere for dyp snø.

© Hugh Broughton Architects

Halley VI forskningsstasjon

Sted: Antarktis

I fjerne områder av det klimafølsomme Antarktis bruker forskerteam allerede selvforsynte anlegg i det krevende miljøet. Denne forskningsstasjonen drives av British Antarctic Survey og brukes til værobservasjon fra bakken, atmosfæren og fra rommet.



Takket være ryggsøylekonstruksjonen kan denne arkologien endre fasong for å bevege seg framover.

© Gianluca Santosuosso

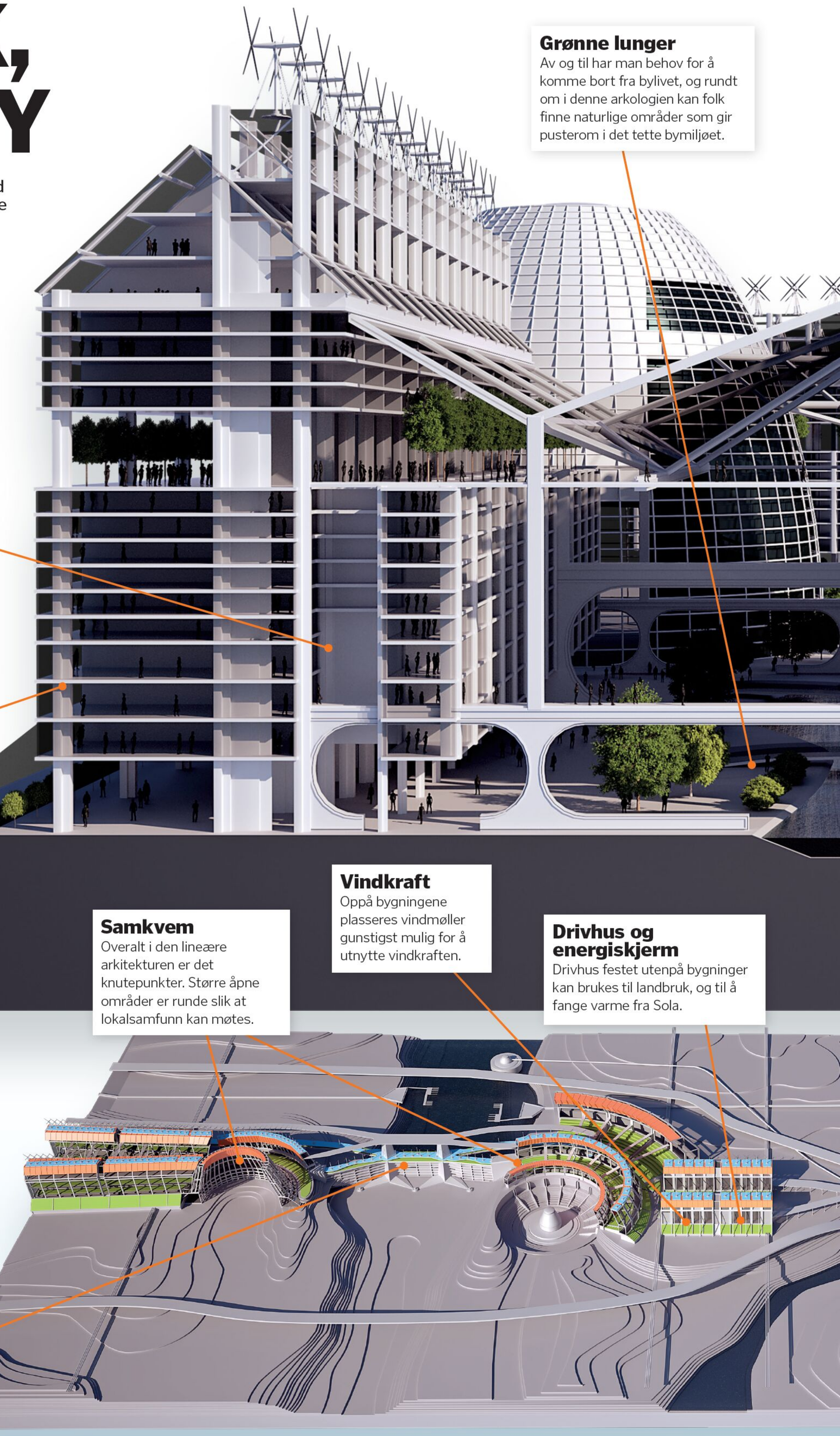
HYPERcay

Sted: Til havs

Dette bygningskonseptet er inspirert av cruiseskip, men det handler ikke bare om ferie og fritid. Arkologien er selvforsynt med solpaneler, kjøkkenhager og oppsamling av regnvann, og den flyter på vannet, slik at menneskeheten kan tilpasse seg stigende havnivå. Den skal bruke sin unike fasong til å skape framdrift.

EN SLANK, LINEÆR BY

Denne foreslåtte arkologien kombinerer bylivet med naturen. Den er et miljøvennlig boliganlegg som ikke isolerer sitt interne samfunn fra andre bosetninger.



Grønne lunger
Av og til har man behov for å komme bort fra bylivet, og rundt om i denne arkologien kan folk finne naturlige områder som gir pusterom i det tette bymiljøet.

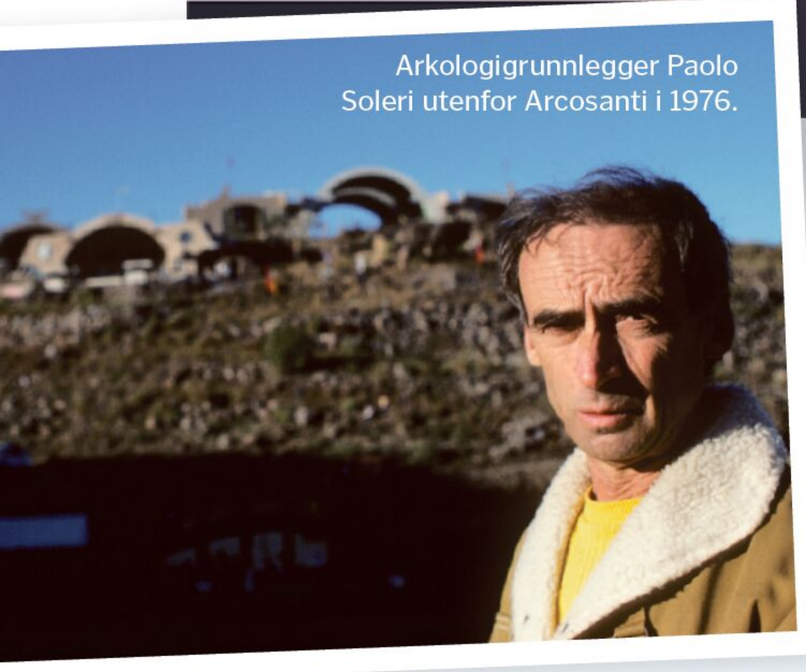
Lyssjakt
For å få mest mulig boflate ut av et område må noen beboere oppholde seg i rom dypt nede i sentrum av anlegget. Lyssjakter slipper inn dagslys til områder som ellers ikke ville hatt naturlig lys.

Hovedbygning
To 20 etasjers hovedbygninger på mange kilometers lengde skal bygges modulvis. Disse modulene kan huse 3000 beboere hver.

Vindkraft
Oppå bygningene plasseres vindmøller gunstigst mulig for å utnytte vindkraften.

Samkvem
Overalt i den lineære arkitekturen er det knutepunkter. Større åpne områder er runde slik at lokalsamfunn kan møtes.

Drivhus og energiskjerm
Drivhus festet utenpå bygninger kan brukes til landbruk, og til å fange varme fra Sola.



Arkologigrunnlegger Paolo Soleri utenfor Arcosanti i 1976.

© Getty

Flerfunksjonsbro
Broer brukes vanligvis for å få forbindelse mellom to områder, men de kan også fungere som akvedukter som lagrer vann som en kunstig elv.

Dette er New Orleans Arcology Habitat (NOAH), en flytende konstruksjon med en slik form at vinden kan blåse gjennom den.



© E. Kevin Schopfer

Arkitekt Richard Buckminster Fuller tegnet denne arkologien i 1971, og beskrev den som «en praktisk måte for mennesker å leve økonomisk sammen på».



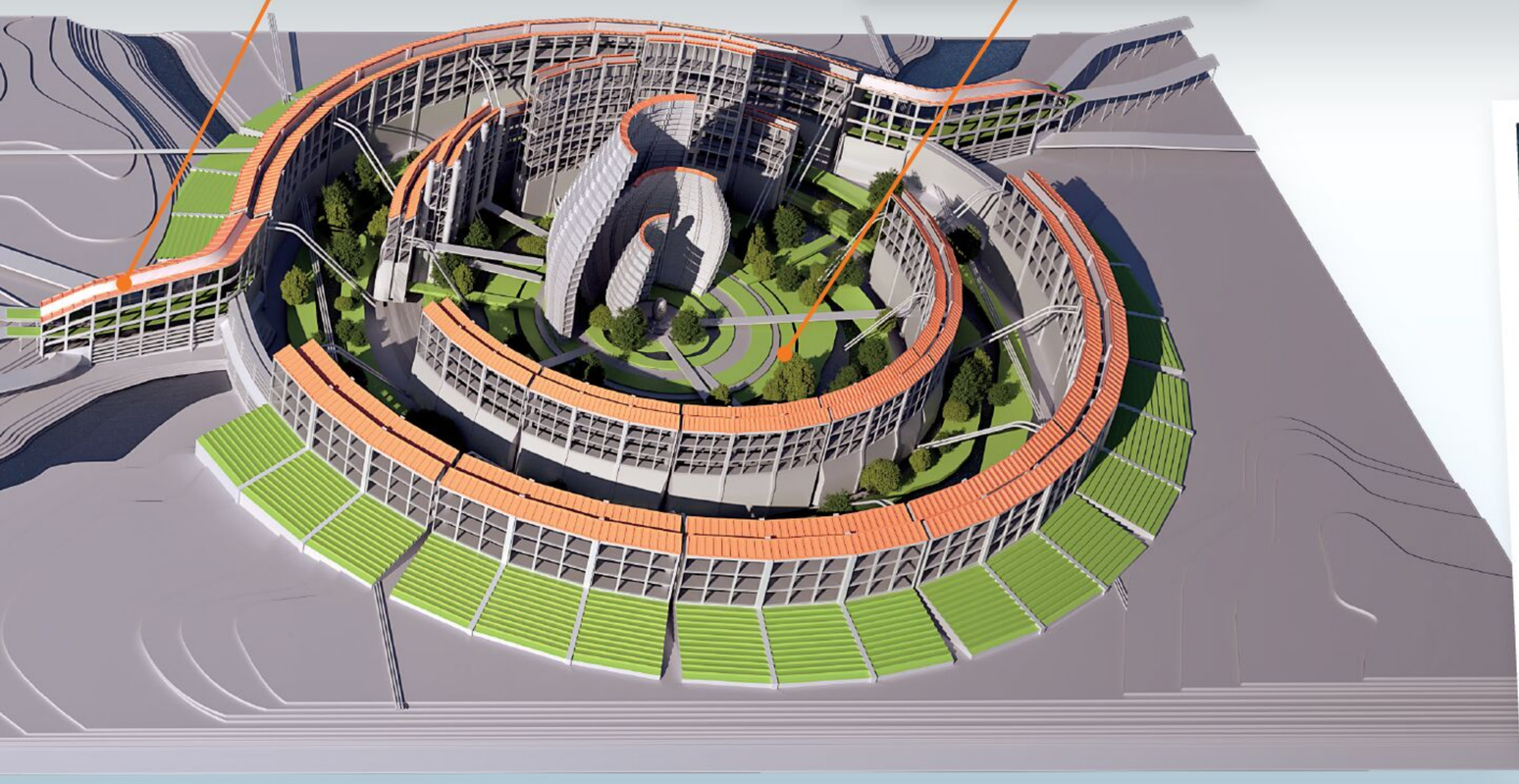
© Steve Yelvington

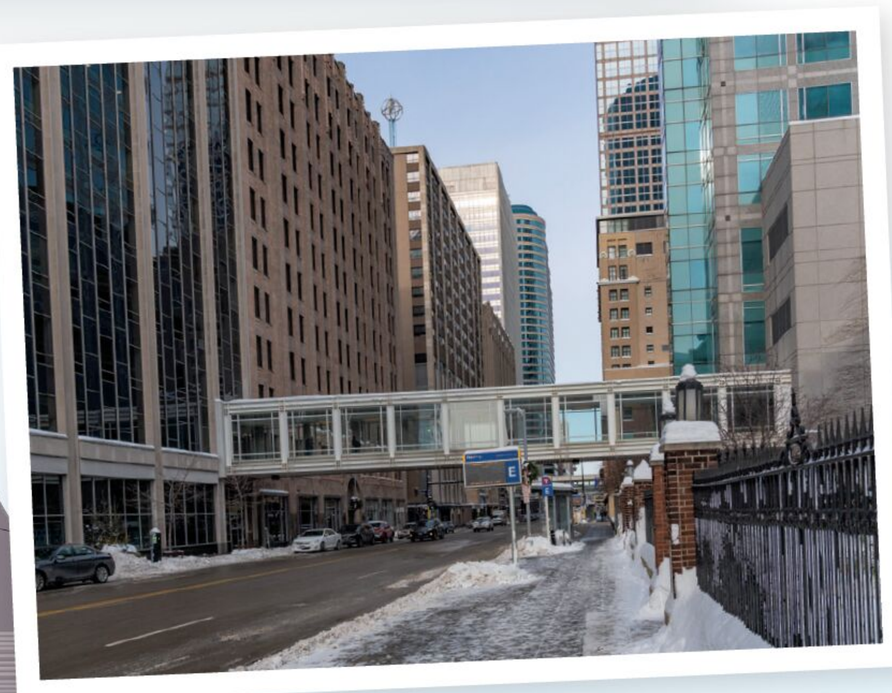
Soldrevet
Alt sollys som treffer arkologien brukes til å produsere fornybar energi ved hjelp av solpaneler.

Kollektivtransport
Å gå er den viktigste formen for transport i denne byen. Men det finnes lokalbusser og rullende fortau som frakter folk til andre arkologier eller moduler.

Bekker
I rekreasjonsområder sørges det for dammer og rennende vann. Dette vannet brukes til dyrking også, og det strømmer til renseanlegg.

© Illustration by Nicholas Forder





© Tony Webster

Gangbroer i Minneapolis viser hvordan enkelte byer allerede benytter forbundet arkitektur.



Konstruksjonene kan bruke lagret solenergi til å danne strålende lysshow om kvelden.

© shiftboston.org



© Shift boston



© Shift boston

I tillegg til vippehuskene kan det bli satt opp hagegynger som høster ekstra energi fra mennesker.

Kunstige trær mot karbontrusselen

Disse menneskeskapte trærne kan motvirke befolkningens økende klimautslipp.

Hver dag øker Jordas befolkning. Menneskene tar opp mer og mer plass og øker behovet for naturressurser. Ikke nok med at vi forbruker mer, de økende biproduktene av livsstilen vår er med all sannsynlighet en trussel mot klimaet. Bare ved å puste, en selvfølgelig del av det å leve, produserer vi stadig større mengder karbondioksid.

Trær og dyr regulerer klodens atmosfære gjennom en intrikat balansegang.

Vi er avhengige av at verdens skoger skal puste og oppta store mengder karbondioksid som mennesker og dyr avgir. Planter bruker den prosessen til å skape sin egen energi.

Dette systemet virker foreløpig, men hva skjer når befolkningen på Jorda vokser og forurenser atmosfæren med fossilt drivstoff samtidig som skogene krymper? Hvis denne utviklingen fortsetter, blir balansen forstyrret. Den globale oppvarmingen vil føre til ekstreme værforhold, varmere hav, sur nedbør og utryddelse av tusentalls arter. Menneskelig aktivitet har bidratt til de høyeste karbondioksidnivåene på 800 000 år. Men kan vi hjelpe planeten med å redusere vår innvirkning på atmosfæren?

Én mulighet som undersøkes er å erstatte trærne som hugges med kunstige trær. Lenfest Center for Sustainable Energy ved Columbia-universitetet produserer slike trær til bruk i Boston, og de etterlikner plantenes evne til å forandre lufta. Vi kan ikke få eksisterende trær til å arbeide overtid, så hvorfor ikke lage våre egne?

> «Gjør samme jobb som trær, men 1000 ganger raskere»

Disse plasttrærne drives av solenergi øverst og bevegelsesenergi nederst, og de kan filtrere ut de skadelige mengdene av karbondioksid i lufta rundt seg. De absorberer karbondioksid og avgir pustbart oksygen på samme måte som naturlige trær, men 1000 ganger raskere.

Disse interessante, falske trærne trekker også nytte av mennesker som oppholder seg rundt dem. Når folk bruker vippehuskene som er bygd under dem, genererer de strøm som hjelper de kunstige trærne å skjøtte den viktige oppgaven sin.

Trærnes konstruksjon

Jobben med å forvandle karbondioksid til oksygen gjøres i naturen av de 60 000 treartene vi kjenner til. Men hvilken av disse spesialiserte organismene ble brukt som forbilde for plasttrærnes konstruksjon?

Grunnlaget for Boston-treets fasong er hentet hos arten drageblodstre. Disse trærne har flere gunstige egenskaper. De har brede greiner for å kunne føre større mengder kvae gjennom dem, og de har innebygde filtreringssystemer.

Drageblodstreets oppbygning med høyt tyngdepunkt gjenspeiles også i konstruksjonen. Kunsttrærnes paraplyformede utseende innebærer at de kan bære store solpaneler. Det fremste målet var å skape et mest mulig effektivt system med best mulig plassutnyttelse. Når en størst mulig flate kan oppfange lys, trengs mindre energi fra vippehuskebrukerne. Denne kombinerte bruken av plass til energiproduksjon og luftfiltrering har ført til at ett kunsttre har like stor virkning som 1000 ekte trær.



Trærne er inspirert av drageblodstrær. Formen bidrar til å oppta så mye sollys som mulig.

© Getty

Slik filtrerer kunstige trær

Virkemåten til de kunstige innretningene med et naturlig formål

Solpaneler
På oversiden har kunsttrærne paneler som henter den nødvendige energien fra sollyset slik ek¢te trær gjør. Men i motsetning til planter omdanner kunsttrærne energien til strøm.

Kvae
Den kunstige kvaen forbinder seg med kalsiumkarbonat, en reaksjon som trekker karbon ut av lufta og danner natriumbikarbonat, det vil si bakepulver.

Luftfiltre
Når lufta går gjennom plastfiltrene, trekker negative hydroksidioner til seg karbondioksiden og binder molekylene.

Plastgreiner
Disse filtrene inni treets greiner er basert på menneskelunger. Greinenes mange kontaktpunkter gir et større område som kan absorbere gass.

Miljøvennlig struktur
Trærne er lagd av resirkulert plast fra drikkeflasker.

Livsblod
Kvae og vann strømmer gjennom kunsttreets kretser.

Stamme
Den solide sokkelen er av metall.

Menneskekraft
Vippehusker plassert ved foten av treet fungerer som lekeplass for barn og andre forbipasserende, og høster bevegelsesenergi fra leken.

Soldrevet pumpe
Strømmen fra solpanelene driver en pumpe nederst i treet. Den beveger kvae og andre stoffer i hele konstruksjonen.

© Illustration by Nicholas Forder

EN TREDEL

av utslippet til fossilt brennstoff ble tatt opp i klodens skoger mellom 1990 og 2007.

20 %

av verdens oksygen kommer fra regnskogen i Amazonas.

KARBONDIOKSID SOM FANGES OPP AV KUNSTTRÆR KAN BRUKES TIL RENTBRENNENDE KARBONBASERT DRIVSTOFF.

36

bilers utslipp kan absorberes av ett kunsttre hver dag.

OMKRING TI MILLIONER KUNSTTRÆR VILLE OPPTA 12 % AV KARBONDIOKSIDEN MENNESKER PRODUSERER HVERT ÅR.

18 PERSONER

kan leve av oksygenet fire mål trær produserer.

Hvorfor lever dyr sammen?

Forskjellige organismer kan ha fordel av å leve med hverandre – men er ordningen alltid rettferdig?

Av **Scott Dutfield**



© Alamy



Nilkrokodiller bruker fjærkledde tannleger til å rense tennene.



Pollinering er et perfekt eksempel på gjensidig nytte mellom to organismer.

© Getty

Skjult i Nilens grumsete vann stikker en krokodille forsiktig øynene og neseborene opp av vannet. På elvebredden hakker en brokkfugl i bakken.

Med blikket naglet til den fjærkledde kroppen padler krokodillen mot den intetanende fuglen og kryper inn på bredden. Der åpner den kjeften på vidt gap og blotter rader av sylskarpe tenner. Da kommer brokkfuglen løpende som for å hilse kjempekrypdyret velkommen. I stedet for å være livredd begynner den å hakke krokodillen mellom tennene, der den finner blodmidd og kjøttrester. Krokodillen bryr seg ikke om den nebbete tanntrådbehandlingen, den blir rolig liggende og vente på at brokkfuglen skal gjøre seg ferdig.

Dette samspillet mellom fugl og krypdyr, der begge har nytte av tannrensen, er et klassisk eksempel på symbiotiske forhold. «Hjelper du meg, så hjelper jeg deg.» Det ligger til grunn for mange symbiotiske forhold i naturen som kan være gunstige for begge dyr. Men ikke alle kompaniskap er likeverdige.

Prinsippet symbiose ble første gang beskrevet i forbindelse med lav, en planteliknende organisme som består av både sopp og alger. Etter hvert ble samme betegnelse brukt på forskjellige dyr som levde i forhold begge parter hadde nytte av, og senere er begrepet utvidet til å dekke tre forskjellige typer forhold: mutualistisk, kommensalistisk og parasittisk. Kategoriene beskriver hver sine grader av nyttig samkvem. Når to organismer har gjensidig nytte av et forhold, kalles det mutualisme. Nytteverdien av å ha en kompis handler i dyreriket helst om føde, beskyttelse og transport. Mens det ene dyret, som den egyptiske brokkfuglen, har nytte av et godt måltid, har det andre dyret nytte av å få utøy fjernet.

Eksempler på denne formen for symbiose finnes det mengder av i dyreriket. På grunt vann i Stillehavet går for eksempel skalldyr og sjøanemoner sammen om å danne havets eneste heiagjeng-krabbe. Denne muntre skapningen

«Mange symbiotiske forhold i naturen kan være gunstige for begge dyr»

Tre typer symbiose

Mutualisme
Dette er når begge parter har nytte av forholdet, for eksempel når de bytter beskyttelse mot føde.

Kommensalisme
Bare den ene parten har nytte av samkvemmet med den andre, men uten å volde ulempe, som ved å la seg transportere.

Parasittisme
Den ene parten har nytte på bekostning av den andres helse, som når midd suger blod av et vertsdyr.

kalles ofte pompom-krabbe fordi den tar to anemoner fra havbunnen og holder dem i klørne. Disse anemonene er kjent for å svi, så de gir krabben beskyttelse og en ny måte å fange mat på, mens anemonene får en gratis tur rundt i vannet for å ete organismer. Det samme prinsippet gjelder mange forskjellige vesener i sjøen, som forholdet mellom klovnefisk og anemoner.

Også på tørt land finner vi eksempler på mutualisme over hele verden, fra oksehakkerfuglen som tar seg av midden i sebraører til prærieulvers og grevlingers jaktfellesskap. Men en av de mest utbredte formene for mutualisme finner vi i et globalt kompaniskap mellom planter og dyr, nemlig pollinering. Her mesker en art av fugl, pattedyr eller insekt seg med nektar fra planter mens de gnir seg mot plantenes pollen eller frø, som så spres av dyret når det beveger seg videre. Ved å fly innom mange blomster avsetter biene pollen og befrukter planter når de er ute og samler nektar, mens hjortedyr kan spre frø i lorten når de har spist næringsrik frukt.

Men det finnes forhold hvor bare det ene dyret har nytte av samkvemmet, og de kalles kommensale. Det er en ensidig ordning, men en art trekker nytte av en annen uten å gjøre den noe vondt. Ofte henger mange lange fisk seg på buken til en hvalhai. Disse havets haikere kalles sugefisk, og ved hjelp av en spesialmodifisert ryggfinne kan de feste seg til større fisk for å komme lett fram. Sugekoppfinnen har små, ufarlige spindler og skaper akkurat nok friksjon til å henge fast på en skjellkledd kropp. Sugefisken kan raskt koble seg løs ved å endre finnens form en smule. Haien har ikke noe utbytte av denne haikingen, men sugefisken sparer energi, og

«En art trekker nytte av en annen uten å gjøre den noe vondt»



©Getty

Klovnefisk får beskyttelse av anemonens tentakler og jager til gjengjeld fisk som kan ete anemonen.

Mikroskopisk mutualisme

Noen ganger kan to arter samarbeide så godt at de danner en helt ny organisme.

Alger
Algeceller ligger mellom soppfibre og driver fotosyntese, der avfallsproduktet er enkle sukkerarter som nærer soppen.

Reproduksjon
En sopp reproduserer seg gjerne ved å slippe løs sporer. I dette livsvarige vennskapet avgir lav fortsatt sporer for reproduksjon, men med de sporene følger algeceller.

Sopp
Lav består av to forskjellige typer sopp, og til gjengjeld for at de får fortære algenes biprodukter, gir de algene en fysisk struktur. Forskerne har kommet til at soppen muligens gir UV-beskyttelse også.

© Science Photo Library



Denne pompom-krabben bruker hansker lagd av anemoner til å slåss mot fiender og skaffe seg føde.

© Getty



I et kommensalistisk forhold eter kuhegrer insektene som kveget har forstyrret.

© Getty

Bondemaur

Landbruk virker som noe bare mennesker kan praktisere, men visse maurarter bygger gårder hvor de holder bladlus. Lusene brukes på samme måte som melkekyr; maurene røkter bladlusene og eter sekretet deres.

Når bladlus jafser i seg vegetasjon, skiller de ut den søte saften honningdugg som biprodukt, og den smaken er maurene glad i. Til gjengjeld beskytter bondemaurene bladlusbesetningen sin strengt. Som en sikkerhetsforanstaltning eter de til og med eggene til bladlusjegere som marihøner.

Denne melkefarmordningen kan regnes som mutualistisk, men maurene skyr ingen midler for å holde buskapen under kontroll. Bladlus kan normalt ikke fly, men hvis en koloni blir for liten eller ressursene er små, kan individer få vinger for å lete etter bedre beiter. Om det ikke kommer en maur og plukker av dem vingene først.

Forskerne har sett at maur aktivt har plukket vingene av bladlus for å holde dem i sjakk, men de har også oppdaget at et stoff i maurenes fotspor virker beroligende på bladlus slik at de går langsommere og holder seg på matta.



Maur opptrer som bønder og holder bladlusbesetningen sin i live.

5 FAKTA OM USANNSYNLIGE VENNER

1 Krabbe & pinnsvin
Disse skalldyra, som ofte kalles bærekrabber, har vært sett på vei over havbunnen med et sjøpinnsvin på ryggen. Krabben får et effektivt vern mot rovdyr, og pinnsvinet får skyss til nye beiter.



© Getty

2 Mungo & vortesvin
Når vi ser at mungoer biter etter ørene på vortesvin, knasker de i seg de mange parasittene som lever i pelsen på vortesvinet. Den ene arten får god mat, den andre får dyprens.



© Getty

3 Tarantell & frosk
En froskegruppe som kalles trangmunner deler løvet de bor i med taranteller. En antar at disse åttebeinte livvaktene beskytter froskene, og at amfibiene til gjengjeld plukker av dem utøy.



© Alamy

4 Sebra & struts
Sebraer har god hørsel og luktesans, men dårlig syn, derfor har de tydeligvis slått seg sammen med struts som en sanse-erstatning for å få øye på rovdyr. Strutsene har skarpt syn, men dårlig hørsel og luktesans, så de har også nytte av sine stripete naboer.



© Alamy

5 Kutling & reke
På havbunnen går kutling og pistolreker sammen om å skape seg et perfekt hjem. Når reka har gravd en hule i bunnen, opptrer kutlingen som livvakt mot bytteetere.



© Alamy

«Disse virvelløse markdyra svelges på larvestadiet og vokser i vertsdyrets tarmer, hvor de tar for seg av maten som fordøyes»

dessuten kan den forsyne seg med flytende rester når haien har revet i stykker et bytte.

Man har også sett at gullsjakaler som er utstøtt fra flokken sin, har fulgt en annen arts bevegelser for å vinne fordeler. De kan fotfølge tigre i håp om å legge i seg restene av kjempekattens siste bytte. Tigeren bryr seg ikke om at sjakalen dilter etter, den har verken utbytte eller ulempe av det, mens sjakalen på sin side kan få et raskt og lettvint måltid av tigeren.

Men i parasittiske forhold har den ene organismen i symbiosen fordeler på bekostning av den andre. Parasittisme betyr opprinnelig en tilbøyelighet til å spise ved andres bord, og det er ingen dårlig beskrivelse, for de fleste parasitter er blodsugere eller næringstyver. Parasitter er snyltedyr som ofte stjeler akkurat nok til å ernære seg, og mesker seg uten å drepe vertsorganismen helt. Midd og lopper, for eksempel, lever på vertsdyrets hud eller i pelsen, og drikker pattedyrets varme blod. Bare noen få dråper er nok til å holde disse ørsmå organismene i live, men de innebærer infeksjonsrisiko på grunn av bakteriene de kan overføre.

Noen parasitter arbeider innenfra og utover, som bendelorm. Disse virvelløse markdyra svelges på larvestadiet og vokser i vertsdyrets tarmer, hvor de tar for seg av maten som fordøyes, men de forsyner seg også av vevet omkring.

Men for å sikre sin stilling er det enkelte parasitter som har utviklet seg til en fysisk del av vertsdyret. Fiskebjørnen, et lite leddyr som lever i sjøen, gjemmer seg i fiskekjefter og erstatter langsomt tunga til vertsfisken, og der blir den værende for alltid. Denne parasitten har tatt begrepet utbytting til helt nye høyder – i 2014 forskrekket den en brite da han fikk se et par øyne som stirret på ham fra munnen til en havabbor han hadde kjøpt i ferskvaredisken på nærmeste supermarked.



Hva kalles nå dette skalldyret? Har det på tunga ...

Denne fiskebjørnen erstatter vertsdyrets tunge.

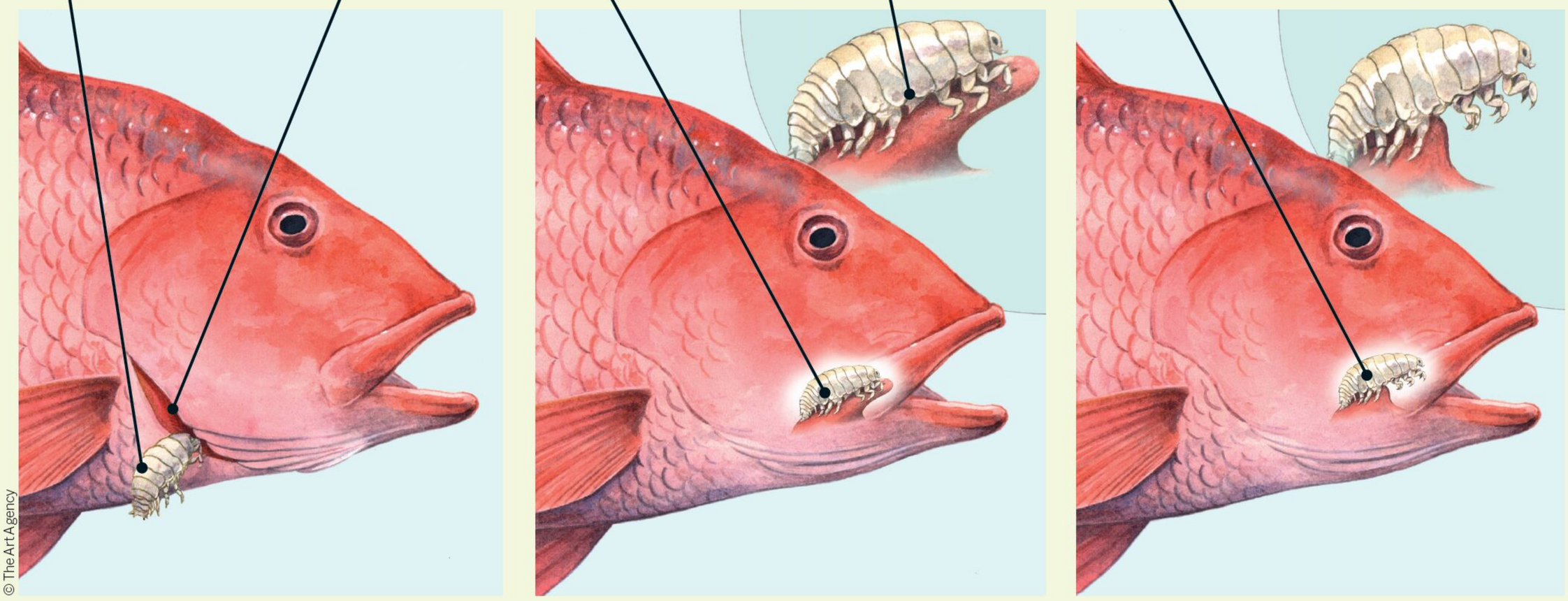
Tungekyssere
Det er omkring 380 tungespisende arter i havet, hvorav noen foretrekker fisk.

Gjennom gjellene
Cymothoa exigua trenger inn gjennom gjellene på en fisk og tar seg fram til tunga.

Godt grep
Nå griper parasitten tunga med beina og klamrer seg hardt fast.

Glupsk
Det lille krepsdyret begynner å suge blod av tunga.

En venn for livet
Cymothoa exigua drikker aldri nok blod til å drepe fisken, men forsyner seg helt til den opprinnelige tunga har visnet vekk. Da blir den hengende der som pseudotunge livet ut.



© The Art Agency



Sugefisk fester seg til buken på en større fisk og får gratis skyss gjennom vannet.

© Getty

Parasittforeldre

Å fostre avkom i dyreriket kan være slitsomt. Å lete eller jakte etter mat, beskytte ungene mot bytteetere og sørge for at de lever lenge nok til å bli fullverdige voksne, det er oppgaver som ikke alle arter vil påta seg.

Den europeiske gjøken satser på å sette bort det ansvaret til andre, noe som kalles hekkeparasittisme. Disse store fuglene fjerner et av eggene til en annen fugl og plasserer sitt eget der i stedet. Når den temmelig egenartede ungen klekkes, begynner den å skubbe de andre eggene ut av fosterforeldrenes reir og blir alene om å nyte omsorgen deres. Fosterforeldrene aner ikke ugler i mosen, de fortsetter å mate og beskytte ungen til den er fullt utvokst og flyr fra reiret.



© Alamy

En tolv døgn gammel gjøkunge mates av en rørsanger som er fosterforelder uten å vite det.



Disse tungespisende parasittene stjeler bokstavelig talt deler av kroppen til en fisk og erstatter den med seg selv.

© Alamy

Wilhelm Röntgen var fysiker og maskiningeniør.

«Røntgen hadde gitt legene en ny måte å undersøke pasientene på»

I Röntgens hjemby, Remscheid, ligger et museum tilegnet Wilhelm Röntgen.



Et livs verk

Maskiningeniørens vei mot en usannsynlig oppdagelse

1845
27. mars ble Röntgen født i Lennep i Preussen, i dag Remscheid, Tyskland.

1848
Da han var tre år gammel, flyttet Röntgen til Apeldoorn i Nederland sammen med familien sin.

1862
Han begynte ved Utreht tekniske skole, men ble senere utvist etter å ha blitt beskyldt for et pek som egentlig var gjort av en annen elev.

1869
Röntgen ble uteksaminert fra universitetet i Zurich med en doktorgrad i eksperimentell fysikk.

Wilhelm Röntgen

Det denne mannen oppdaget ved et uhell, ga medisinsk personell et svært viktig diagnostisk verktøy

Wilhelm Conrad Röntgen var enebarn og ble født inn i en familie av klutehandlere og handelsmenn, men selv var han fast bestemt på å skaffe seg en annerledes karriere enn forfedrene hans hadde hatt i mange generasjoner.

Til tross for at en hel verden etter hvert anerkjente ham som et vitenskapelig geni, var ikke dette talentet noe han viste i særlig grad mens han gikk på skolen. Han var kjent for å skulke timer, og mye av tiden på universitetet tilbrakte han ute på oppdagelsesferd, i stedet for inne på lesesalen. Heldigvis klarte en professor å forklare ham hvor viktig det var at han fullførte eksamen, og Röntgen fullførte utdannelsen som hans nærmeste trodde han kom til å mislykkes med.

Interessen hans for vitenskap var noe som kom etter hvert. Da han var ferdig på skolen, ble han interessert i å studere flere forskjellige temaer, blant annet gassers egenskaper, vannets kompressibilitet og dielektriske materialers magnetiske effekt. Dette er materialer som er dårlige ledere av elektrisitet, så de leder nesten ingen strøm når de plasseres i et elektrisk felt. I stedet endres de positive og negative ladningene deres.

De viktigste studiene han noensinne gjorde, var studiene som skulle gi ham en plass i historiebøkene og endre den medisinske teknologiens framtid, nemlig studiene innen radiologi. Röntgen oppdaget nemlig røntgenstråler mens han holdt på med et annet eksperiment som dreide seg om å sende strøm gjennom gasser. Disse tidligere uoppdagede elektromagnetiske bølgene fanget forskerens oppmerksomhet. Hvordan kunne disse strålene vise innsiden av visse objekter?

Röntgen skrinla det opprinnelige eksperimentet sitt og begynte å utforske hvilke materialer disse ukjente strålene kunne passere igjennom. Han oppdaget at røntgenstråler hadde så mye energi at de kunne passere gjennom nesten et hvilket som helst fast materiale, fra mykt menneskevev til plast og lær, men at de ble blokkert av hardere materialer som metall og knokler.

Oppdagelsene hans endret nesten øyeblikkelig legenes metoder for å undersøke menneskekroppen. I løpet av det første året etter at Röntgen hadde publisert funnene sine i en artikkel som han kalte «Om en ny type stråler», var den første røntgenavdelingen etablert ved Glasgow sykehus. Denne nye avdelingen hadde snart tatt bilder av objekter som nyrestein og til og med en mynt som hadde satt seg fast i halsen til en pasient. Røntgen hadde gitt legene en ny måte å undersøke pasientene på, slik at de raskere kunne stille en diagnose.

EN GOD IDÉ

Slik oppdaget han røntgenstrålene

Det var i 1895 Wilhelm Röntgen ga sitt største bidrag til vitenskapen. Mens han eksperimenterte med å sende elektrisk strøm gjennom et glassrør, la han merke til at en bit bariumplatinocyanid glødet mykt. Röntgen konkluderte med at når elektronene traff røret, kunne en type stråler bevege seg gjennom rommet og forårsake denne reaksjonen. Senere fant han ut at disse usynlige strålene også kunne bevege seg gjennom en rekke materialer, blant annet papir, tre og aluminium. Röntgen var ikke klar over at strålene han hadde oppdaget, var nært beslektet med lys, og kalte dem derfor x-stråler. Et av de første røntgenbildene han tok, var av knoklene i hånden til hans egen kone.



Dette er et av bildene Röntgen tok av hånden til sin kone, Anna Bertha Ludwig.

FEM TING DU BØR VITE OM ...

WILHELM RÖNTGEN

1 Slik kom han inn på universitetet
I 1865 klarte Röntgen å komme inn på Zürich polytekniske institutt i for å studere til maskiningeniør uten å oppfylle opptakskravene.

2 Kundts assistent
Ved universitetet jobbet Röntgen på laboratoriet til den tyske fysikeren August Kundt og ble hans assistent. Kundt fant en metode for å måle lydens hastighet i gasser og faste stoffer.

3 Æres-bevisning
Da han hadde oppdaget røntgenstrålene, ble Röntgen æresdoktor ved universitetet i Würzburg.

4 Ingeniør-talent
Röntgen ble ikke sett på som spesielt talentfull da han gikk på skolen, men han var flink i mekanikk, noe som gjorde ham i stand til å bygge utstyr han kunne eksperimentere med.

5 Han fikk se sine egne knokler
Röntgen oppdaget hva røntgenstråler kunne utrette da han gikk i veien for en røntgenstråle og etterpå kunne se sine egne knokler.

1876 til 1900
Röntgen ble professor i fysikk ved universitetet i Strasbourg i 1876, Giessen i 1879, Würzburg i 1888 og München i 1900.

1896
Röntgen mottok Rumfordmedaljen fra Royal Society of London.

1901
Han fikk den første Nobelprisen i fysikk etter å ha oppdaget røntgenstråler.

1923
10. februar døde Wilhelm Röntgen av tarmkreft.



Dette fotografiet viser Röntgen da han var professor ved universitetet i Würzburg.

© Getty

Barbie-innsjøen

Saltelskende alger gir Lake Hillier den sjokkrosa fargen.

Tekst: **Ailsa Harvey**

På en øy utenfor vestkysten av Australia forventer du kanskje at sola skal skinne på et imponerende fargerikt landskap. Likevel blir du antagelig overrasket over å oppdage den intense rosa fargen som står i sterk kontrast til de turkise bølgene og det frodige, grønne landskapet på Middle Island. Et slikt rosa innslag ville være en overraskelse i naturen hvor som helst i verden, men det er ikke et synsbedrag. Innsjøen heter Lake Hillier, og den er helt rosa.

Lake Hillier ble oppdaget av en oppdagelsesreisende fra Den kongelige marine i 1802, og man fant snart ut at innsjøen var like rik på salt som den var på farge. Vannet har en saltkonsentrasjon som er omtrent ti ganger høyere enn i havet som omgir øya. Dermed ble den et populært mål for saltprodusenter, som i mange år utvant salt her. I dag er imidlertid dette naturlige underverket beskyttet, og det har blitt en populær turistattraksjon. Folk fra hele verden kommer for å beundre den vakre rosa fargen og den tørre, salte bredden, og mange har spurt seg hvordan en innsjø kan være så rosa.

Til tross for at innsjøen likner på et menneskeskapt basseng fylt med jordbærmilkshake, er rosafargen helt naturlig. Trolig får vannet fargen sin på grunn av en liten mikroorganisme som kalles *Dunaliella salina*. Denne algen har tilpasset seg innsjøens salte miljø ved hjelp av et rosa pigment som beskytter den mot en saltkonsentrasjon som er så høy at den er giftig for andre levende organismer.

Innsjøen ligger på en øy og er omgitt av tett skog, noe som gjør det til litt av en utfordring å komme seg hit.

© Getty

Slik produseres den rosa fargen

Det finnes verken fisk eller andre ville dyr i det spesielle, rosa vannet, men til gjengjeld er det fullt av mikroorganismer. En av de få artene som trives i innsjøen, er algen *Dunaliella salina*, som trolig gir vannet den spesielle fargen. Algen produserer nemlig et pigment som kalles betakaroten, og forskerne tror at det er dette pigmentet som gjør vannet sterkt rosa.

Andre mikroorganismer som finnes i innsjøen, og som bidrar til å gi vannet den særegne fargen, er den halofile arkebakterien *Halobacterium salinarum* som lever i saltskorpen. Uttrykket halofil betyr «saltelskende», og alle organismer i Lake Hillier må være halofile dersom de skal ha mulighet til å overleve under de tøffe forholdene i området. Halobacterium salinarum har en tykk cellevegg som gjør den i stand til å leve under noen av verdens mest ekstreme forhold – og denne lille arkebakterien er tilfeldigvis også rosa.



Dunaliella salina er en grønnalge som blir rosa på grunn av sin pigment-produksjon.

© Science Photo Library

Hvorfor så salt?

Salte innsjøer dannes når vann som renner inn i innsjøen ikke kan renne ut igjen. Hvis salt og andre næringsstoffer som følger med vannet har kommet til en blindvei, vil det bli liggende igjen når vannet fordamper. Når denne prosessen foregår over mange år, vil vannstanden holde seg relativt konstant, mens saltkonsentrasjonen øker. Slike innsjøer dannes som regel et stykke inn i landet, for i innsjøer som er forbundet med havet, vil konsentrasjonen av salt og andre næringsstoffer vanligvis fortynnes. Når saltkonsentrasjonen blir så høy at alle andre organismer dør ut, har saltelskende alger og bakterier mindre konkurranse, og vil derfor formere seg raskt. Rosa innsjøer kan endre farge med varierende vannstand, men de pigmentbærende mikroorganismene i Lake Hillier er så mange at innsjøen er rosa hele året.


Dette flyfotografiet viser Lake Hillier omgitt av trær.
© Getty

ROSA INNSJØER OVER HELE VERDEN

1 Lake Retba, Senegal
Dette er en av verdens salteste innsjøer. Saltinnholdet er på linje med Dødehavet, og svømmer du her, er det lett å flyte!


© Getty

2 Lake Natron, Tanzania
I Øst-Afrika danner denne innsjøen en salt substans som kalles natron. Natron består av natriumkarbonat, natriumbikarbonat, natriumsulfat og natriumklorid.


© Alamy

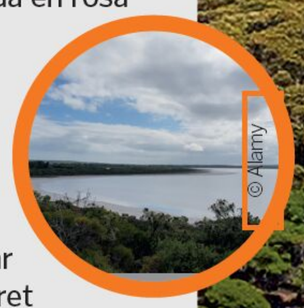
3 Sivasj saltlaguner, Ukraina
Det høye saltinnholdet gjør dette til et populært sted for saltutvinning, men lukten er ikke like behagelig som synet. Innsjøen har fått kallenavnet «Det råtne havet».


© Alamy

4 Tuz Gölü, Tyrkia
Denne rosa insjøen ligger i det sentrale Anatolia, og med sine 16000 kvadratkilometer er den en av verdens største salte innsjøer.


© Alamy

5 Pink Lake, Australia
I Esperance, vest i Australia, ligger det enda en rosa innsjø. Men til tross for navnet blir mange turister skuffet når de oppdager at innsjøen ikke lenger er rosa. Trolig er det saltutvinningen som har gjort at vannet har endret farge, og man vurdrer nå å gi innsjøen et nytt navn.


© Alamy

Slik overlever de i salt

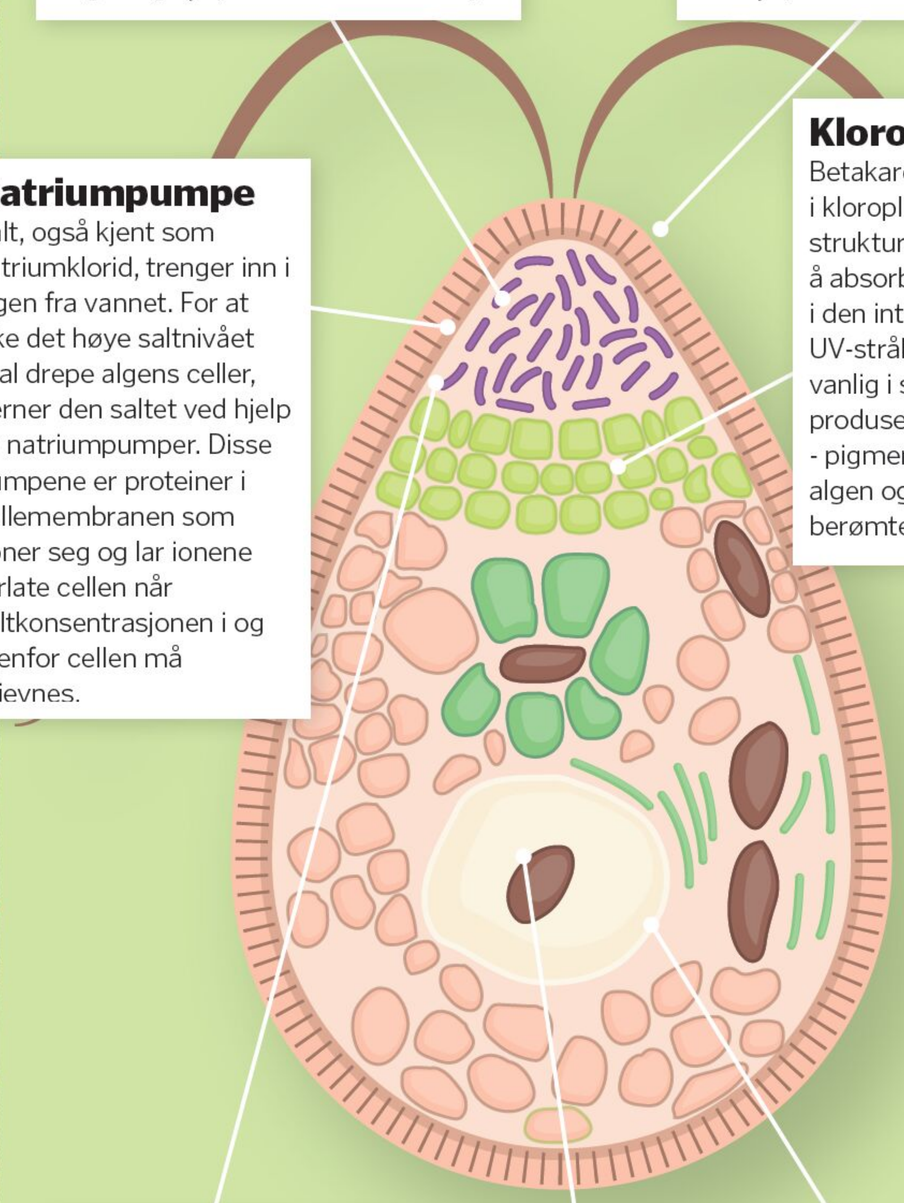
Hvordan overlever *Dunaliella salina* i det ekstremt salte miljøet?

Betakaroten
Dunaliella salina produserer karotenoider. Disse er fettløselige pigmenter som gir algen den rosa fargen og hjelper den å absorbere lys.

Tynn membran
Mikroalgen har ingen rigid cellevegg. Dermed kan den raskt regulere vannmengden i cellen ved hjelp av osmose.

Natriumpumpe
Salt, også kjent som natriumklorid, trenger inn i algen fra vannet. For at ikke det høye saltnivået skal drepe algens celler, fjerner den saltet ved hjelp av natriumpumper. Disse pumpene er proteiner i cellemembranen som åpner seg og lar ionene forlate cellen når saltkonsentrasjonen i og utenfor cellen må utjevnes.

Kloroplaster
Betakaroten produseres i kloroplastene. Disse strukturene vokser ved å absorbere sollys, men i den intense UV-strålingen som er vanlig i salte innsjøer, produserer de karoten - pigmentet som gir algen og vannet den berømte fargen.



pH-gradient
Dunaliella salina har pumper som sørger for at surhetsgraden er den samme i cellene som i vannet, og som dessuten regulerer saltkonsentrasjonen. Det er derfor algen kan transportere natrium ut av cellene selv om det er mer salt utenfor enn inni cellen. Denne mekanismen forhindrer at det samler seg så mye salt i cellen at algen dør.

DNA-beskyttelse
Karotenet som dannes i cellen, beskytter DNA-et mot UV-stråling ved å absorbere lys, og dermed forhindre celleskader.

Glyserolproduksjon
Hvis cellen begynner å miste væske fordi saltkonsentrasjonen i omgivelsene øker, produserer *Dunaliella salina* glyserol. Dette molekylet fungerer på samme måte som saltet utenfor cellen, og trekker vann tilbake inn i algen. Ved hjelp av glyserol har cellene derfor en stabil metode for å regulere den indre saltkonsentrasjonen.

© Illustration by Ed Crooks





© Getty

Prototyper av utstyr for kvanteteleportering, produsert av Institute for Experimental Physics i Wien i 2002.

Teleportering helt på ekte

Det merkelige kvantemekaniske fenomenet kalt entanglement (sammenfiltring) gjør at forskere kan lage eksakte kopier av subatomære partikler.

Tekst: **Andrew May**

Teleportering er et konsept mange av oss kjenner til, takket være den fiktive «teleporteren» i *Star Trek*. Akkurat som navnet antyder, er den rett og slett et transportmiddel som transporterer en person fra A til B på raskest mulig måte. Men hvis du tenker litt nøye på det, skjer det egentlig noe langt merkeligere. Når et menneske går inn i teleporteren, går det fullstendig i oppløsning, det slutter å eksistere, og det som dukker opp et annet sted, er ikke den opprinnelige personen, men en eksakt kopi av den. Når forskere i den virkelige verden bruker ordet teleportering, er de like interessert i denne kopieringsprosessen som i selve transportaspektet.

Det å lage en akseptabel kopi av en gjenstand er ikke spesielt vanskelig. Men når det dreier seg om subatomære partikler, som er det vi egentlig består av, blir det hele straks mer komplisert. Da snakker vi om kvantefysikkens verden, om å kopiere en partikkels nøyaktige kvantestadium, noe som er ekstremt vanskelig. Bare det å observere en slik partikkel vil endre den på en uforutsigbar måte. Faktisk er det umulig å gjøre nøyaktige målinger av en kvantepartikkels egenskaper. Men for om lag tjue år siden oppdaget forskerne at det er mulig å overføre en kvantepartikkels egenskaper til en annen partikkel uten i det hele tatt å se på den. Og det er dette de mener med kvanteteleportering.

Hemmeligheten ligger i en tilsynelatende merkelig kvanteeffekt som kalles sammenfiltring, der to separate partikler kan dele et felles kvantestadium, ikke slik å forstå at de er like, men at ved å vite noe om den ene partikkelen kan du få informasjon om den andre.



© Getty

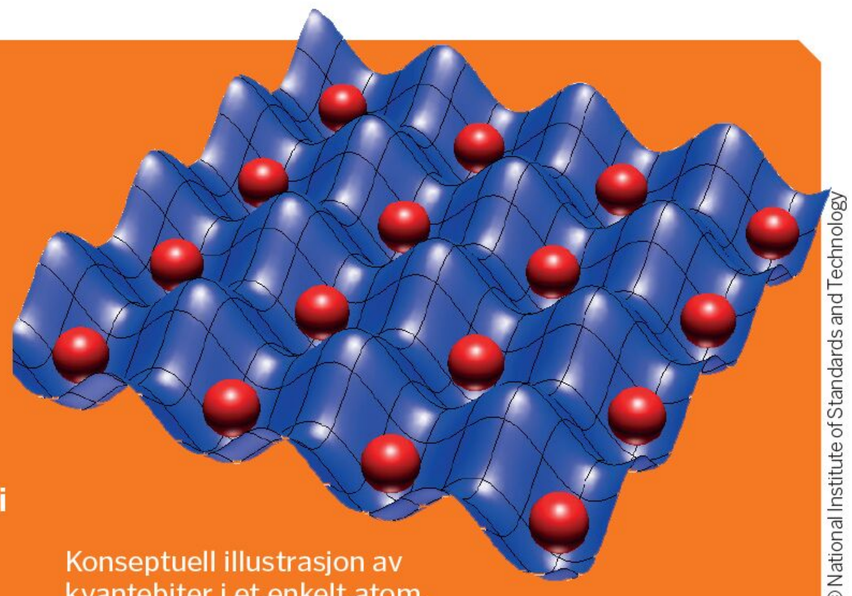
IBMs forskningsleder Dario Gil med kvantedatamaskinen Q System One.

Partiklenes egenskaper er bokstavelig talt sammenfiltret. Ved kvanteteleportering blir partikkelen som skal teleporteres, satt i kontakt med en halvdel av et par sammenfiltrede partikler. Så gir avsenderen informasjon til mottakeren, som har den andre halvdelen av det sammenfiltrede paret, om resultatet av en enkel måling. Mottakeren, som gjerne kan befinne seg på den andre siden av Jorda, kan så sette sin partikkel i samme stadium som den opprinnelige partikkelen, som ikke lenger befinner seg i avsenderens ende, akkurat som i en Star Trek- teleporter.

Dette høres kanskje ut som en abstrakt, innviklet øvelse, men kvanteteleportering gir enorme, praktiske fordeler, ikke som et revolusjonerende transportmiddel, som i science fiction-forgjengeren sin, men som et hjelpemiddel i en verden av kvantedatamaskiner og kvantekommunikasjon.

Hvorfor er teleportering viktig?

Ved første øyekast virker kanskje ikke muligheten til å kunne kopiere en partikkels kvantestadium spesielt spennende, men prosessen er helt essensiell for at en kvantedatamaskin skal kunne fungere. I motsetning til elektroniske komponenter, som alltid befinner seg i ett av de to stadiene som representerer de binære tallene én og null, bruker kvantedatamaskiner kvantepartikler som kan befinne seg i en hvilken som helst superposisjon mellom disse to. Resultatet, som vi kaller qubit, eller kvantebit, gjør en kvantedatamaskin langt mer effektiv når det gjelder for eksempel tallbehandling, som dekryptering og løsing av likninger. Men det finnes en hake ved det nye systemet. Kvantestadier endres nemlig når man forsøker å måle dem. Det er her teleportering er redningen, for denne kopieringsformen gjør det mulig å både samle og videreformidle informasjon over lange avstander uten å forstyrre systemet. I utgangspunktet er det dessuten en svært sikker kommunikasjonsmetode, nettopp fordi man ikke kan observere en kvantepartikkel uten at den endres. Prøver man å avlytte en teleportert samtale, vil budskapet bli ødelagt.



Konseptuell illustrasjon av kvantebiter i et enkelt atom. Kvantebitene er vist i rødt, ved hjelp av en kvantedatamaskin.

© National Institute of Standards and Technology

Teleportering av mennesker

Til tross for at man i virkelighetens verden bare teleporterer bitte små objekter, fungerer kvanteteleportering mye på samme måte som teleporteren i Star Trek: den lager en kopi av en partikkel på et sted langt unna og oppløser den originale partikkelen. Mennesker er bare en stor samling partikler, så i teorien burde det være mulig å teleportere dem også. Men i praksis har det vist seg å medføre et par vanskeligheter vi ikke har klart å løse ennå. Et menneske består av over fire septillioner partikler, altså fire med 42 nuller etter. Det er helt umulig å håndtere så store mengder data, og dessuten ville det være litt av en utfordring å opprette så mange sammenfiltrede partikkelpar. Selv om det hadde vært fysisk mulig, innvender filosofen Derek Parfit at en teleportert kopi ikke ville være det samme som den opprinnelige personen.



*Star Trek*s teleporter er en super effekt i en sci-fi-film, men helt ubrukelig i den virkelige verden.

5 FAKTA OM TELEPORTERING

1 Ordets opprinnelse
Ordet teleportering var ikke formelt i bruk før på 1900-tallet, selv om konseptet med objekter som forsvant fra et sted og dukket opp igjen et annet, har vært dokumentert siden 1878.

2 Einstein kalte sammenfiltring «nifst», ikke fordi han syntes det var skremmende, men fordi han rett og slett ikke trodde på det. Han sa at fysikk burde representere en virkelighet i tid og rom, uten «nifs» aktivitet over lange avstander.

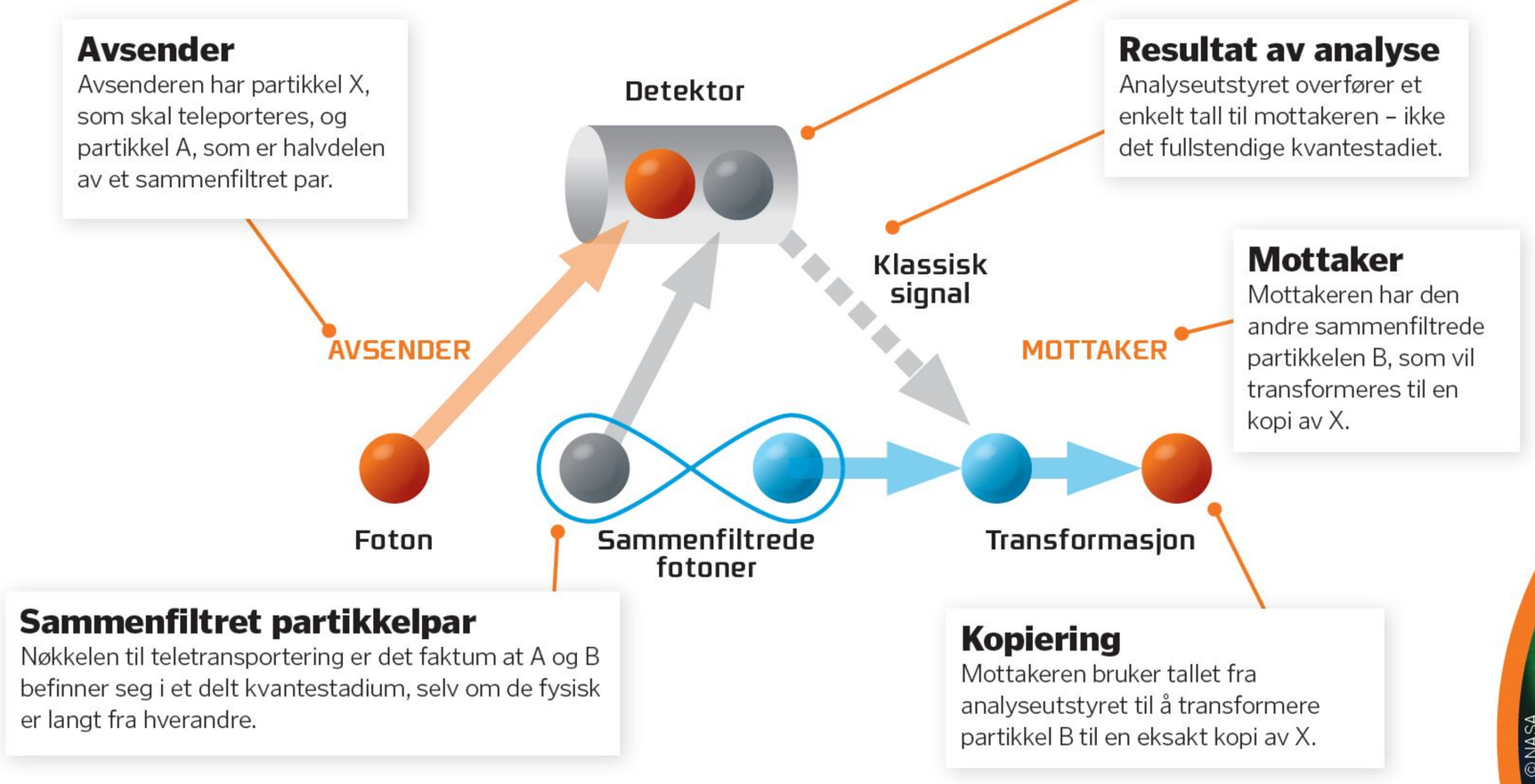
3 Det banebrytende Aspect-eksperimentet som beviste at sammenfiltring eksisterte, ble utført av den franske fysikeren Alain Aspect i 1982.

4 Teleportering kom i allmenn språkbruk først i vitenskapelig sammenheng i 1993, i en artikkel skrevet av Charles Bennett og hans team.

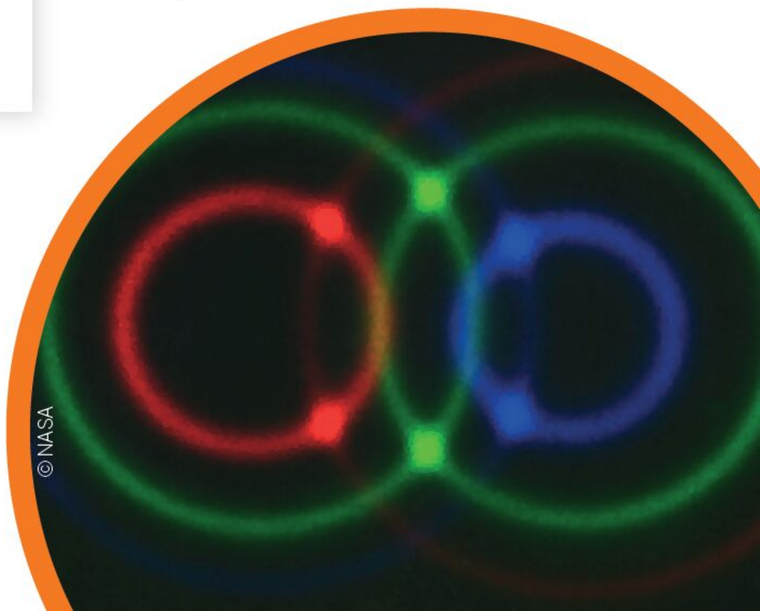
5 Langdistanseteleportering
I juni 2017 teleporterte kinesiske forskere et kvantestadium fra et laboratorium på Jorda til en satellitt som gikk i bane 480 kilometer unna.

Slik fungerer kvanteteleportering

En nøyaktig kopi av partikkelen som teleporteres, dukker opp i mottakerens ende.



Tenkt illustrasjon av et par kvantepartikler i sammenfiltret stadium.



© NASA

DEN GODE IDEEN

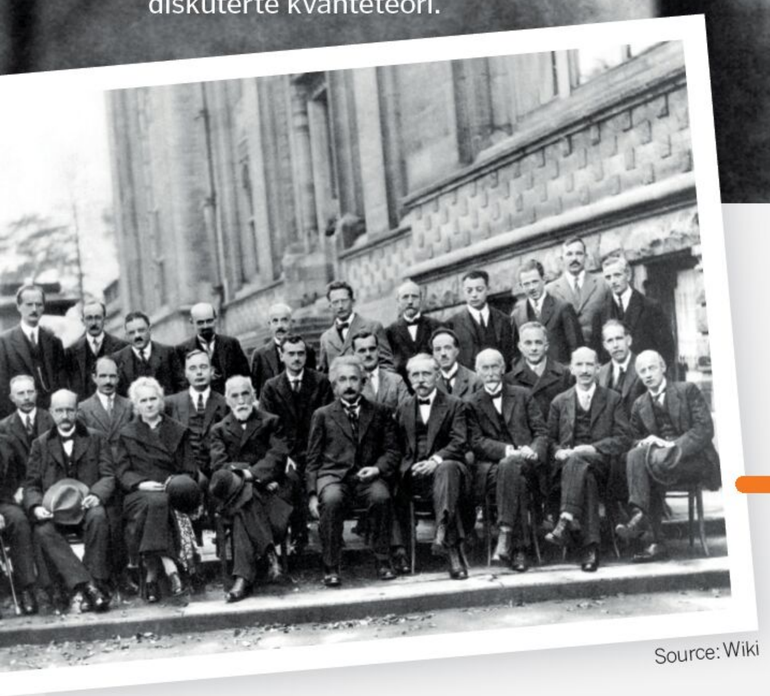
Hva var poenget med katten?

Gjennom sitt tankeeksperiment, der en innestengt katt kan være enten død eller levende, presenterte Schrödinger et av kvantemekanismens prinsipper på en måte de fleste forsto. Han ville at folk skulle forstå superposisjonens svakheter ved å ta den ut av en generell likning og presentere den som en tenkt situasjon fra den virkelige verden. Teorien hevder at objekter i et håndgripelig system kan eksistere i en hvilken som helst form til det motsatte er bevist. Schrödinger tilpasset dette konseptet til teorien om katten i esken for å forklare situasjonens ufullstendige fakta. Han mente nemlig at selv om resultatet var logisk, rommet tolkningen også ulogiske elementer.

Schrödinger viste hvordan en feiltolkning av kvanteteorien, tanken om at et objekt kan befinne seg i to stadier samtidig, i stedet for i ett av to mulige stadier, ikke kan rettferdiggjøres når det i virkeligheten finnes bare ett alternativ. På en måte folk flest forsto, klarte han å visualisere at det bare er ett mulig utfall av situasjonen, selv når det ikke er noen der for å observere hendelsesforløpet.

Schrödinger (bakerst i midten, nummer seks fra venstre) står sammen med noen av verdens mest berømte fysikere under Solvaykonferansen i 1927, der man diskuterte kvanteteori.

© Getty



Source: Wiki

Et livsverk

Schrödingers liv

1887
Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger blir født 12. august i Wien i Østerrike.

1898
Schrödinger har privatlærer til han er elleve år gammel.

1910
Erwin tar doktorgrad i fysikk, 23 år gammel.

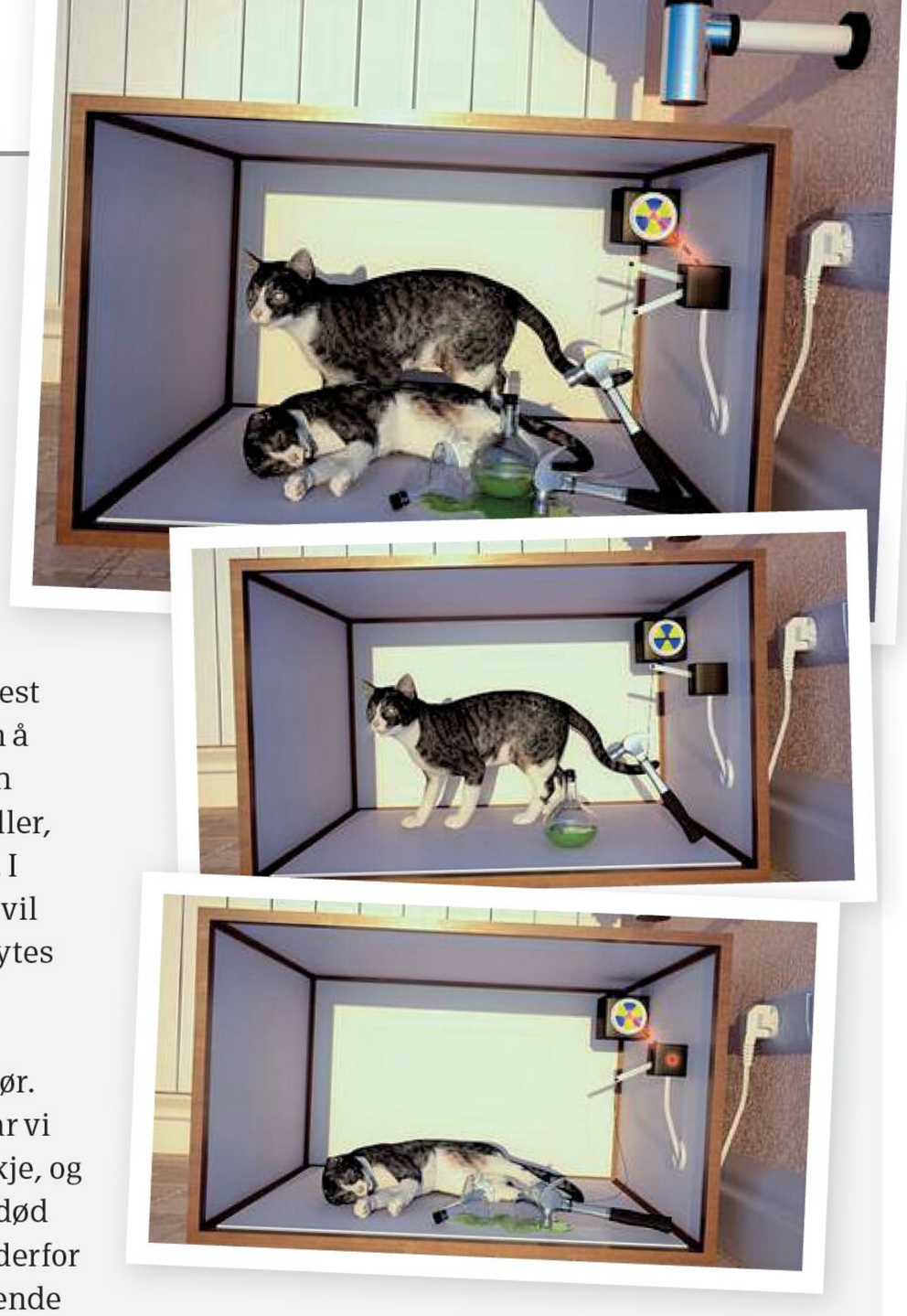
1914
I første verdenskrig tjenestegjør han som artillerisoldat.

1921
Schrödinger begynner å jobbe som professor ved universitetet i Zürich. Her kommer han over en teori om bølgemekanikk som vekker hans interesse for elektronenes bevegelse.

1926
Han gjør sin berømte oppdagelse om bølgefunksjonen i kvantemekanikk og publiserer Schrödinger-likningen.

Erwin Schrödinger

Dette er fysikeren som publiserte den kontroversielle teorien som skapte diskusjon blant all verdens vitenskapsmenn.



Katten i esken er både levende og død til esken åpnes.

Når vi tenker på den østerrikske fysikeren Erwin Schrödinger, tenker vi kanskje først og fremst på det berømte tankeeksperimentet hans om en forgiftet katt i en eske. Han har imidlertid også bidratt innen kvantemekanikken med sin velkjente Schrödinger-likning.

Kvantemekanikken utviklet seg for fullt på 1920-tallet, da verdens fremste forskere konkurrerte om å finne den beste måten å beskrive bevegelsene til noen av universets minste byggeklosser. Schrödinger hadde skaffet seg solid vitenskapelig bakgrunn gjennom å jobbe på flere av de beste universitetene sammen med folk som Albert Einstein. Det var mens han jobbet som professor ved universitetet i Zürich at han fordypet seg i forskning av teoretisk fysikk og etter hvert klarte å sette sammen noen av de viktigste teoriene i hele sin karriere.

Det første, store gjennombruddet hans kom da han begynte å studere de forskjellige energistadiene til elektronene i et atom. Ved hjelp av en tidligere hypotese om at partiklene i et atom beveger seg i bølger som likner lysbølger, var Schrödinger den første som satte sammen opplysningene til en likning som beviser hvordan dette fungerer. Likningen sammenliknes ofte med Newtons bevegelseslover når det gjelder kvantemekanikken.

Schrödingers likning brukes til å løse problemer som dreier seg om atomstruktur, f. eks. hvor i et atom man finner elektronbølger. Den demonstrerer også superposisjon: et stadium som inkluderer alle mulige løsninger. Fordi likningen hans var lineær og hadde mer enn to ukjente faktorer, kan den gi mange mulige løsninger.

Schrödinger revolusjonerte også måten man visualiserte kvantemekanikken på, da han beskrev superposisjon ved hjelp av sitt mest kjente tankeeksperiment. Han ba folk om å forestille seg en katt i en lukket eske. I den lukkede esken ligger det også en geigerteller, gift, en hammer og radioaktivt materiale. I denne situasjonen kan vi forutsi hva som vil skje: Det radioaktive stoffet vil gradvis brytes ned, en aktivitet som vil registreres av geigertelleren, som igjen vil aktivisere hammeren slik at giften frigis og katten dør.

Men fordi vi ikke kan se inn i esken, har vi ingen mulighet til å forutsi når dette vil skje, og vi kan derfor ikke si sikkert om katten er død eller levende. Schrödinger forklarte at vi derfor må anta at katten er i ett av to stadier, levende eller død, helt til esken åpnes og vi kan se innholdet.

Senere ga Schrödinger ut fagbøker og publiserte innlegg i fagblader. En av de mest kjente bøkene hans het *What is Life?*, og her bruker han sin ekspertise innen kvantefysikk til å fordype seg i biologiens verden og forklare hvordan funnene hans kan illustrere genstrukturens stabilitet. Til tross for at senere forskning har ført til justeringer av funnene hans, er arbeidet hans fortsatt et viktig hjelpemiddel når nye studenter skal introduseres for kvantemekanismens verden.

På grunn av sine eksperimenter, tankeprosesser og fagartikler er Schrödinger en av de mest respekterte fysikerne i sin tid. Han var høyt anerkjent da han levde og mottok flere prestisjetunge priser. En av dem var Nobelprisen i fysikk som han fikk i 1933. Etter at han trakk seg tilbake, reiste han tilbake til Wien i 1956, der han var æresprofessor fram til sin død. Schrödinger har bidratt til en voldsom generell vitenskapelig utvikling, og hans forskning og filosofi har fortsatt stor innflytelse på flere grener innen vitenskapen den dag i dag.

FEM UTSAGN OM ERWIN SCHRÖDINGER

1 Studier på sanatoriet
Hans tese, som senere ble kalt Schrödinger-likningen, ble skrevet på et sanatorium mens han ble behandlet for tuberkulose. Selv om sykdommen plaget ham resten av livet, ga den ham også ekstra tid til å studere.

2 Vennlig strid
Einstein klarte ikke å akseptere bruken av tilfeldige hendelser til å forklare vitenskapen, slik som i teorien med Schrödingers katt. Derav hans berømte sitat: «Jeg tror ikke på at Gud spiller med terninger.»

3 Inspirasjon for andre
Schrödinger inspirerte Watson og Crick, som har fått æren for å ha oppdaget DNA-ets struktur. Begge sier at boka hans *What is Life?* vekket deres interesse for cellebiologi.

4 Mannen på Månen
Et månekrater er oppkalt etter ham. Krateret ligger på baksiden av Månen, nær dennes sydpol, og Schrödingerkrateret er det best bevarte krateret i sitt slag.

5 Arbeid under krigen
Selv da han tjenestegjorde som artillerisoldat i den ungarsk-østerrikske hæren under første verdenskrig, tok Schrödinger seg tid til å studere artikler skrevet av Albert Einstein.

1927
Schrödinger flytter til Tyskland og begynner å jobbe ved universitetet i Berlin.

1933
Schrödinger mottar Nobelprisen for sitt arbeid innen kvanteteori.

1937
Schrödinger vinner Max Planck-medaljen, den høyeste utmerkelsen som deles ut av Deutsche Physikalische Gesellschaft.

1950-årene
Han studerer teoretisk fysikk i Dublin i Irland, etter å ha blitt invitert av den irske statsministeren Éamon de Valera.

1955
Mens han jobber som rektor ved School for Theoretical Physics, skriver Schrödinger mange bøker og forskningsartikler, deriblant *What is Life?*

1961
Erwin Schrödinger dør av tuberkulose i hjembyen sin Wien, 4. januar, 73 år gammel.

«Schrödinger publiserte flere vitenskapelige artikler»



ESCAPEROMMETS PSYKOLOGI

Et åpent sinn kan hjelpe deg å åpne låste dører.

Tekst: **Ailsa Harvey**

Tiden begynner … nå. Hvor begynner du å lete etter veien ut hvis du er fanget i et låst rom og bare har en time til rådighet? Det handler kanskje ikke om liv og død, men de ukjente omgivelsene og den intense situasjonen kan gjøre deg stresset likevel. Situasjonen er så realistisk at du og laget ditt spretter opp og jobber frenetisk for å løse oppgaven.

Dette er et «escaperom‹, et realitykonsept hvor man i grupper (fra to til åtte personer) skal løse en rekke oppgaver med tidsbegrensning, i et rom med et bestemt tema. Ledetrådene er overalt rundt deg, du må bare vite hvor du skal lete. Dette er skikkelig hjernetrim, og du kjemper mot tiden mens du jobber for å løse oppgavene slik at du kan komme deg ut. Et godt lag vil kunne samarbeide godt og forstå hverandres styrker og svakheter, for deretter å utnytte dem til sin fordel. Disse unike oppdragene gir spillerne muligheten til å bli dagens helt. Alle går inn i disse rommene med et håp om å komme triumferende ut igjen, men i virkeligheten er det mange som knekker under det psykiske presset som følger med desperasjonen etter å klare utfordringen og komme seg ut.

Det å la seg sperre inne i et rom virker kanskje som en litt uvanlig fritidsaktivitet, så hva er det med denne opplevelsen som tiltaler oss sånn? Her blir man tvunget til å tenke raskt, og teammedlemmene driver gjerne med idémyldring mens de går fram og tilbake på den begrensede plassen. Det er bevist at det å bevege kroppen på denne måten gir samme effekt som å gå tur; kroppen frigir lykkehormonet dopamin. I kombinasjon med adrenalinet som utskilles på grunn av det voldsomme kappløpet mot tiden, gir det en energi som lett kan være smittsom. Resultatet kan være at hele gruppen får en opptur, selv de på det tapende laget.

Ledetrådene krever ikke alltid et skarpt blikk. Rundt omkring i verden finnes det tusenvis av slike escaperom, og innehaverne finner stadig nye måter å engasjere spillerne på. Mange involverer ledetråder der sansene må jobbe hardt, stimuli som bidrar til å vekke kroppen og holde forskjellige nervebaner i hjernen aktive.

Et escaperom er også en mulighet til å bli bedre kjent med venner og kollegaer. Kanskje spiller du til og med sammen med fremmede. Å lære mer om hvordan andre menneskers hjerne fungerer, å lære av hverandre og å jobbe som et lag for å oppnå et felles mål, kan gi folk en følelse av at de har noe verdifullt å bidra med, og forhåpentlig er de stolte og føler at de har oppnådd noe når de går hjem igjen.



SLIK LØSER DU OPPGAVENE

Vær oppmerksom

Det er lett å konsentrere seg om de største og synligste gjenstandene du ser, men i et escaperom får du ikke svarene servert på sølvfat. Let grundig gjennom rommet, ta deg tid til å sjekke bokhyller og lommer, og se etter hemmelige rom.

Sørg for å holde hele teamet informert

Sporene vil passe sammen, men hvis to av teammedlemmene holder funnene sine for seg selv, blir det umulig å finne løsningen. Forskjellen mellom tap og seier handler ofte om hvor raskt teammedlemmene klarer å sette sammen ledetrådene.

Husk å spre dere utover

Hvis alle samler seg rundt den samme oppgaven, blir framgangen mye langsommere. Noen gjør den feilen at de blir stående og betrakte teamets funn, når det er mer arbeid som må gjøres. Jo flere oppgaver man løser raskt, desto fortere kommer man seg ut!

Organisering er nøkkelen

Hjernen jobber bedre med en oppgave når den kan se alle ledetrådene. Samle alle ledetråder på ett sted, så de er enkle å finne og jobbe med.

Konseptet finnes over hele verden

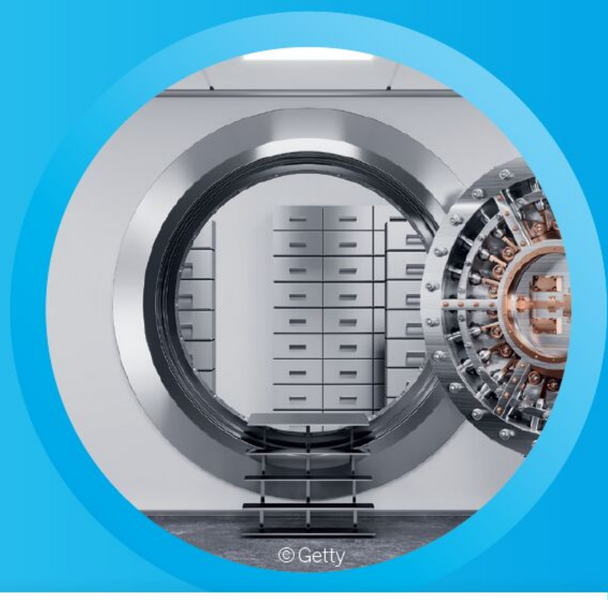
Ville du klare å slå dem, alle sammen?

Lockin

Manchester, England

Dette er ikke bare et rømningsoppdrag, man skal også forsøke å finne presidentens sønn. Andre steder skapes en følelse av hasterk ved å lenke fast to teammedlemmer i en celle. Ved Lockin handler det om å leve i en slags mellomting mellom virkelighet og virtuell virkelighet.


© Getty


© Getty

Sherlocked

Amsterdam, Nederland

Her kan man velge mellom to motsatte opplevelser. Vil du unnslippe eller bryte deg inn? I «Arkitekten» har du 60 minutter på deg til å avdekke verdens viktigste hemmelighet, mens i «Velvet» skal du bryte deg inn i en hemmelig safe.

The Escape Game

17 amerikanske byer

Her kan du velge mellom en rekke forskjellige temaer og realistiske scenarier, fra å unnslippe tvilsomme fengsler til å navigere høyteknologiske romfartøyer. Sansene dine må være sylskarpe, for man må snuse seg fram til noen av ledetrådene.


© Getty


© Getty

Palace Games

California, USA

Palace Games gir deg mulighet til å konkurrere med selveste Harry Houdini. Great Houdini Escape Room ble designet av Houdini selv i 1915 og lar deg prøve å utføre denne berømthetens legendariske stunt.



Escapology

Worldwide

Det store utvalget av utfordringer over 50 forskjellige steder i verden gjør dette til et av verdens raskest voksende konsepter. Både nyheten Scooby Doo og den vanskelige flukten fra en ubåt har samme mål, å trollbinde sitt publikum.


© Getty

«Hele gruppen kan få en opptur, selv de på det tapende laget»

KUNSTEN Å UNNSLIPPE

Hvordan jobber hjernen for å knekke koder?

SLIK LØSER DU VANLIGE OPPGAVER

Hva slags oppgaver møter man på i disse rommene?

TALLOPPGAVER

Tall-ledetråder gis ikke alltid på en lettfattelig måte. Noen ganger er det vanskeligste med et tallpuslespill å finne selve puslespillet. Et eksempel kan være oppgaver som gis i form av farger, som (rød + grønn – gul) x oransje. Da må man finne ledetråder som viser hvilke tall hver farge representerer – kanskje et bilde som henger til pynt. Søk alltid etter gjenstander og ledetråder som kan høre sammen.

FINGERFERDIGHET

Dette er en oppgave beregnet på folk med smidighet, balanse, god planleggingsevne og evnen til å gjøre flere ting samtidig. På grunn av sine intrikate ganger og forvirrende nettverk er labyrintspill et populært innslag i mange escaperom. Noen ganger finner man større versjoner som krever at fire personer står i hvert sitt hjørne og bevarer roen i stressede situasjoner. Ofte finner man en nøkkel i midten, som laget kan bruke til å låse opp en ny del av rommet.

LOGIKK

Noen av de mest frustrerende oppgavene kan være dem som tester den logiske sansen i stedet for kunnskapen din. Her blir du tvunget til å tenke på en helt ny måte, og disse oppgavene feller mange av deltagerne. De to hovedkategoriene er gåter, enten metaforiske eller ordspill, som tester din evne til å leke med ord. Det fine med et escaperom er at svaret sannsynligvis finnes i rommet. Her kan det være lurt å jobbe seg bakover, så se etter gjenstander som kan passe, eller, hvis du har funnet en rekke brev, hvilke ord gir de deg?

VISUELLE OPPGAVER

Det er viktig å være oppmerksom på hver eneste lille detalj. Og når du har sett alt – så se gjennom alt sammen en gang til. Observer omgivelsene dine på nye måter, for du vet aldri hvor det kan ligge en skjult ledetråd. Optiske illusjoner er et perfekt knep for å gjemme ledetråder rett foran spillernes øyne. Noen ganger lures hjernen vår til å overse ord – særlig hvis de ligger i et bilde, eller skjuler seg mot en liknende bakgrunn.

KOMBINASJONSOPPGAVER

Du har rast rundt i rommet og prøvd å svare på alle oppgavene, og du har kanskje fått flere svar. Gjenstander som hengelåser kan egne seg godt til å sette sammen ledetråder med, slik at man kan gå videre til neste stadium. Prøv alle mulige kombinasjoner. Hvis låsen fortsatt ikke vil åpne, kan det hende du må se på talloppgavene en gang til.



Overtenking

Når du stresser for å komme deg ut, kan hjernen noen ganger gjøre et problem mer komplisert enn det egentlig er. Kanskje bommer laget ditt på det innlysende svaret fordi dere ser etter noe mer abstrakt.

Tenk framover

Vi tenker ofte på framtiden og planlegger hva vi skal gjøre videre. I disse rommene kan det ofte skje ting som fører oss i en helt annen retning enn dit vi trodde vi var på vei. Da tvinges hjernen til å tenke fort og justere handlingene våre.

Tenke utenfor boksen

Det er lettere å få jobben gjort når du vet hva du driver med. Utfordringen i et escaperom er å tvinge hjernen til å tenke nytt. Man må oppmuntre hjernens evne til kreativitet og problemløsning for å finne svarene.

Satt ut av stress

Hjernens stresshormon, kortisol, kan frigjøres i disse intense situasjonene. Stress er ikke ideelt for problemløsning, for det påvirker prestasjonsevnen og hukommelsen vår og kan få oss til å handle impulsivt.

Erfaringsbasert problemløsning

Tid er viktig i et escaperom. Fordi du raskt må tenke ut en løsning, lager hjernen en mental snarvei og benytter seg av lett tilgjengelig, erfaringsbasert kunnskap. Det krever mye planlegging å presentere problemene i et escaperom, og den potensielle løsningen som hjernen finner ved hjelp av denne metoden, vil ofte vise seg å være svaret du leter etter.

Overlevelsesmodus

Noen steder tar de opplevelsen et hakk lenger og gjør den så troverdig at du er overbevist om at du er nødt til å unnslippe. Når kroppen oversvømmes av adrenalin, kan det bidra til at hjernen jobber raskere.



© Illustration by Nicholas Forder

Selektiv persepsjon

Du har en følelse av hvor ledetrådene fører deg, og er bestemt på å finne flere ledetråder som bekrefter teorien din. Dette kalles selektiv persepsjon og kan gjøre at man overser andre viktige og uventede spor.

Lagring av informasjon

Ledetråder og svar ligger spredd rundt i rommet og skal kombineres for å løse oppgaven. For å komme videre er det derfor viktig at deltagerne klarer å lagre informasjonen de finner, for man vet aldri når man finner en ny ledetråd som skal kobles til en man allerede har.

Det perfekte laget

Hvordan bør man sette sammen laget for å lykkes?

Leder

Denne personen er vanligvis gruppens mest ekstroverte. Personen bør være flink til å lede de andre, holde dem på sporet og må kunne holde styr på gruppens generelle framgang.

Leteren

Det vil nesten alltid være en observant person i gruppen som er flink til å finne nye ledetråder og ny informasjon. Personen vet kanskje ikke hva alle ldetrådene betyr, men vil være den første som oppdager nye hint.

Arbeideren

Arbeideren bør være en grundig person som har tålmodighet til å gå gjennom alle ledetrådene og sortere alle puslespillbrikkene.

Tenkeren

Tenkeren er den personen som liker å vri hjernen, og som ikke gir opp før han eller hun har klart å knekke kodene og sette ledetrådene i riktig rekkefølge.

Den kreative

Den kreative vil ikke følge de tradisjonelle, kognitive tenkemåtene, men heller komme opp med abstrakte ideer og tenke utenfor boksen. Personen tar ofte feil, men når andre står fast, kan de kreative ideene likevel være til nytte.

Utfordreren

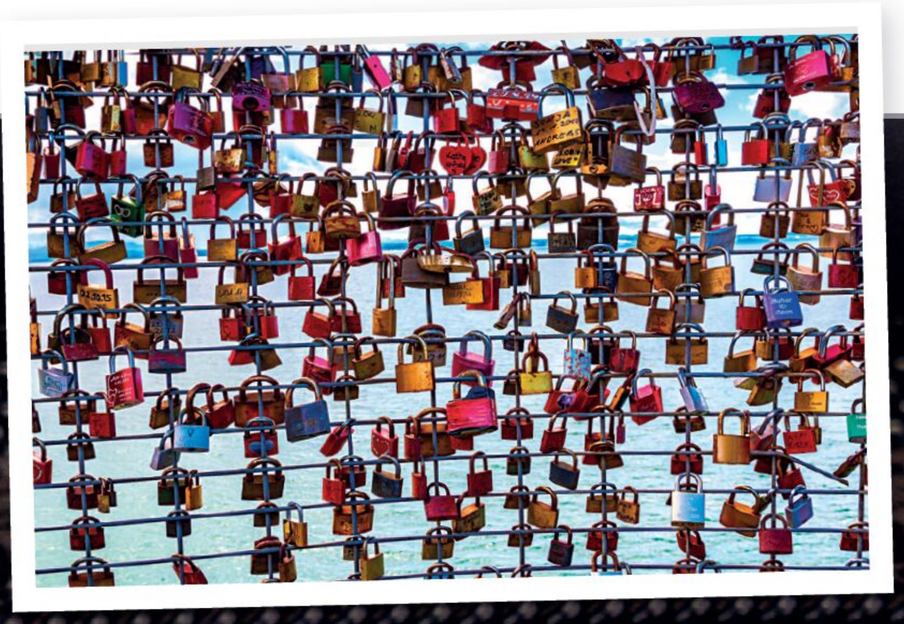
Det føles kanskje som om utfordreren er imot deg, men han eller hun er viktig for å kunne diskutere problemer og se oppgaven fra nye vinkler. Utfordreren hjelper til med å sortere det latterlige fra det mulige, og å finjustere planen.



© Getty

Anatomien til en hengelås

Disse mekaniske låsene gir deg trygghet, men hvordan holder de små metallenhetene eiendelene dine trygge?



De fleste av oss låser døren til huset vårt og er trygge på at de dyrebare tingene våre er beskyttet. Men hva med når du er ute på reisefot? Hvordan kan du holde verdisakene dine utenfor fremmedes rekkevidde uten å holde i dem? Det er her hengelåser kommer inn i bildet.

Hengelåser er like populære i dag som de noen gang har vært, fra de små hengelåsene som holder dagboksidene hemmelige, til klumpete, sterke låser som holder jernporter trygge. Dette kompakte og kompliserte systemet brukes til å feste to elementer sammen, for eksempel en dør og en ramme, to ender av en kjede eller en kjede og en fast ramme.

Disse bærbare sikkerhetsenhetene har vært i bruk lenger enn du kanskje tror. De første hengelåsene dukket opp i det gamle Egypt, så ble de brukt på flere områder, og til slutt ble de utbredt over hele verden. Noen teorier antyder at tidlige former for hengelåser overveiende ble brukt til å låse porter for å forhindre at andre ferdes på egen eiendom.

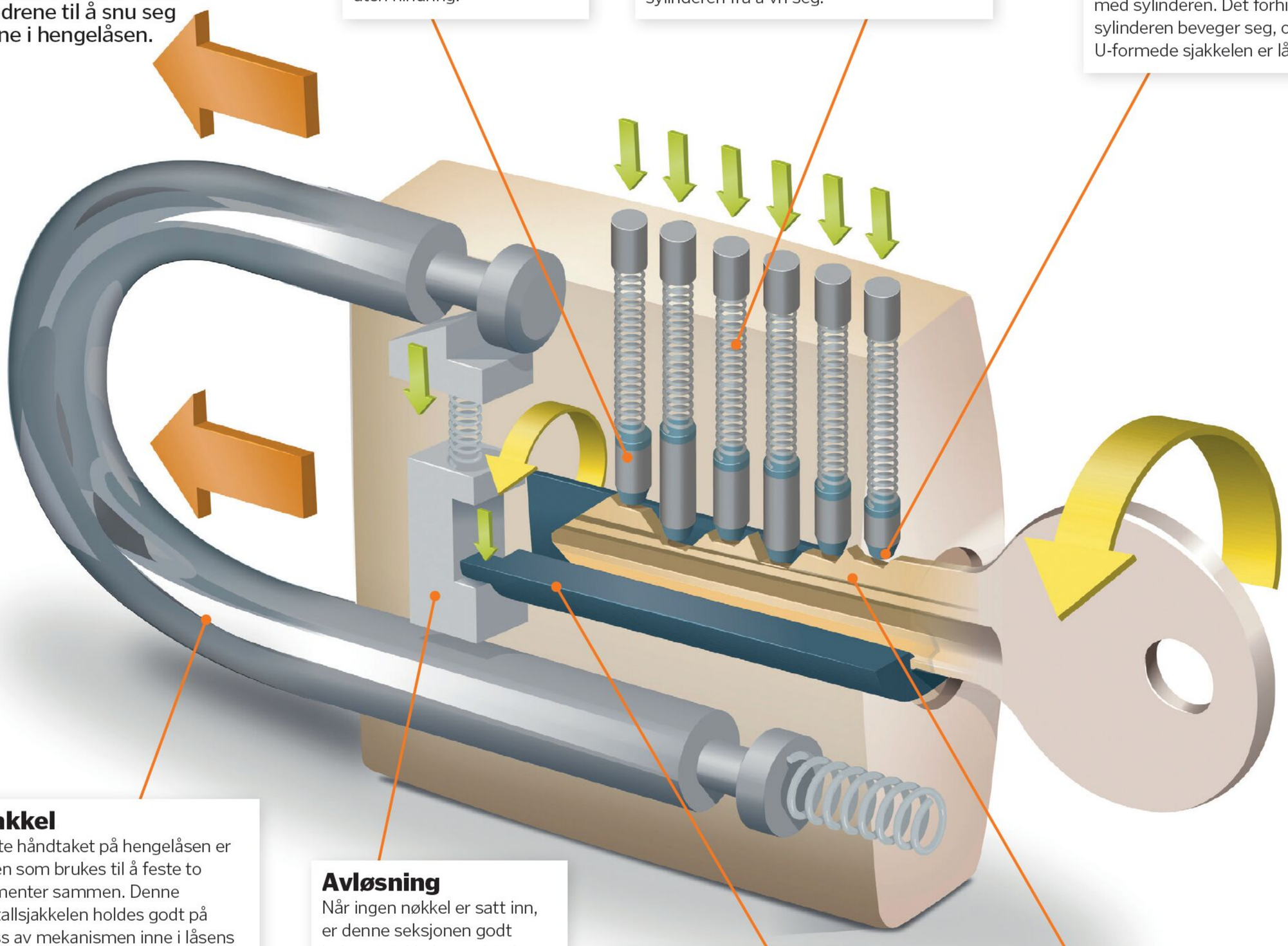
Denne sikkerheten er veldig viktig for oss, ettersom vi ofte kan bli følelsesmessig tilknyttet eiendelene våre, selv når det er noe som ikke har høy økonomisk verdi. Enten vi trenger å sikre syklene våre ute eller passe på klær og verdisaker som ligger i et skap på treningsstudioet, sørger hengelåser for at vi ikke trenger å holde et konstant øye med eiendelene våre og at de ikke blir stjålet.

Bagasjelåser brukes ofte til å koble sammen koffertglidelåser, slik at innholdet er sikret mens du er på reise.

© Getty

Inne i en hengelås

Slik får det unike mønsteret til en nøkkel sylindrene til å snu seg inne i hengelåsen.



Stifthøyde
Hver stift varierer i høyden. Når hver av dem er riktig stilt opp av tennene på nøkkelen, kan nøkkelen vri sylinderen uten hindring.

Fjærposisjon
Når ingen nøkkel dytter på fjærene, slapper de av og strekker seg ut i hvileposisjonen. Dette beveger stiftene nedover og hindrer sylinderen fra å vri seg.

Førerstifter
Over nøkkelstiftene er førerstiftene. Når ingen nøkkel er plassert i hengelåsen, er ikke disse på linje med sylinderen. Det forhindrer at sylinderen beveger seg, og den U-formede sjakkelen er låst fast.

Sjakkel
Dette håndtaket på hengelåsen er delen som brukes til å feste to elementer sammen. Denne metallsjakkelen holdes godt på plass av mekanismen inne i låsens kropp og holder eiendeler trygge.

Avløsning
Når ingen nøkkel er satt inn, er denne seksjonen godt hektet i sjakkelen og hindrer at sjakkelen trekkes ut. Når den er ulåst, vil bevegelsen til sylinderen slippe den, og den U-formede sjakkelen frigjøres.

Sylinder
Når mellomrommet i stiftene stemmer overens med sylinderkanten, er nøkkelen i stand til å rotere sylinderen fritt inne i hengelåsen.

Tenner
Nøkkelen som passer til låsen, har et mønster unikt for den spesifikke hengelåsen.

© Illustration by The Art Agency/Nick Sellers

Å knekke koden

Ikke alle hengelåser trenger nøkler. Kombinasjonslåser bruker ofte en firesifret kode for å låses opp. Inne i disse hengelåsene er fire separate skiver koblet til fire sylindriske skiver. Med ti sifre fra null til ni å velge mellom er det bare ett av disse tallene på hver av platene som gir et gap på riktig sted i sylinderlinjen. Når riktig kombinasjon er stilt inn, lar en serie med mellomrom sjakkelen gli ut uten hindringer. For å låse hengelåsen på nytt må alle numrene blandes sammen, slik at låsen holdes lukket.

Selv om det vil ta lang tid å knekke koden når man ikke vet den riktige kombinasjonen, er disse hengelåsene antatt å være mindre sikre enn dem som trenger nøkler. Men nøkkelfrie systemer betyr at det ikke er noen mulighet for å miste en nøkkel og bli låst ute fra eiendelene dine. Å ta seg tid til å prøve ut alle mulige kombinasjoner ville se mistenkelig ut, men du vil kunne åpne låsen om du holder på lenge nok.



©Alamy

En firesifret kombinasjonslås har 10 000 mulige kombinasjoner.

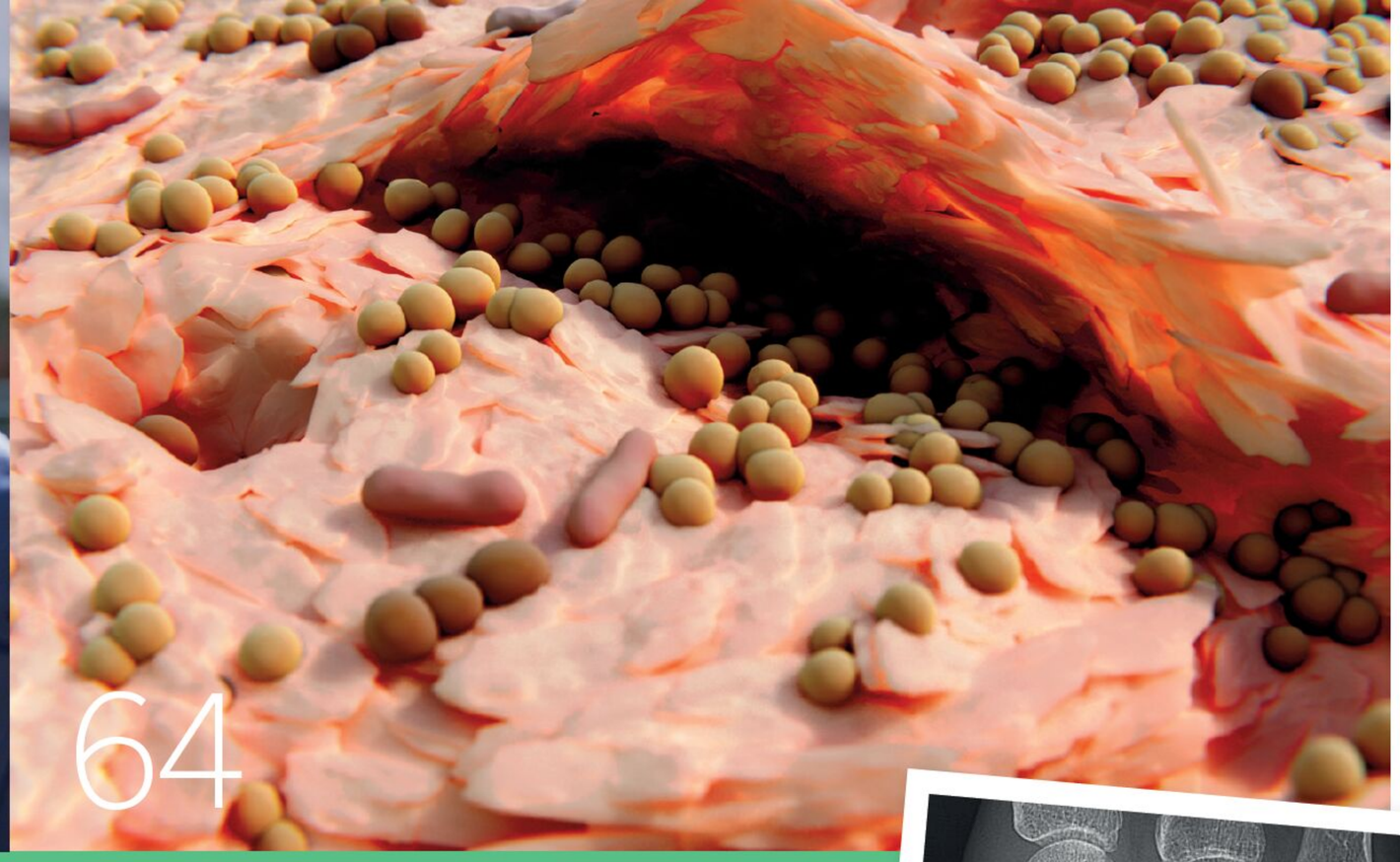
«De første hengelåsene dukket opp i det gamle Egypt, så ble de brukt på flere områder, og til slutt ble de utbredt over hele verden»





KROPPEN





64



90



Source: Wiki/Mikael Häggström

114



72



80

KROPPENS MIKROBER

DERFOR KAN VI IKKE LEVE UTEN DEM

KROPPEN INNEHOLDER NOEN AV VERDENS MEST KOMPLISERTE ØKOSYSTEMER, OG DISSE PÅVIRKER ALT FRA FORDØYELSEN TIL FØLELSENE VÅRE.

Tekst: **Laura Mears**

© Science Photo Library



I kroppen din yrer det av liv. I hver eneste krik og krok finnes det små økosystemer bestående av bakterier, arkebakterier, sopp, virus og protister. Disse utgjør en helt essensiell del av biologien vår, for de fordøyer maten vi spiser, kommuniserer med immunforsvaret, de påvirker til og med humøret vårt! Akkurat som forskjellige planter og dyr lever i forskjellige habitater på Jorda, koloniserer forskjellige mikrober forskjellige habitater i kroppen. Huden på armene og beina er tørr med uforutsigbar temperatur som i en ørken, og derfor er få arter hardbarkede nok til å leve her. Men på innsiden av tarmveggen din er det varmt, fuktig og fullt av næringsstoffer, slik som i tropene, og det er her flesteparten av mikrobene i kroppen vår holder til. De mikrobene som finnes i hvert enkelt av kroppens økosystemer, kalles mikrobiota, og deres samlede genom kalles mikrobiom.

Det kan være vanskelig å analysere disse bitte små økosystemene, men de siste årene er det utviklet stadig bedre teknikker. En metode for å forstå kroppens mikroorganismer bedre er å ta prøver av dem ved hjelp av vattpinner, og så dyrke prøvene i petriskåler. Men vi vil aldri kunne se hele bildet på den måten. Mange av mikroorganismene som lever i kroppen, vil aldri kunne overleve på en petriskål i et laboratorium, og derfor ser vi dem aldri. Men ved hjelp av moderne gentestingsteknikker er det mulig å oppdage spor etter disse bortgjemte bakteriene, og den nye kunnskapen er forbløffende. Det viser seg nemlig at vi er mer bakterier enn menneske, og at mikrobiomet vårt er mer unikt enn genene våre.

Gamle beregninger tydet på at vi hadde ti ganger så mange bakterieceller som menneskeceller i kroppen, men ny forskning er litt mer forsiktig. Antagelig finnes det 30–50 milliarder bakterieceller i kroppen din akkurat nå, mot bare 30 milliarder menneskeceller. I beste fall betyr det at vi er bare halvt mennesker. Og det stopper ikke der. Alle mennesker har omtrent 99,9 prosent av det samme DNA-et, men slik er det ikke når det gjelder de indre økosystemene våre. Hvis vi sammenlikner tarmbakterier, har vi bare 80–90 prosent av det samme DNA-et.

Noen forskere mener at vi bør slutte å omtale oss selv som individer og begynne å tenke på mennesket som en «holobiont». Dette er et ord som rett og slett betyr «hel organisme». Denne tilnærmingen gjør det lettere å forstå hvilken massiv påvirkning mikrobene har på helsen vår. Mikrobiomet vårt skvalper ikke bare rundt inni oss, det utgjør en viktig del av biologien vår. Vi trenger dem like mye som de trenger oss.

Ta for eksempel tarmen. Takket være deg er dette det økosystemet i kroppen som består av flest mikroorganismer. Maten du spiser, bidrar til en konstant tilførsel av næringsstoffer, og disse næringsstoffene holder liv i om lag tre firedeler av bakteriene som lever i kroppen din. Men de snylter ikke – tarmbakterier er en uunnværlig del av

fordøyelsessystemet ditt. Bakteriene har gener som vi mangler, og dermed kan de fordøye mat som vi ikke klarer å fordøye selv – mat som kroppen ellers ikke ville klart å bryte ned. Disse bakteriene kan også produsere essensielle vitaminer som vi ellers ikke ville hatt tilgang til.

Fordi vi har mikrober i tarmen, kan vi også ta opp mye mer næring fra maten vi spiser. I Japan har for eksempel noen mennesker en tarmbakterieart som kalles *Bacteroides plebeius*. Den trives fordi tang er en stor del av kostholdet, og produserer et enzym som kan fordøye det komplekse sukkeret som finnes i røde alger. Uten dette enzymet ville sukkeret passere rett gjennom kroppen. Takket være bakterien kan kroppen bruke sukkeret som energi.

Tilsynelatende bidrar bakteriene også til å beskytte innsiden av tarmveggen vår. Tarmene må kunne absorbere næringsstoffer, men samtidig forhindre at allergener, toksiner og sykdomsframkallende bakterier kommer inn i kroppen. Hos mus har man sett at hvis man dreper visse tarmbakteriestammer, vil det trigge allergi mot peanøtter. Dersom bakteriestammen reintroduseres, har det motsatt effekt. Det later altså til at bakteriene hindrer farlige peanøttproteiner i å absorberes i kroppen.

Økosystemet i tarmen er helt nødvendig for at vi skal overleve. Men som med alle andre økosystemer på Jorda er det litt av en balansekunst å holde det sunt og friskt. Tarmene våre inneholder hundrevis av arter, og hvis det oppstår en ubalanse blant disse artene, kan det føre til en katastrofe. Problemer med mikrobiomet er den senere tiden forbundet med mange forskjellige sykdommer – fra kviser og diaré til diabetes og kreft.

Arbeidet med å kartlegge hvilken rolle mikrobene spiller for helsen vår, er fortsatt på et tidlig stadium, men vi begynner å få et klarere bilde. Både gener og livsstil har mye å si for hvilket samspill vi har med mikrobene våre.

En av metodene forskerne bruker for å lære mer om dette, er å studere musebæsj. Ved å analysere restene etter et måltid kan man se hvor mye energi musen har klart å ta opp fra maten den har spist. Når musene har genmutasjoner som forbindes med overvekt, endres alt. Mus med den typen mutasjon klarte nemlig å absorbere flere kalorier fra den samme mengden mat. Mus med en annen mutasjon hadde større matlyst. I begge tilfeller så det ut som om tarmbakteriene delvis hadde skylden.

Tarmbakteriene påvirkes også av livsstilen vår. Hvis vi spiser mye kjøtt, produserer de enzymer som fordøyer kjøtt, mens hvis vi mumser i oss masse grønnsaker, produseres det enzymer som fordøyer komplekse karbohydrater. Dette er en enorm fordel for både oss og mikrobene.

Vi klarer ikke å fordøye all fiberen fra plantebasert mat på egen hånd, og uten fiber overlever ikke de gode bakteriene. Derfor samarbeider vi. Jo mer fiber du spiser, desto flere bakterier kan du forsørge, og det er en stor fordel for både deg og bakteriene. Fiberspisende bakterier produserer fettsyrer som gir tarmcellene næring, bidrar til å opprettholde tarmbarrieren din og virker betennelsesdempende.

Hittil har vi hovedsakelig hatt søkelys på tarmen. Ofte får den tilsynelatende all oppmerksomhet når vi snakker om bakterier, for den er utvilsomt det økosystemet i kroppen med flest bakterier. Årsaken er rett og slett at tarmen er full av næringsstoffer. Men selv om andre deler av kroppen ikke kan tilby mikrobene like mye mat, betyr ikke det at det ikke finnes mikroskopiske samfunn her også.

La oss se på huden. Voksne mennesker har rundt to kvadratmeter hud, et enormt habitat for mikrober. Mesteparten av huden er kjølig og svakt sur, noe som gjør at det er vanskelig for mikrobene å etablere seg her. Men det finnes oaser i alle ørkener, på huden er



Bakterien Helicobacter pylori har hale som kalles flagell. Den hjelper bakterien å svømme langs veggen i magesekken.

© Getty



«Det viser seg at vi er mer mikrobe enn menneske»



Bakterien Staphylococcus aureus lever i hudfoldene dine.

Når gode bakterier plutselig blir farlige

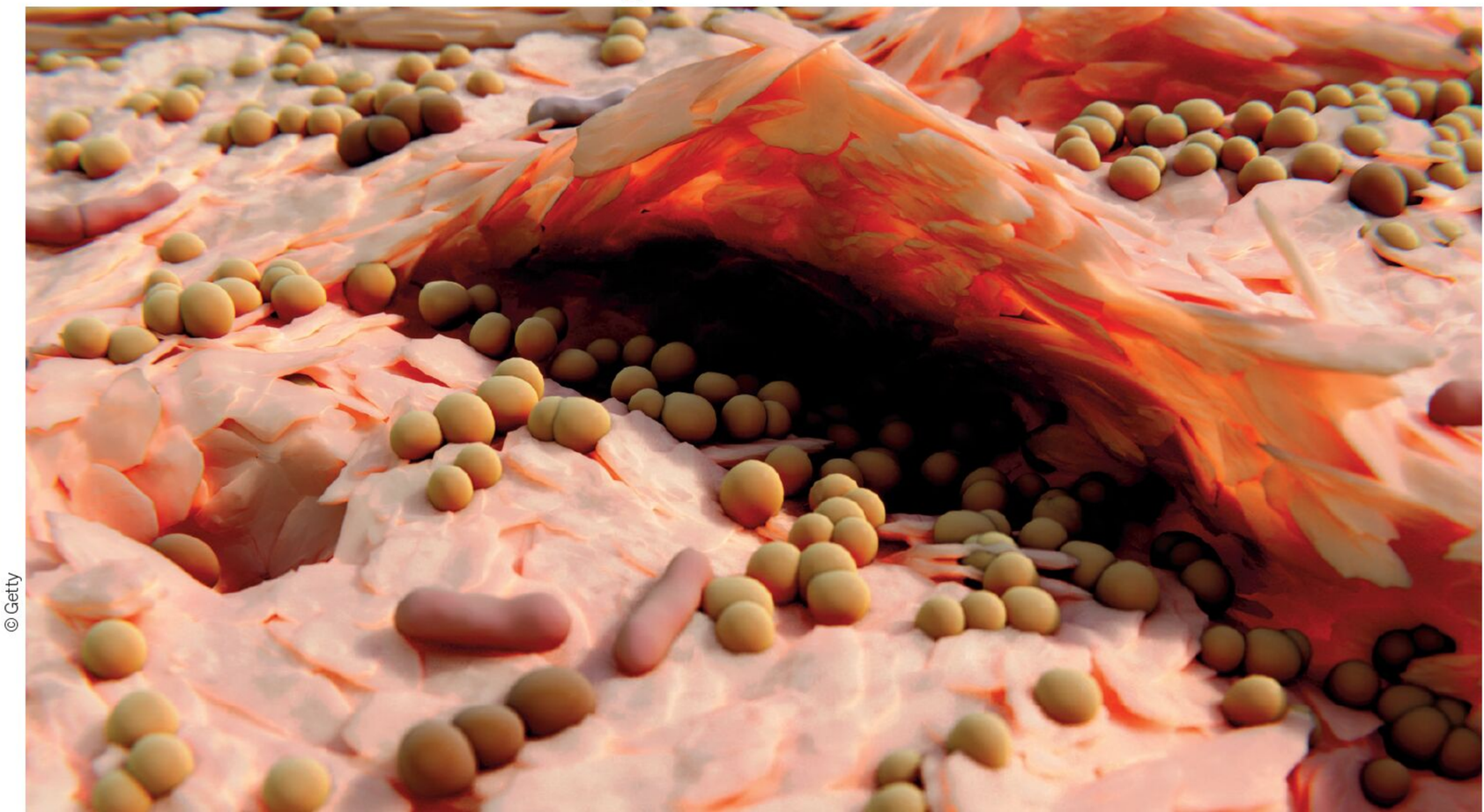
Rundt halvparten av oss er bærere av *Staphylococcus aureus*, små runde celler som klumper seg sammen som drueklaser i hudfoldene, munnen og nesa. Som regel er de ufarlige, men som mange andre gode bakterier kan disse være noen ordentlige rebeller: Hvis de klarer å komme seg inn i vevet eller over i blodbanen, er det ikke morsomme å ha med å gjøre.

***Staphylococcus aureus* er ikke skadelige før de kommer inn i et åpent sår. Da kan de derimot forårsake farlige og smertefulle infeksjoner. Vanligvis er disse infeksjonene enkle å behandle med penicillin. Men hver gang vi bruker antibiotika til å behandle en infeksjon, gir vi bakteriene i kroppen en mulighet til å utvikle nye forsvarsmekanismer.**



© Getty

Med laboratorietester finner vi ut hvilket antibiotikum som virker best mot hvilke bakterier.



© Getty

dette hudfolder og små sprekker.

Varme, fuktige folder i huden, for eksempel navlen, tiltrekker seg bakterier som *Staphylococcus aureus*. Kjertler, som dem vi har i ansiktet, tiltrekker seg arter som *Propionibacterium acnes*, som har gitt navn til kvisene som dannes når bakteriekolonien vokser for fort. Hver lille sprekk i huden danner sitt eget økosystem av bakterier.

I øret, på kanten av nesa og i nesebordet, armhulen og albuen, har vi forskjellige økosystemer som bidrar til å beskytte huden mot invasjon av skadelige, patogene bakterier og sopp. Bakteriene i disse økosystemene lærer dessuten immunforsvaret å kjempe mot forskjellige infeksjoner forårsaket av parasitter.

Alle mikrobene er en del av ditt unike mikrobeavtrykk. Bakteriene som koloniserer hendene dine, etterlater seg spor på alt du berører. Avtrykket du etterlater deg, er så spesifikt at man ikke bare kan identifisere hvem som har berørt en gjenstand, man kan også si hvilken finger vedkommende berørte den med. De små økosystemene dine er like unike som deg, og uten dem ville du ikke ha vært her.

Hvordan får babyer sine bakterier?

Hvilke mikrober som bor i kroppen vår endres gjennom livet, men de første innbyggerne får vi allerede i livmoren. Morkaken har sitt eget mikrobiom, blant annet bakterier som kan omdanne kjemikalier til livsviktige vitaminer.

Den neste, store bakteriedosen kommer under og rett etter fødselen, og forskjellige babyer plukker opp forskjellige kombinasjoner av bakterier. Babyer som tas med keisersnitt, plukker opp en mengde hudbakterier, mens babyer som fødes vaginalt, får med seg en blanding av bakterier fra huden, tarmen og fødselskanalen. Babyer som fødes hjemme, plukker opp langt flere bakterier enn dem som fødes på sykehus. Babyer som får i seg brystmelk, får langt flere tarmbakterier, takket være små sukkerpartikler i melken som kalles oligosakkarider, som bakteriene elsker.

Når babyen går over på fast føde, endres alt fordi nye bakterier kommer inn i fordøyelseskanalen. Hvis barnet blir sykt og må behandles med antibiotika, kan dette endre sammensetningen av bakterier i kroppen.



© Getty

Nyfødte babyer plukker opp mikrober fra omgivelsene sine.

MIKROBER UNDER MIKROSKOPET

KROPPENS ØKOSYSTEM SYDER AV MIKROSKOPISKE SKAPNINGER



Bakterier

Disse encellede organismene har ikke engang en kjerne, men det har ikke stoppet dem. Bakterier er planetens mest vellykkede organismer, og de skapningene det finnes mest av i kroppen. Bakteriene hjelper oss blant annet å fordøye maten vi spiser.

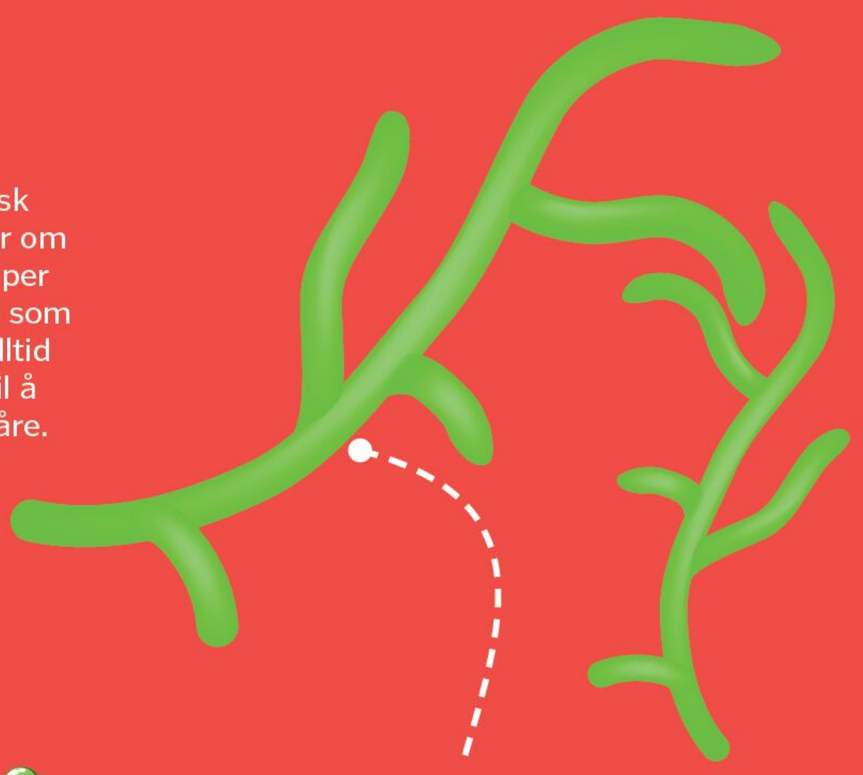


Virus

Disse små pakkene inneholder genetisk materiale og kaprer celler som de så gjør om til virusfabrikker. Noen virustyper angriper oss direkte, andre angriper organismene som lever i kroppen vår. Men dette er ikke alltid negativt, for slike virusangrep bidrar til å opprettholde en balanse i mikrobene våre.

Arkebakterier

Disse ser kanskje litt ut som bakterier, men kjemien deres er helt annerledes. Det er derfor de har en helt spesiell egenskap, de kan lage metan. Metan er viktig når vi skal fordøye mat, og utgjør en del av tarmgassen vår.



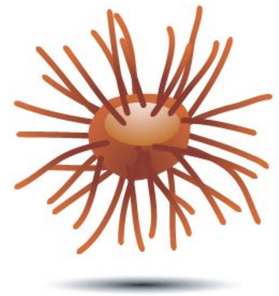
Sopp

Det finnes ikke så mange sopptyper i kroppen vår. De som har menneskekroppen som habitat, er som regel gjærsopp som slåss med bakteriene om plassen på huden. Hvis de får mulighet, kan de invadere kroppen og gjøre oss syke.

© Getty

DE SNILLE & DE SLEMME

BAKTERIER
SOPP
ARKEBAKTERIER
VIRUS



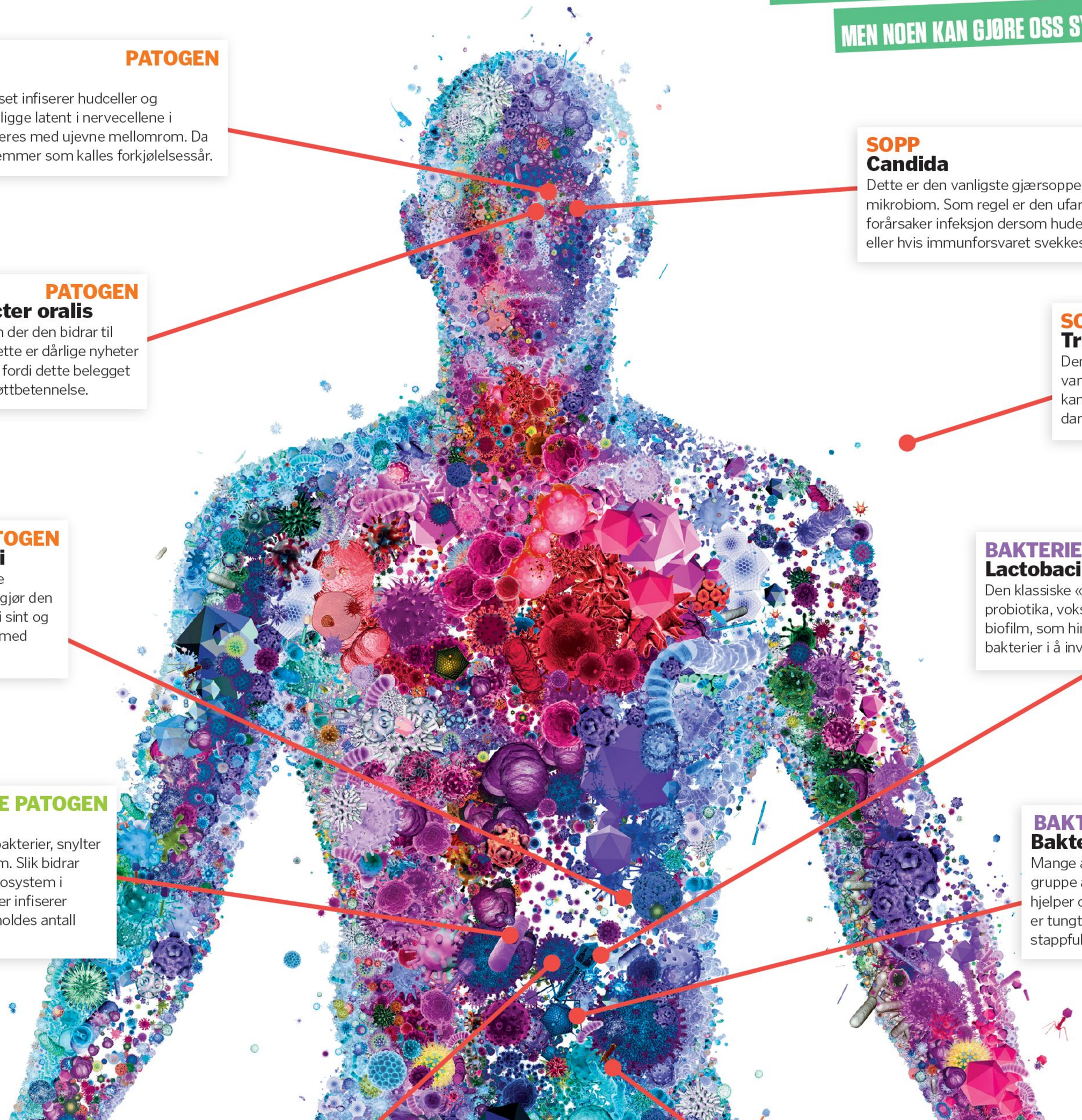
MANGE MIKROBER ER VIKTIGE FOR HELSEN VÅR, MEN NOEN KAN GJØRE OSS SYKE

VIRUS **PATOGEN**
Herpes
Herpes simplex-viruset infiserer hudceller og nerveceller. Det kan ligge latent i nervecellene i mange år og reaktiveres med ujevne mellomrom. Da får vi smertefulle blemmer som kalles forkjølelsessår.

SOPP **PATOGEN**
Candida
Dette er den vanligste gjærsoppen i menneskets mikrobiom. Som regel er den ufarlig, men den forårsaker infeksjon dersom huden blir skadet. eller hvis immunforsvaret svekkes.

ARKEVIRUS **PATOGEN**
Methanobrevibacter oralis
Denne arten lever i munnen der den bidrar til vekst av bakteriebelegg. Dette er dårlige nyheter for tennene og tannkjøttet, fordi dette belegget gir hull i tennene og tannkjøttbetennelse.

SOPP **IKKE PATOGEN**
Trichosporon
Denne soppen lever på frisk hud og gir vanligvis ingen problemer. I fuktig klima kan den av og til kolonisere håret og danne hvite klumper som kalles piedra.



BAKTERIE **PATOGEN**
Helicobacter pylori
Mange mennesker har denne bakterien i magen. Vanligvis gjør den ingen skade, men den kan bli sint og forårsake magesår, og til og med kreft i magesekken.

BAKTERIE **IKKE PATOGEN**
Lactobacilli
Den klassiske «nyttige» bakterien som finnes i probiotika, vokser sammen i lag som kalles biofilm, som hindrer sykdomsframkallende bakterier i å invadere tarmen.

VIRUS **IKKE PATOGEN**
Bakteriofag
Dette er virus som angriper bakterier, snylter på dem og formerer seg i dem. Slik bidrar viruset til å holde tarmens økosystem i balanse. Forskjellige virustyper infiserer forskjellige bakterier, og slik holdes antall bakterier under kontroll.

BAKTERIE **IKKE PATOGEN**
Bakteroider
Mange av tarmbakteriene våre tilhører en gruppe arter som kalles bakteroider. Disse hjelper oss ved å bryte ned karbohydrater som er tungt fordøyelige, til fettsyrer som er stappfulle av energi.

ARKEBAKTERIE **IKKE PATOGEN**

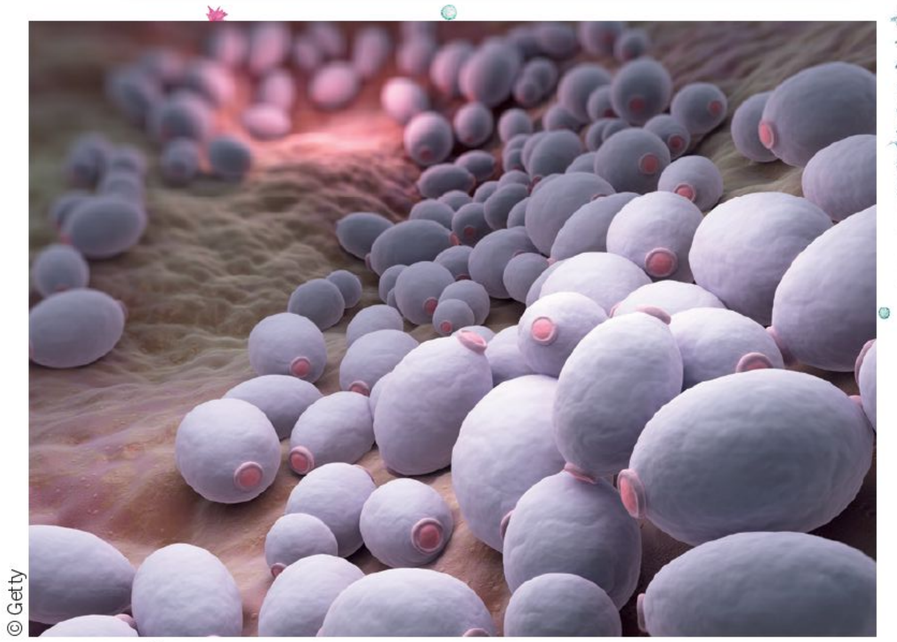
Methanobrevibacter smithii

Denne bakterien stimulerer fordøyelsen ved å omgjøre hydrogen til metan. Metanet hjelper de gode tarmbakteriene å produsere mer energi, men kan gi tarmgass med vond lukt.

VIRUS **IKKE PATOGEN**

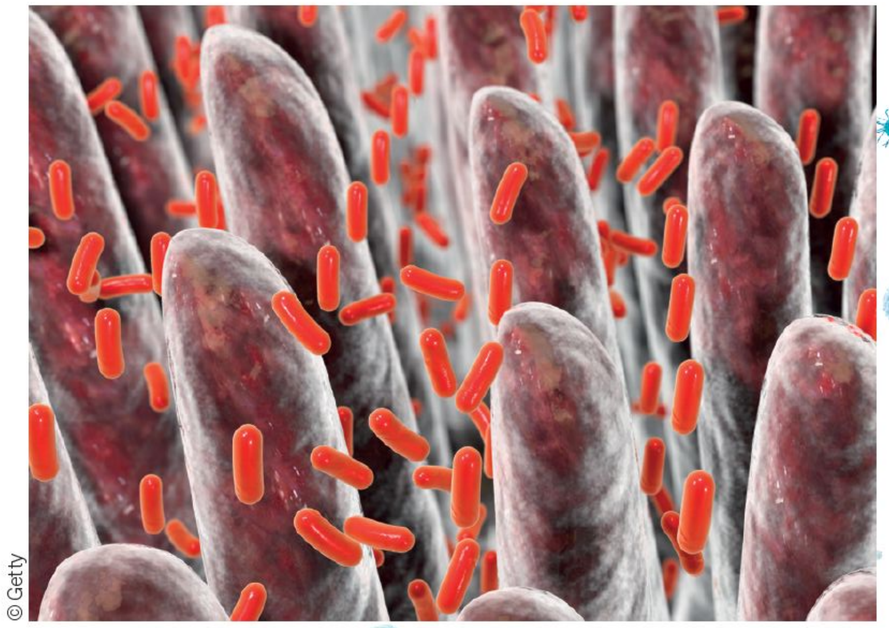
Endogene retrovirus

Disse er kjent som «fossile virus» fordi de er gener som har blitt til overs etter eldgamle virusinfeksjoner. I dag er noen av dem viktige komponenter i vår biologi, blant annet er de nødvendige for å danne morkaken.



© Getty

Disse små, runde vesenene er en sopp som kalles *Candida albicans.* Den trives godt på huden vår.



© Getty

Tarmen er full av bifidobakterier. Disse bitte små mikrobene bidrar til å fordøye maten.

«Økosystemet i tarmen er helt essensielt for at vi skal overleve»

Funn av gamle munnbakterier

For tusenvis av år siden laget neolittiske jeger-samlere klissete, svart tyggegummi av bjørketjære. Når de tygde på den, ble spyttet blandet med tyggegummien, og slik ble det liggende igjen små DNA-prøver. I 2019 fant en gruppe forskere en bit tjæretyggegummi som hadde ligget under sanden i Danmark i 5700 år. Menneske-DNA i prøven avslørte at tyggegummityggeren var en kvinne med mørk hud, brunt hår og blå øyne. Plante- og dyre-DNA avslørte at hun nylig hadde spist and og hasselnøtter, og bakterie-DNA fortalte forskerne at hun hadde mange av de samme bakteriene i munnen som oss, blant annet bakterier som kan gi tannkjøttbetennelse.

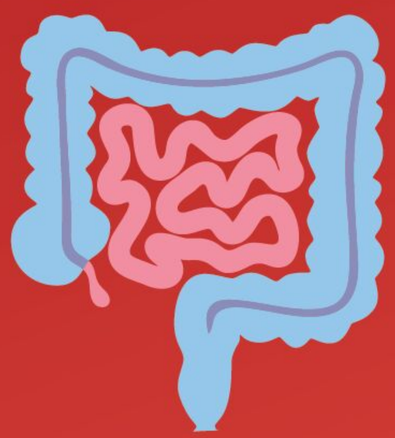


© Getty

Tygd tyggegummi inneholder DNA-spor fra deg, fra maten du har spist, og fra mikrobene i munnen din.

MIKROBIOM

TALLENES TALE



1.000

1000 forskjellige bakteriearter kan leve i menneskets tarm.



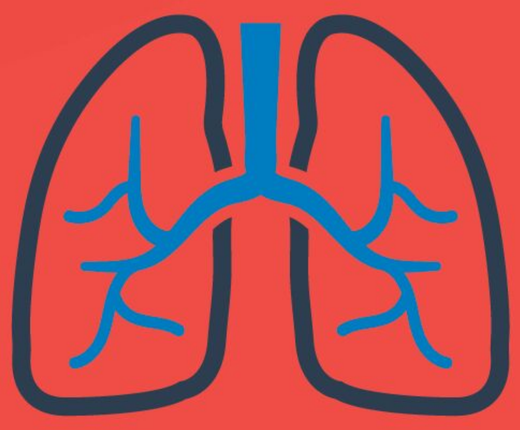
0,01 MM

Sopp som infiserer kroppen, er mindre enn 0,01 mm.



2 KG

Så mye veier mikrobene i tarmen din.



600

Mer enn 600 arter kan leve i luftveiene.



0,002 MM

De fleste tarmbakterier er mindre enn 0,002 mm.



10:1



Det er ti ganger så mange virus som bakterier i tarmene.

0,1 MM

Menneskeøyet kan ikke se ting som er mindre enn 0,1 mm.



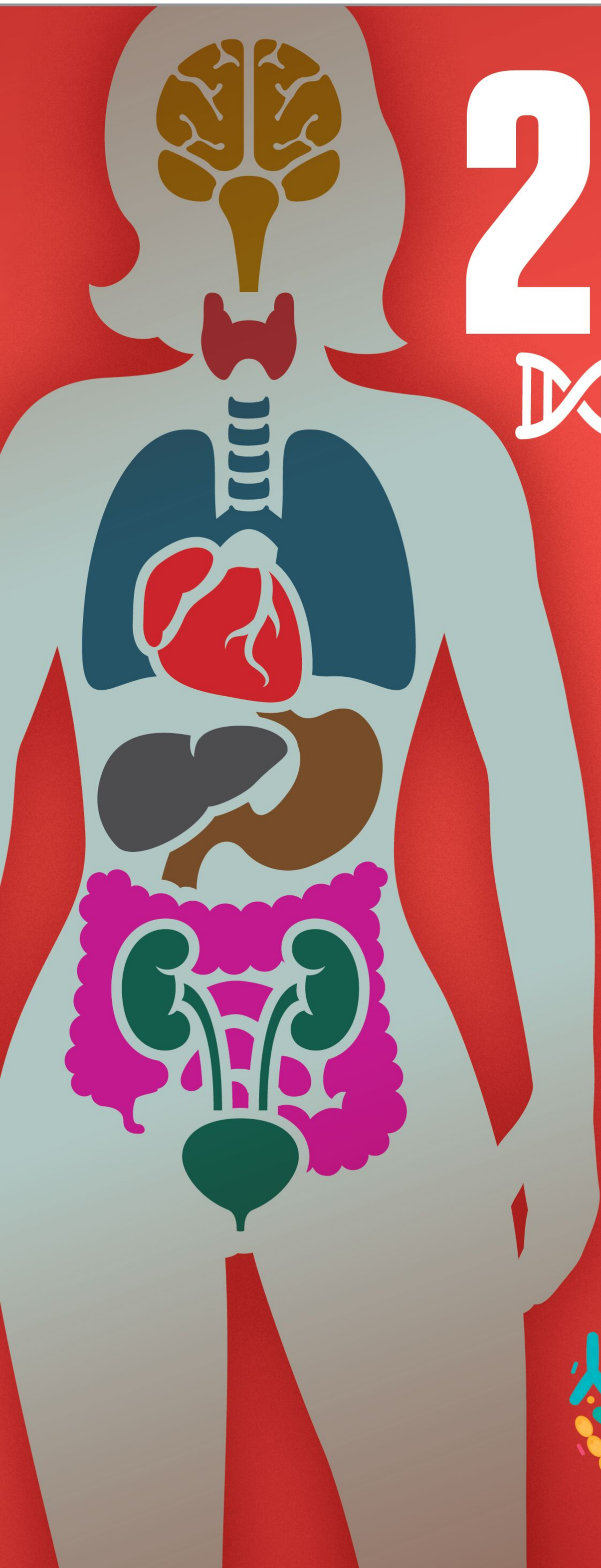
30 %



av oss har *Staphylococcus aureus* i nesa.

40 %

av befolkningen har *Helicobacter pylori* i magesekken.



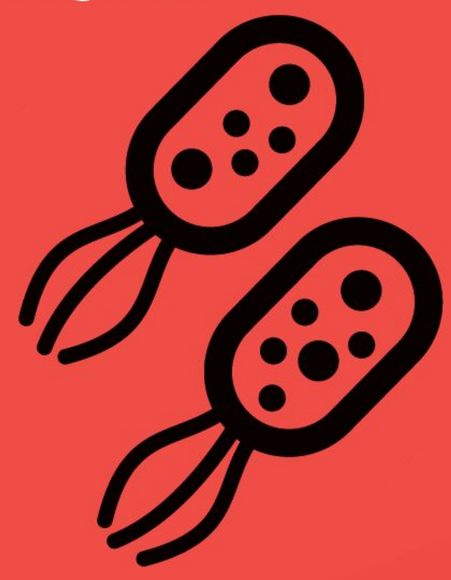
23 000



Menneskets genom inneholder bare 23 000 gener.

1 000 000

Menneskets mikrobiom har mer enn 1 000 000 gener.





10 % av bakteriene i tarmen er bifidobakterier.

1000

1000 arter kan leve på huden.





95 % av kroppens bakterier lever i tarmen.



25 25 arter kan overleve i magesekken.

All images © Getty

SLIK OPPSTÅR SUPER-BAKTERIER

Overforbruket av antibiotika har gitt oss et godt bevis på at for mye av det gode kan vise seg å være katastrofalt.

Antibiotika er utvilsomt det 20. århundrets mirakelmedisin. Penicillin, den første, masseproduserte formen for antibiotika, reddet flere liv under andre verdenskrig enn den militære tanksen Sherman. Siden 1940 har forskerne oppdaget nyere, sterkere former for antibiotika som kan brukes til å behandle alt fra en vanlig øreinfeksjon til de mest eksotiske tropesykdommer.

Når en ung mor eller far tar med seg det syke barnet sitt til legen og forteller om høy feber, grønn snørr og slapphet, ønsker de ikke å høre legens standardråd om hvile og mye væske, de vil ha medisiner som letter plagene med en gang. De vil ha antibiotika. Og dessverre skriver mange leger mer enn gjerne ut denne typen medisin, uansett om pasienten trenger den eller ikke.

Ifølge United States Centers for Disease Control (CDC) gis antibiotika feilaktig i nesten 50 % av tilfellene. For pasienten er det ikke skadelig å ta antibiotika selv om det ikke er nødvendig, men utbredt overforbruk av antibiotika kan potensielt være katastrofalt for samfunnet. Jo mer antibiotika vi, og dyrene vi lever av, spiser, desto raskere vil bakteriene bli motstandsdyktige mot disse preparatene. Og hva skjer når bakteriene ikke lenger påvirkes av antibiotikakuren som legen skriver ut?

Antibiotikaresistens er en av verdens mest alvorlige helsetrusler. Vi har allerede sett utviklingen av såkalte «superbakterier», sykdomsframkallende bakterier som er immune mot vanlig antibiotikabehandling.

En av de best kjente superbakteriene i Norge er MRSA (meticillinresistent *Staphylococcus aureus)*. Akkurat som mange andre resistente bakterier spres MRSA raskt på diverse behandlingsinstitusjoner dersom pasienter eller ansatte glemmer å vaske hendene.

En stafylokokkinfeksjon er alltid en svært ubehagelig opplevelse. Hvis bakterien kommer inn i kroppen, kan den spre seg til lungene (lungebetennelse), hjertet (betennelse i hjertet) eller blodbanen (sepsis).

MRSA er som stafylokokker på steroider, for de har utviklet resistens mot de antibiotikatypene som er mest effektive mot denne typen infeksjon. Forestill deg at du havner på sykehuset på grunn av en brukket ankel, og kommer hjem med en antibiotikaresistent lungebetennelse.

Men hvordan har det seg at vanlige bakterier som *S. aureus* og *E. coli* så raskt kan utvikle seg



Antibiotikabehandling før operasjoner kan forhindre infeksjoner.

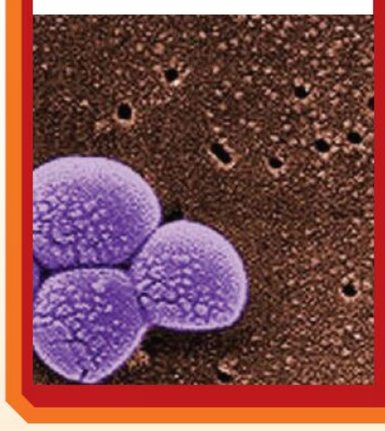
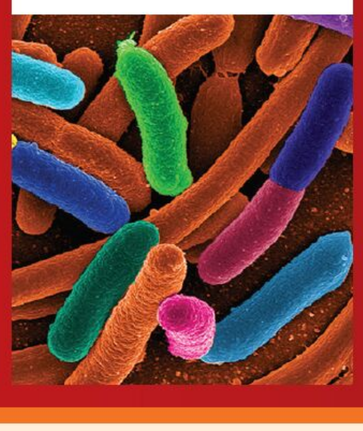
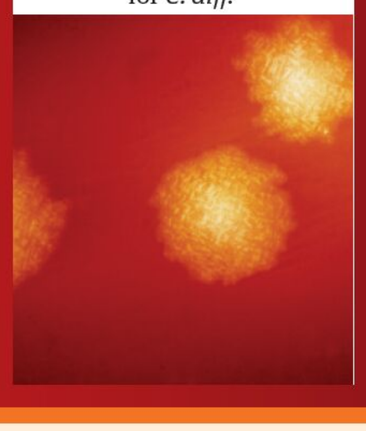
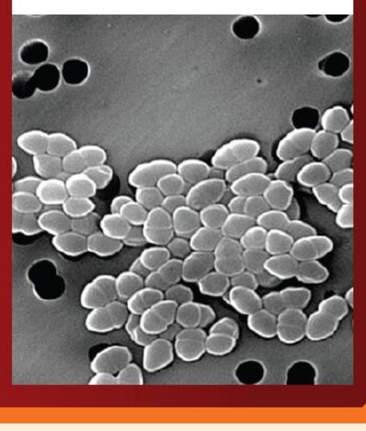
fra en irriterende infeksjon som er lett å behandle, til en potensiell pandemi? La oss begynne med å tørke støv av Darwins evolusjonslære.

Teorien om den sterkestes overlevelse krever at tre faktorer er til stede: reproduksjon, variasjon og selektivt press. Bakterier er mestere i reproduksjon. Dersom forholdene ligger til rette for det, vil en bakteriekoloni doble sin størrelse hvert tiende minutt. Dette gjør den ved hjelp av noe som kalles binær fisjon. Enkelt forklart lager hver bakterie en kopi av sitt eget DNA, før den deler seg i to. Når kopiering og deling skjer så raskt, vil det naturlig skje enkelte feil i form av mutasjoner. Disse genetiske mutasjonene resulterer i at bakteriene over tid tilegner seg flere nyttige egenskaper. Variasjon er ikke bare livets krydder, det er også evolusjonens drivkraft.

Når en lege skriver ut antibiotika for å stoppe en infeksjon med gule stafylokokker, legger dette et selektivt press på den aktuelle bakteriekolonien.
Bakterier som har nyttige egenskaper, for eksempel at de kan pumpe antibiotika ut av systemet sitt, vil overleve, mens bakterier uten denne egenskapen vil bli utslettet. De overlevende bakteriene vil deretter formere seg, og neste gang legen skriver ut samme type

Disse er superbakterier

Det finnes flere typer superbakterier, og alle er mutasjoner av relativt vanlige og harmløse bakterier som lever i eller på menneskekroppen. På grunn av overforbruk av antibiotika er disse nye stammene potensielt dødelige.

	Meticillin-resistent *Staphylococcus aureus* (MRSA)	**Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O104:H4**	**Resistent *Clostridium difficile* NAP1 (*C. diff*)**	**Vankomycin-resistent Enterokokk (VRE)**
ÅRET DE BLE OPPDAGET	1960	TIDLIG PÅ 90-TALLET	TIDLIG PÅ 2000-TALLET	1986
INFORMASJON	Stafylokokkinfeksjoner forekommer ofte og kan som regel behandles med vanlig antibiotika, men MRSA er i stor grad resistent mot en gruppe antibiotika som kalles betalaktamer. De fleste tilfeller av MRSA begynner som hudinfeksjoner rundt et sår og ses ofte som pussfylte blemmer. Infeksjoner som gir lungebetennelse, sepsis og infeksjon i operasjonssår, kan potensielt være	*E. coli* overføres til mennesker gjennom mat eller vann som er forurenset med dyreavføring. De fleste tilfeller kan behandles med antibiotika, men den dødelige bakteriestammen O104:H4 er resistent mot de fleste hovedtyper. Faktisk trigger antibiotikabehandling utskillelsen av toksiner som forverrer symptomer som voldsom diaré, nyreskade og bloppropp.	Akkurat som MRSA trives *C. diff* på behandlings-institusjoner og er resistent mot mange medikamenter. En infeksjon med C. diff forårsakes ofte av langvarig behandling med antibiotika. Selv om antibiotika effektivt stopper andre infeksjoner, påvirkes ikke C. diff, og bakterien står fritt til å kolonisere tarmen og skille ut et kraftig toksin som gir alvorlig diaré, og til og med hull i tarmslimhinnen.	Enterokokker finnes naturlig i tarmen hos friske mennesker og i skjeden hos kvinner. Men av og til kan disse bakteriene begynne å formere seg ukontrollert, noe som kan føre til urinveisinfeksjon, og til og med sepsis i enkelte tilfeller. Slike infeksjoner ses ofte etter behandling med Vancomycin. Denne antibiotikaen dreper både skadelige og viktige bakterier, slik at enterokokken får fritt spillerom.
RESISTENT MOT	Meticillin, dicloxacillin, penicillin, amoxicillin	Åtte typer antibiotika, blant annet betalaktam (penicillin), tetracyclin og cefalosporin.	*Infeksjoner med C. diff* ses etter behandling med penicillin, clindamycin, cefalosporin og fluoroquinoloner.	Vancomycin
RISIKOOMRÅDER	Fellesområder, som sykehus, garderober, dagsentre, fengsler og skoleinternater.	Uvasket frisk frukt og grønnsaker er den største smittekilden til denne bakterien.	Sykehus. Sporer fra *C. diff* kan leve på forurensede overflater i flere måneder.	Langvarige sykehusopphold, særlig hvis man har behov for urinkateter.
ANTALL DØDSFALL	19 832 dødsfall i USA i 2017, 292 dødsfall i England og Wales i 2012.	53 dødsfall i det europeiske utbruddet i 2011.	Fem prosents dødsrate de første to ukene etter prøvetaking.	I 2017 ble 54 500 pasienter ved amerikanske sykehus smittet, og 5400 døde.
BEHANDLING	Rensing, åpning og drenering av såret. Prøvetaking for å bestemme hva slags bakterie det er snakk om, og bruk av smalspektret antibiotika.	Mye væske, smertestillende og nøye overvåking med tanke på symptomer på nyresvikt eller blodpropp.	Noen blir friske av seg selv etter avsluttet antibiotikabehandling. Andre trenger sterkere antibiotika, som for eksempel metronidazol.	Laboratorieprøver vil gi svar på hvilke andre typer antibiotika enn vancomycin som kan brukes i behandling.
FOREBYGGING	Vask hender mellom hver pasient. Vask hendene godt hvis du har vært innom et sykehus, treningssenter eller liknende.	Vask frukt og grønnsaker godt, og pass på at kjøtt- og kyllingprodukter alltid er gjennomstekt før de spises.	Pass på at helsepersonell alltid vasker seg på hendene før de rører ved deg eller maten din. Overføring via helsepersonell er den vanligste smitteveien for *C. diff*.	Bedre hygiene på sykehus, begrenset bruk av antibiotika og hypping utskifting av kateter.
				

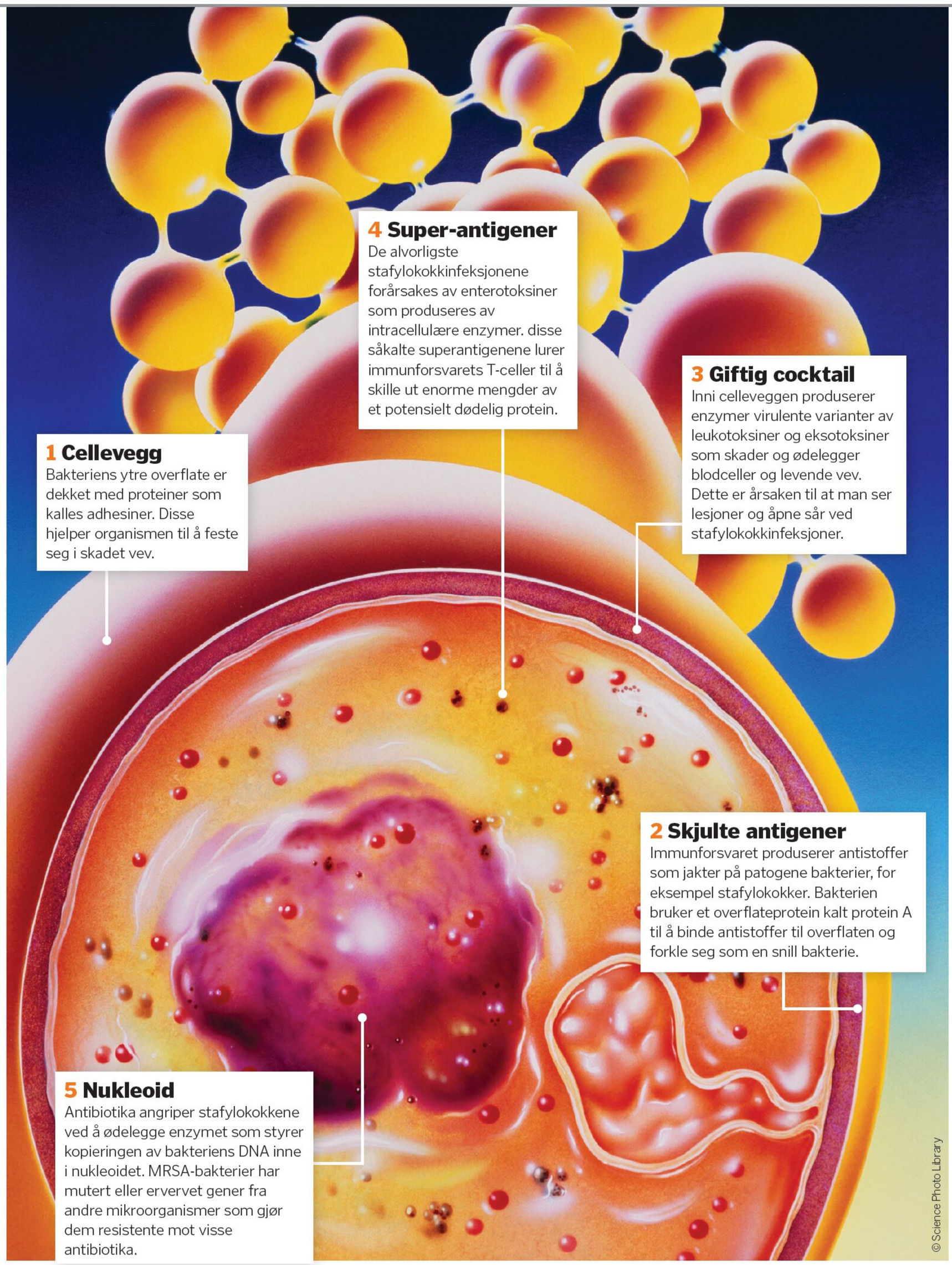
antibiotika, vil preparatet være helt ubrukelig.

Bakterier er ikke bare effektive med tanke på evolusjon, de er også noen skikkelige juksemakere. Gjennom en prosess som kalles konjugasjon, kan to bakterier dele biter av genetisk materiale som inneholder fordelaktige egenskaper, og på den måten hoppe over hele den tilfeldige evolusjonsprosessen. Ved hjelp av denne metoden har noen bakterier utviklet teknikker for å skjule seg for antibiotika, blant annet ved å blokkere inngangen til celleveggen, eller ved å lure kroppens eget immunforsvar til å frigi giftige mengder proteiner.

Det beste våpenet i kampen mot spredningen av superbakterier er å redusere inntaket av antibiotika, også gjennom mat som biff, svinekjøtt og melkeprodukter. I USA konsumeres om lag 80 % av det totale antibiotikaforbruket gjennom mat. Det er dessuten viktig å ha god hygiene ved sykehus og andre behandlingsinstitusjoner der disse infeksjonene trives og sprer seg i høy hastighet.

Inne i en MRSA-bakterie

MRSA er en restistent stamme av *Staphylococcus aureus*, en av de mest voldsomme og smittsomme bakteriene vi kjenner til. Det finnes mange typer stafylokokkinfeksjoner, fra matforgiftning som gir diaré, til hudlesjoner og potensielt dødelige tilfeller av toksisk sjokksyndrom. MRSA er en stafylokokk som har mutert eller på andre måter ervervet seg egenskaper som gjør den resistent mot antibiotika.



1 Cellevegg
Bakteriens ytre overflate er dekket med proteiner som kalles adhesiner. Disse hjelper organismen til å feste seg i skadet vev.

4 Super-antigener
De alvorligste stafylokokkinfeksjonene forårsakes av enterotoksiner som produseres av intracellulære enzymer. disse såkalte superantigenene lurer immunforsvarets T-celler til å skille ut enorme mengder av et potensielt dødelig protein.

3 Giftig cocktail
Inni celleveggen produserer enzymer virulente varianter av leukotoksiner og eksotoksiner som skader og ødelegger blodceller og levende vev. Dette er årsaken til at man ser lesjoner og åpne sår ved stafylokokkinfeksjoner.

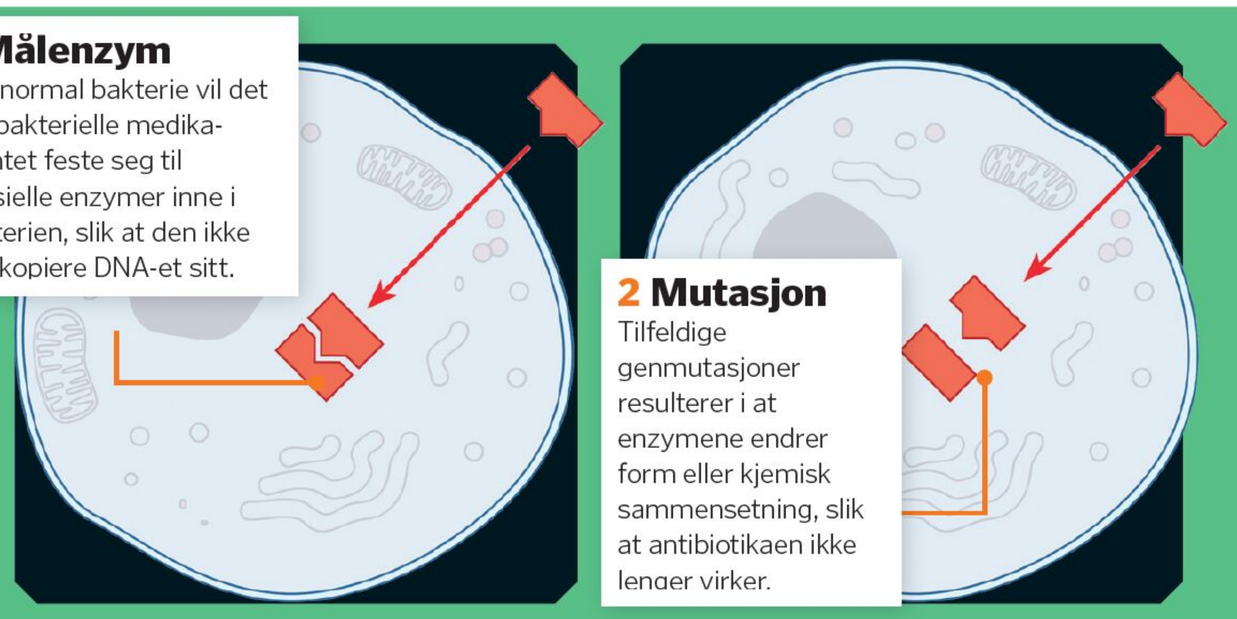
2 Skjulte antigener
Immunforsvaret produserer antistoffer som jakter på patogene bakterier, for eksempel stafylokokker. Bakterien bruker et overflateprotein kalt protein A til å binde antistoffer til overflaten og forkle seg som en snill bakterie.

5 Nukleoid
Antibiotika angriper stafylokokkene ved å ødelegge enzymet som styrer kopieringen av bakteriens DNA inne i nukleoidet. MRSA-bakterier har mutert eller ervervet gener fra andre mikroorganismer som gjør dem resistente mot visse antibiotika.

© Science Photo Library

Derfor virker ikke antibiotika

I kroppen vår finnes det milliarder av bakterier. Bare i tarmen lever det mer en 1000 forskjellige arter. Med en så stor bakteriepopulasjon er det lett å forstå hvorfor enkelte bakterier av og til kan tilegne seg egenskaper som gjør dem mer resistente mot medisiner som antibiotika. Og som Darwin ganske riktig påpekte, er det alltid den sterkeste som overlever. Bakterier utvikler nye egenskaper på en av to måter: genetisk mutasjon eller genetisk overføring fra andre organismer. Slik tilegner enkelte bakterier seg evnen til å blokkere antibiotikaen, og medikamentet når dermed ikke fram til enzymene på innsiden av bakterieveggen.



1 Målenzym
I en normal bakterie vil det antibakterielle medikamentet feste seg til spesielle enzymer inne i bakterien, slik at den ikke kan kopiere DNA-et sitt.

2 Mutasjon
Tilfeldige genmutasjoner resulterer i at enzymene endrer form eller kjemisk sammensetning, slik at antibiotikaen ikke lenger virker.

Superbakterier på sykehus

For bakterier er sykehus som et evolusjonsprosjekt som har sporet av. Tenk på hvor mye antibiotika som brukes på et sykehus, og tenk på hvor mange patogene bakterier som fraktes inn gjennom dørene som passasjerer i folks munner, neser, ører og åpne sår. Selv etter at vi oversvømmer disse bakteriene med medisiner, vil noen få, hardføre mutanter overleve. Disse små rakkerne kan lett overføres mellom pasienter via en uvasket hånd eller en kontaminert overflate. En ellers frisk pasient kan risikere å komme inn for å få et par sting, og gå ut igjen med en hissig antibiotikaresistent bakterieinfeksjon.



© Kurhan

Helsearbeidere

Hudkontakt er den mest effektive måten å spre superbakterier på. Helsearbeidere må vaske hender mellom hver pasient og før de forlater et pasientrom.



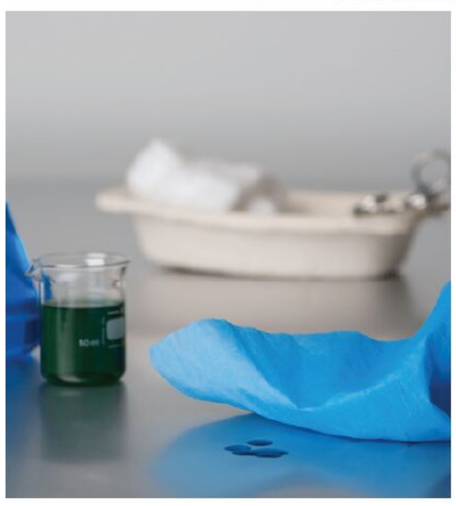
Isolasjon og kohorter

Pasienter som er MRSA-positive, bør isoleres fra resten av befolkningen og helsearbeidere. Besøkende bør ta særlige forholdsregler. Flere MRSA-pasienter kan legges på samme rom og danne en kohort.



Kateter og veneflon

Helsearbeidere må være svært forsiktige når de skal sette inn kateter eller veneflon. MRSA-hudinfeksjoner kan enkelt føres inn i urinrøret eller i blodbanen dersom man ikke sørger for god hygiene.



Overflatekontaminasjon

Studier har vist at på sykehus har overflater som tastaturer, kraner, kulepenner og stetoskoper en forbløffende høy konsentrasjon av patogene bakterier.

Hansker og frakk

På sykehus og institusjoner er det vanlig å bruke hansker og frakk i utsatte områder for å unngå smitte med superbakterier.





5x © Science Photo Library

3 Efflux-pumpe

Noen bakterier har utviklet en ventil i celleveggen som aktivt kan pumpe ut antibakterielle stoffer etter hvert som de kommer inn i cytoplasma.

4 Harde cellevegger

Antibakterielle stoffer kommer inn cellen via små hull i celleveggen. Enkelte muterte bakterier har ikke lenger nok hull til at en tilstrekkelig dose kan slippe inn.

5 Inaktivering

Noen bakterier har utviklet destruktive enzymer som svømmer i cytoplasma og uskadeliggjør antibiotikaens aktive stoffer før medikamentet rekker å gjøre skade.



TI TIPS SOM FOREBYGGER SMITTE AV SUPERBAKTERIER

1 Vær klar over at det først og fremst er overforbruk av antibiotika som fører til økt forekomst av antibiotikaresistente bakterier.

2 Vær bevisst på at antibiotika kun virker på bakterieinfeksjoner og ikke kan kurere virusinfeksjoner som forkjølelse og influensa.

3 Bruk aldri rester av antibiotika som du har liggende hjemme.

4 Når du får antibiotika av legen, er det viktig at du tar dem slik legen har foreskrevet, og at du fullfører hele kuren.

5 Ta aldri antibiotika som er skrevet ut til en venn, selv om du har liknende symptomer.

6 Med mindre du har svært alvorlige symptomer, bør du ta deg tid til å få utført de undersøkelsene som skal til for å bestemme hvilket preparat du bør bruke. Da kan legen kanskje velge et smalspektret preparat, i stedet for et bredspektret.

7 Selv om både du og legen mener at du har en infeksjon, kan du gjerne spørre legen om alternative behandlingsmetoder, slik at du kanskje kan løse problemet uten bruk av antibiotika.

8 Støtt matprodusenter som ikke bruker antibiotika preventivt for å unngå sykdom hos dyrene. Overforbruk av antibiotika i landbruket er en av de største årsakene til antibiotikaresistens.

9 Ikke bruk mild antibiotika til å behandle kronisk akne. Prøv andre metoder i stedet.

10 Helsearbeidere og besøkende på sykehuset må være flinke til å vaske hender, og ellers sørge for god hygiene, særlig når de er i kontakt med pasienter med nedsatt immunforsvar.

HVORDAN KAN HJERNEN HUSKE TING?



Les om hvordan dette vitale organet lagrer og bruker hukommelsen i en prosess som er helt essensiell for at vi skal kunne leve slik vi gjør.

Tekst: **Ailsa Harvey**

Hva skulle vi gjort uten hukommelse? Hvis vi ikke kunne huske viktige hendelser i livet, ville vi miste identitetsfølelsen. Hvis vi mistet evnen til å lagre informasjon, ville vi ha samme intelligens som en nyfødt baby hver dag, hele livet.

Hukommelsen vår består av informasjon som har blitt lagret i hjernen, og som kan hentes fram. Den gjør oss i stand til å lære av ting vi opplever, skape tillit og forståelse, utvikle ferdigheter gjennom trening og konstruere en tanke. Hukommelsen hjelper oss ikke bare med å huske hva vi skrev på handlelisten. Den sørger for at vi kan leve et meningsfylt liv.

Hjernens imponerende struktur er så kompleks at forskere hele tiden jobber på spreng for å få en bedre forståelse av hva den egentlig er i stand til å gjøre. De fleste dyr har arbeidsminne, men kapasiteten varierer veldig, fra hunder som kan glemme hendelser etter to minutter, til delfiner som trolig har den beste langtids-hukommelsen i hele dyreriket.

Evnen til å handle ut fra ting som har skjedd tidligere, kombinert med evnen til å forestille oss hva som kan skje i framtiden, er essensiell for at vår art skal overleve. De fleste andre dyr har bare evnen til å lagre minner som hjelper dem å overleve. Noen dyr, slik som ekorn og meisefugler gjemmer mat for å overleve vinteren. Det ville de ikke ha mye nytte av hvis de ikke kunne huske hvor de hadde gjemt den. Meisefuglenes imponerende hukommelse gjør at de kan finne igjen 80 000 gjemte frø.

Våre minner har ikke alltid betydning for vår evne til å overleve. Hendelser som er viktige for oss, bærer vi ofte med oss i lang tid. For eksempel vil hendelser som genererer sterke følelser i oss, skape sterke nerveforbindelser i hjernen.

Så fort et nytt minne skapes, må det lagres i hjernen. Fordi hjernen ville bli overbelastet hvis vi skulle huske alt som skjedde, sendes minnene gjennom en filtreringsprosess. Hjernen registrerer alt vi oppfatter gjennom sansene våre, og de hendelsene som påvirker oss mest, blir først lagret i korttidshukommelsen. Her blir de bare lagret i et kort tidsrom. Noen ting glemmer vi etter tjue sekunder.



© Getty

Uvanlige hendelser har størst sannsynlighet for å bli lagret i hukommelsen vår.

«Hjernen registrerer alt gjennom sansene, og de hendelsene som påvirker oss mest, blir først lagret i korttidshukommelsen»

Minner som blir hentet fram flere ganger, blir vurdert som viktige, og de blir sterkere for hver gang vi tenker på dem. Når det er sagt, vil en hendelse endres bitte litt for hver gang vi henter den fram fra hukommelsen. Dette er årsaken til at minnene våre endres i løpet av livet, vi kan si at de likner rekonstruksjoner i kontinuerlig endring.



© Getty

Nevronene lager nye forbindelser mellom seg hver gang vi skaper et langtidsminne.

Biologien bak hukommelsen vår

Sansing
Det første skrittet er å bli eksponert for omgivelsene og hendelsene rundt oss. Det vi ser og hører, oppfattes av sansene våre.

Omgjøring til kode
Informasjonen som skal sendes fra sansene til hjernen, er i utgangspunktet for omfattende og kompleks til at hjernen kan behandle den. Derfor velger hjernen ut enkelte informasjonssekvenser. Uvanlige hendelser vies mye oppmerksomhet, men dagligdagse ting blir som regel silt ut.

Sammensetting
For at disse minnene skal bevares i hjernen, må de kobles sammen. Ved å kombinere kodede opplevelser til et stabilt langtids-minne, blir signalene mellom nevronene i hjernen styrket, slik at vi senere kan hente fram opplevelsen igjen.

Lagring
Etter at opplevelsene har blitt samlet til et minne, må de lagres et sted i hjernen hvor de lett kan hentes fram. Men hele minnet lagres ikke. Deler av minnet lagres og fungerer som hjelpemiddel, og hjernen bruker dem til å rekonsturere hendelser så nøyaktig som mulig.

Henting
Tusenvis av hendelser kan lagres som slike minnebiter, men disse er ubrukelige hvis vi ikke kan hente dem fram. De fleste minner blir aldri brukt, men noen hentes fram ved hjelp av spesielle triggere. for eksempel en sang eller en duft. Når vi tenker tilbake på en spesiell tid, kan vi også hente fram relevante minner. Når et minne først er reaktivert én gang, er det større sannsynlighet for at det blir hentet fram flere ganger.



Hjernen kvitter seg med mindre viktige minner fra tidlig barndom gjennom en prosess som kalles pruning.

© Getty

Aldrende hukommelse

Hver enkelt hjerne vil endres forskjellig med alderen, og noen få mennesker har en eksepsjonell hukommelse. De fleste av oss husker ikke stort fra de første leveårene, men det betyr ikke at babyer ikke danner minner. Babyer lagrer ting i hukommelsen hele tiden og danner 700 nye nerveforbindelser hvert sekund. Men etter hvert som hjernen utvikles i løpet av barndommen, vil de minst brukte synapsene endres, og deler av dem ødelegges for å skape en mer effektiv hjernestruktur. Når vi mister disse forbindelsene, mister vi samtidig mange av de tidligste minnene våre, men de som er igjen, gjøres sterkere. På grunn av denne utviklingen kan den komplekse hukommelsen vår lettere lagre og hente fram langtidsminner. Etter hvert som vi blir eldre, kan enkelte områder av hjernen krympe. Et av disse områdene er hippocampus, som mister fem prosent av nervecellene sine for hvert tiår vi lever. Konsekvensen er at kommunikasjonen mellom nevronene i hjernen går langsommere. I tillegg forårsaker celletapet foran i hjernen mot slutten av livet at det produseres mindre acetylkolin, og det er grunnen til at både hukommelsen og læringsevnen for mange bli nedsatt etter hvert som de blir eldre.

INNI MINNE-BANKEN

Ta en titt inn i hjernen, og lær mer om områdene som assosieres med hukommelsen vår.

Fra sanser til minner

Isselappen er viktig når et nytt minne skal dannes, og den bruker sansenes opplevelser til å danne minner. Denne delen av hjernen har også ansvaret for å stimulere til gjenhenting av minner når vi møter den samme sensoriske stimulien på nytt.

Analysering

Denne delen av hjernen kalles bakhodelappen og har ansvaret for å knytte bilder og minner sammen. Bakhodelappen behandler inntrykk ved å analysere former, farger og bevegelse, og hjelper oss å trekke konklusjoner ut fra hva vi ser.

Koding

Cerebellum spiller en viktig rolle når vi skal kode komplekse minner. Det er også denne delen av hjernen vi bruker til å lære motoriske ferdigheter som vi blir bedre på ved å øve oss.

Organisering av minner

Frontallappen er forbundet med kognitive funksjoner. Her ligger også korttidsminnet, og langtidsminner som ikke er handlingsbaserte, hentes fram ved hjelp av denne delen av hjernen.

Som å lære å sykle

Når du først har lært å sykle, glemmer du det aldri. Dette er takket være basalgangliene. Dette området er ansvarlig for å danne og bevare motoriske funksjoner, som evnen til å gå og snakke. En type motorisk hukommelse som styres i basalgangliene, er det implisitte minnet. Minnene i denne delen av hjernen lagres og hentes fram automatisk og forbindes ikke med noen spesiell hendelse.

Her lages langtidsminner

Temporallappen spiller en viktig rolle for dannelsen av langtidsminner og behandling av ny informasjon. Visuelle og verbale minner kan dannes og lagres her. Den indre delen av temporallappen er viktig for eksplisitt og episodisk minnedannelse. Eksplisitt hukommelse omfatter minner og ferdigheter, mens episodisk hukommelse er minner om hendelser og erfaringer man selv har gjort.

Her ligger følelsesladede minner

Amygdala er et område av hjernen som er spesielt viktig for læring, hukommelse og sosial adferd. Når vi trigges av emosjonell stimuli, er det amygdala som henter fram minnene våre. Fryktinduserte minner, og minner om traumer, er blant de vanligste minnene forbundet med dette området. Jo sterkere følelser vi forbinder med et minne, desto mer sannsynlig er det at det vil bli hentet fram.

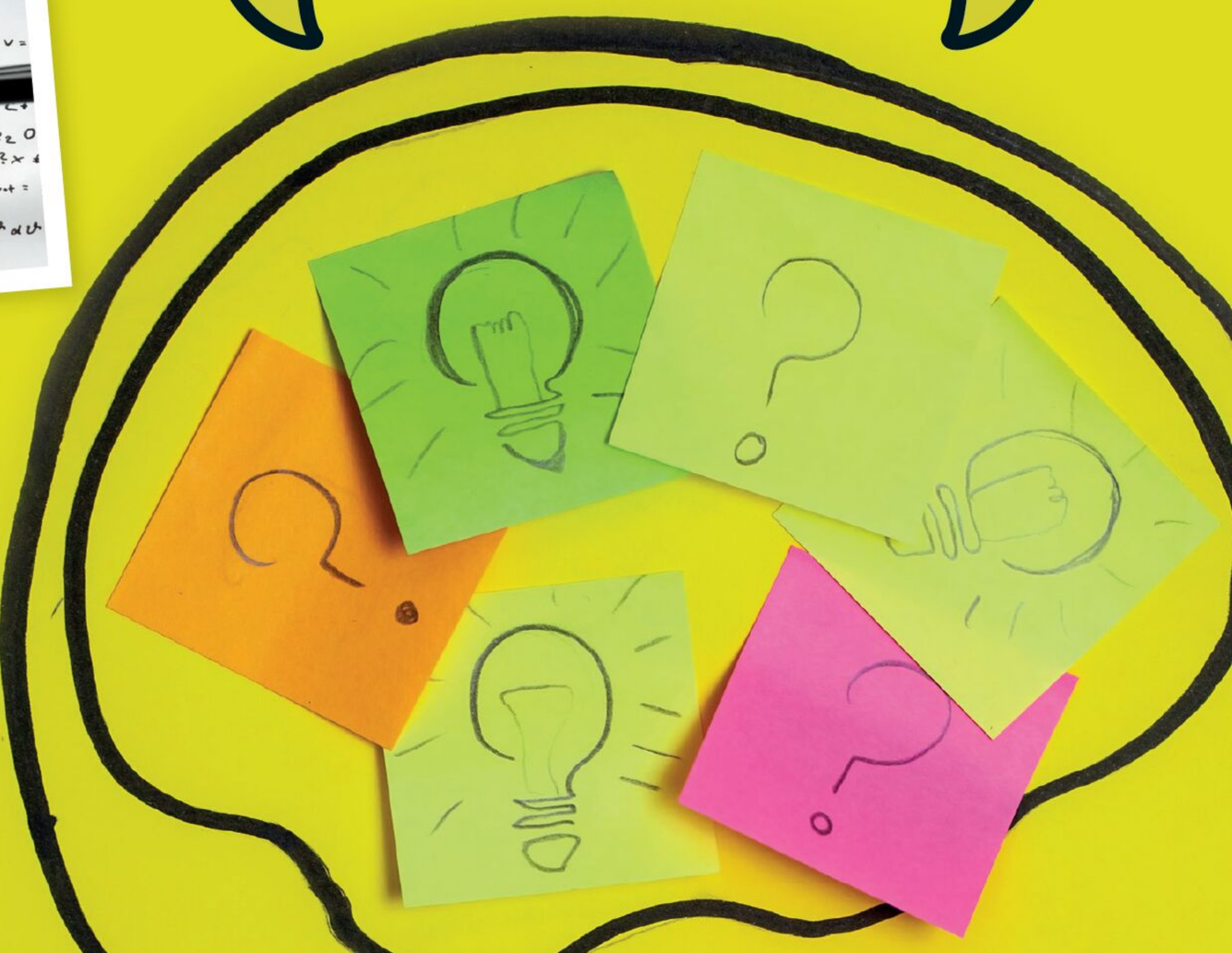
Minnevelger

Hippocampus bestemmer hvilke minner som skal sendes videre fra korttidsminnet til langtidsminnet. Dette er det eneste området i hjernen der det dannes nye nevroner.

© Illustration by Nicholas Forder

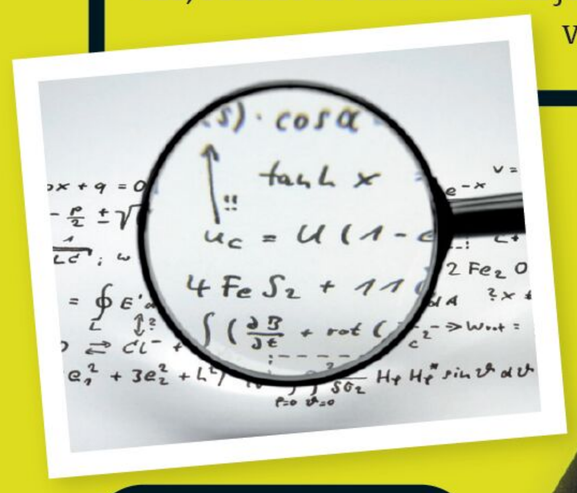
SLIK FÅR DU BEDRE HUKOMMELSE

Slik kan små endringer i hverdagen hjelpe deg til å huske bedre.



Konsentrer deg

Hvis vi vil flytte informasjon fra korttidsminnet til langtidsminnet, hjelper det å konsentrere seg og ta seg tid til å forstå informasjonen ordentlig. De nevrale nettverkene som bidrar til å danne langtidsminner, fungerer best når vi konsentrerer oss om omgivelsene. Nevrotransmittere som frigjøres når vi konsentrerer oss, sendes til områder som jobber med å bearbeide visuell informasjon.



Få nok søvn

For at hjernen skal klare å samle minner, trenger kroppen vår søvn. Hjernens nervebaner kan styrkes mens vi sover, og dermed kan informasjon flyttes over til mer permanente og effektive områder av hjernen. Forskning viser at vi ofte har lettere for å huske ting vi lærer rett før vi sovner.



Prøv meditasjon

Mindfulness har vist seg å forbedre arbeidsminnet vårt. Det er her ny informasjon lagres midlertidig. De fleste voksne mennesker kan huske rundt sju opplysninger i arbeidsminnet samtidig, men meditasjon kan trolig styrke arbeidsminnet og bidra til større kapasitet.



Stimuler hjernen

Hjernetrim kan dempe tidlige symptomer på hukommelsessvikt. Når du utfordrer hjernen, styrker du dens evne til å dele oppmerksomheten mellom forskjellige mentale oppgaver. Ved å opprettholde hjernens evne til å lære ting utenat og aktivere hjernens nevronforbindelser, kan du gjøre disse forbindelsene mer effektive.





Tren jevnlig

Det er godt dokumentert at fysisk aktivitet påvirker hjernens helse, og at jevnlig trening senker risikoen for kognitive forstyrrelser. Studier har vist at jevnlig fysisk aktivitet stimulerer hjernen til å vokse, og at den delen av hjernen som er viktigst for å danne nye minner, er større hos folk som er flinke til å trene.



Drikk mindre alkohol

Alkoholinntak har stor effekt på hukommelsen vår. Folk som drikker ofte, gjør rundt 30 prosent flere hukommelsesfeil i hverdagen enn folk som ikke drikker. Alkohol hemmer overføringen av minner fra korttidsminnet til langtidsminnet og reduserer dessuten størrelsen på hjernecellene. Mange opplever hukommelsestap etter en skikkelig fyllekule. Årsaken er en kjemisk forbindelse i hjernen som heter glutamat. Glutamat påvirker hukommelsen vår i stor grad og er svært følsom for alkohol.

All imags on page © Getty

REISEN

FRA MUNNEN TIL CELLENE. SLIK BLIR DU DET DU SPISER.

Tekst: **James Horton**



Fordøyelsen begynner her!

Tygging, sammen med utskillelse av spytt, bryter ned maten i munnen mekanisk og kjemisk.

Maten rives i stykker

Skarpe hjørnetenner griper og river i stykker den seigeste maten.

Kjemisk fordøyelse

Mange typer mat, som pasta, poteter og brød, inneholder mye stivelse. Stivelsen brytes ned av enzymet amylase. Det finnes i spyttet.

NERVEIMPULSER

AROMATISKE SUBSTANSER SOM FRIGJØRES FRA MATEN

Stensens utførselsgang

Sekretet fra ørespyttkjertelen føres ut i munnen via en utførselsgang som ender i kinnet, rett ved andre jeksel (tolvårsjekselen) i overmunnen.

Ørespyttkjertelen

Denne spyttkjertelen produserer hovedsakelig en vandig løsning som består av vann, elektrolytter og protein – blant annet enzymet amylase.

FRA TENNER OG TUNGE

SPYTT SKILLES UT I MUNNEN

Hakking

Fortennene, som sitter helt forrest i munnen, egner seg godt til å hakke opp maten i små biter.

Whartons utførselsgang

Sekret fra underkjevekjertlene skilles ut under tungen.

Blanding

Tungen skyver maten rundt i munnen, dekker den med spytt og klargjør den slik at jekslene kan male den til små biter.

FRA BAKERST PÅ TUNGEN

Undertunge-kjertelen

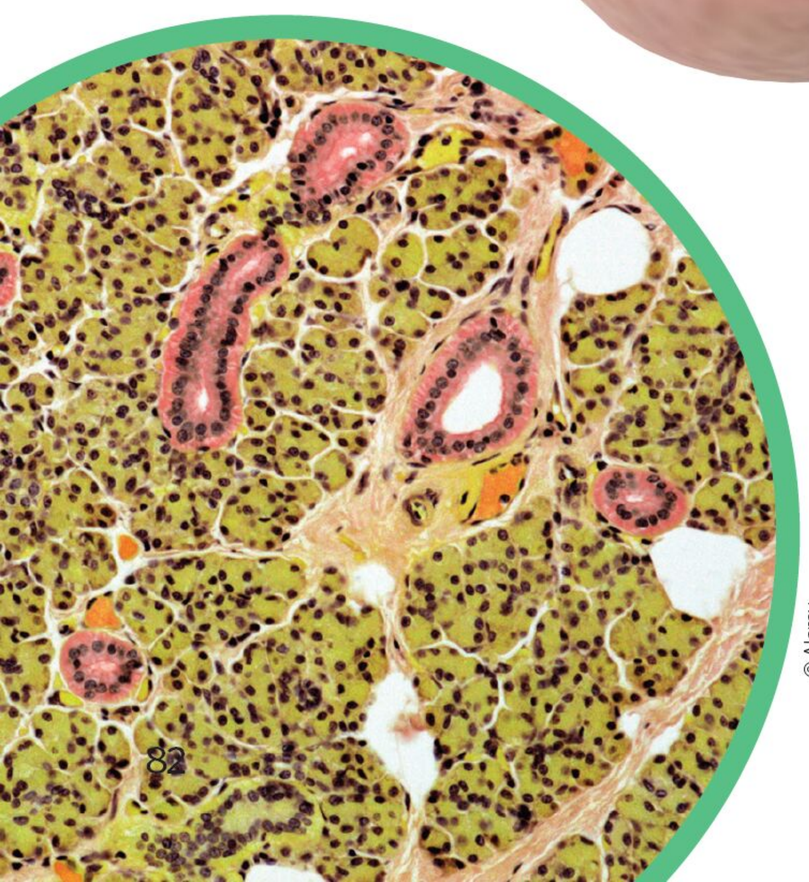
Her produseres hovedsakelig en tykkere, mer slimaktig væske.

Underkjevekjertlene

Disse kjertlene utskiller en blanding av serøs (tyntflytende) og mukøs (slimaktig) væske og kalles derfor seromukøse.

Maten males

De flate jekslene maler og kverner maten og sørger for en stor del av den mekaniske nedbrytingen i munnen.

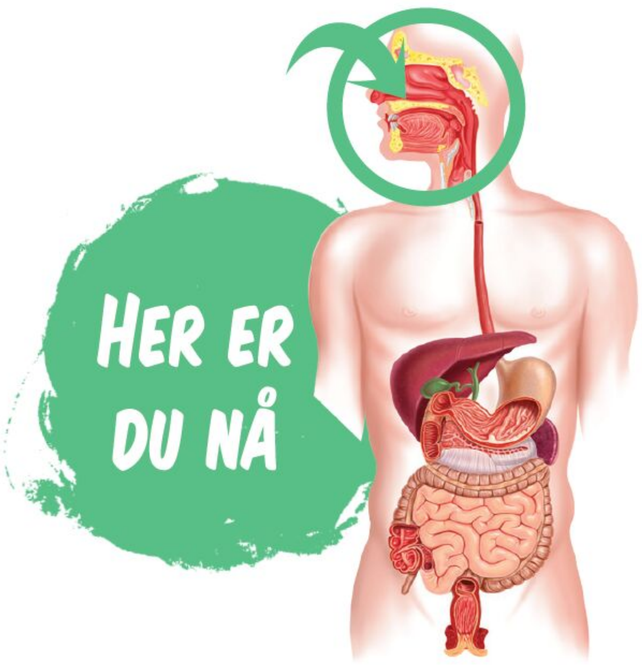


© Alamy

Ørespyttkjertelen er fylt med serøse acini – celleklumper som skiller ut en isoton, vandig væske.

© Illustration by The Art Agency/Barry Croucher

VI TYGGER, LAGER SPYTT OG SVELGER



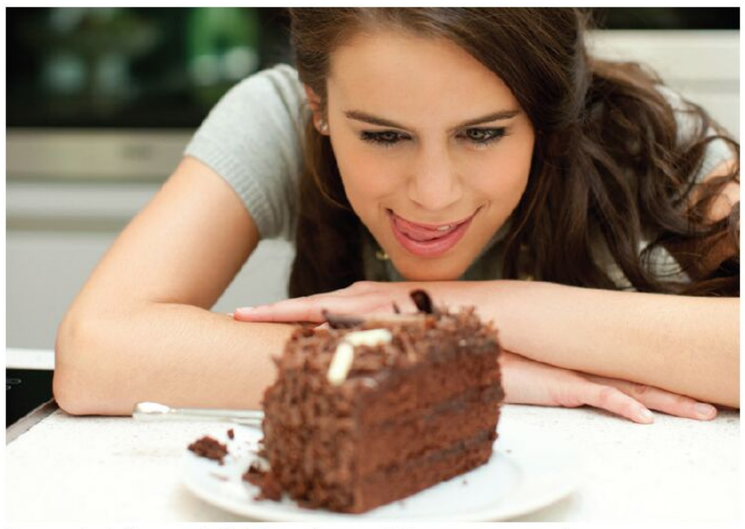
Det tok evolusjonen flere milliarder år å utvikle den kompliserte skapningen som mennesket er i dag. Kroppen vår er satt sammen av tusenvis av milliarder av celler, som alle utfører enkle oppgaver, helt uvitende om at de er en del av noe som er mye større enn dem selv. Men som med alle levende skapninger, trenger kroppen energi for å fungere. Og hvordan forsyner vi dette gigantiske maskineriet med energi? Vi drikker, og vi spiser.

Hvis vi zoomer ut på deg, kan vi se at dette behovet for energi melder seg så snart du kjenner den liflige duften av god mat, ser bildet av en hamburger på en reklameplakat, eller bare venter til magen begynner å rumle misfornøyd. Lysten på mat er det samlede ropet fra milliarder av celler, organisert i kompliserte organer, som sammen utgjør fordøyelseskanalen. Denne kanalen er omtrent ni meter lang hos voksne mennesker og strekker seg fra munnen til rektum – og det er her en banan, en yoghurt eller et stykke eplekake brytes ned til små komponenter som enten absorberes i kroppen, eller støtes ut. De molekylene som absorberes, er nå klare til å brukes som byggesteiner som kan vedlikeholde, erstatte og forbedre den organismen som er deg.

> «BEHOVET FOR ENERGI MELDER SEG SÅ SNART DU KJENNER DEN LIFLIGE DUFTEN AV GOD MAT»

La oss begynne reisen med cellenes rop om mat. Utskillelsen av et hormon som heter ghrelin, som hovedsakelig produseres i magen, kan utløses bare ved å se på et bilde av et fristende måltid, eller når vi leser menyen på en restaurant. Når ghrelinet sender signaler til hjernen, føler vi oss sultne og begynner jakten på litt verdifull energi.

Det neste skrittet er det aller beste. Nå er det på tide å spise. Hjernen setter kanskje aller mest pris på øyeblikket der vi tygger og smaker på maten, men matens reise har bare så vidt begynt.



Bare det å se på fristende mat kan være nok til å gjøre oss sultne.

© Getty

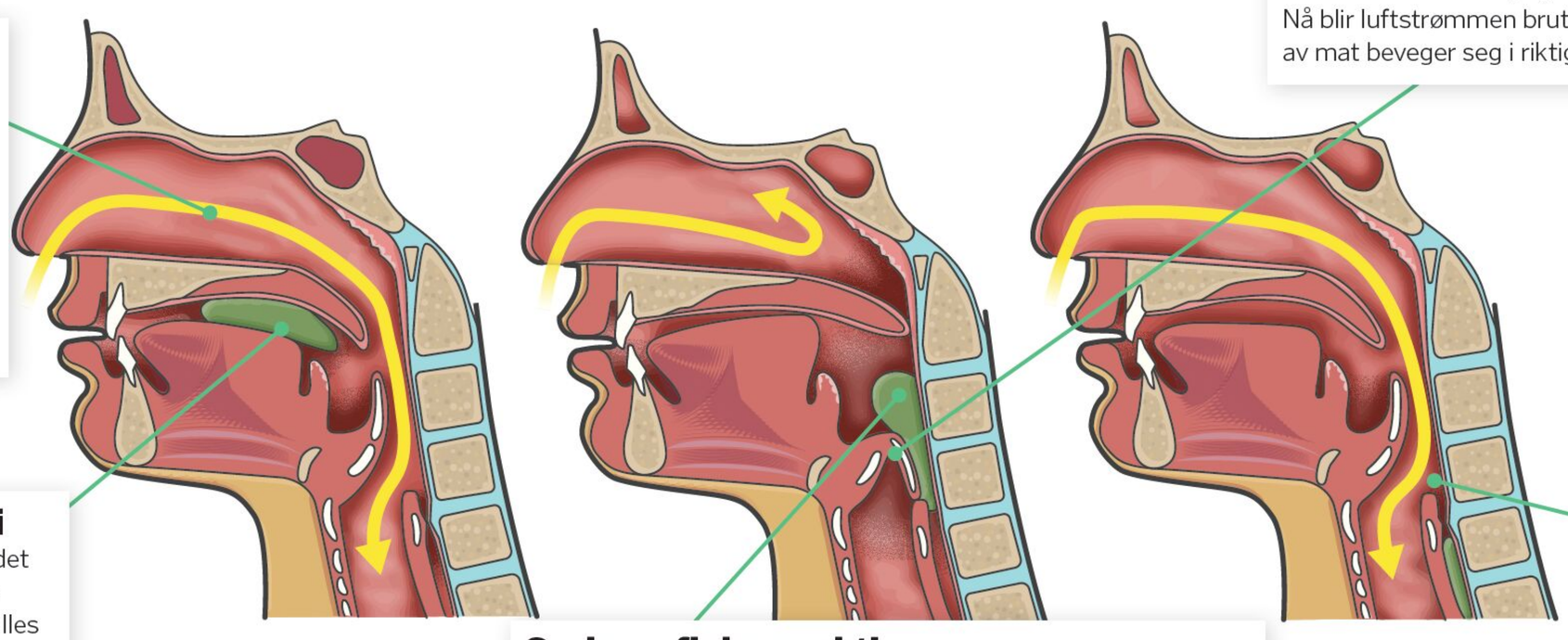
Slik styrer hjernen svelgerefleksen

Det å svelge er en av de mest ømfintlige og kompliserte prosessene i menneskekroppen, likevel ofrer vi den sjelden en tanke. Akkurat som mange av de andre sentrale prosessene i kroppen vår, er det å svelge i stor grad en ufrivillig refleks. På denne måten forsikrer kroppen seg om at den fuktige, ferdigtygde maten i munnen vår beveger seg nedover mot magesekken, i stedet for at den setter seg fast, havner i nesen, eller blokkerer luftrøret vårt.

Hovedkontrollsenteret for svelge-refleksen sitter i hjernestammen, hvor den forlengede ryggmarg befinner seg. Dette nettverket er koblet til en samling hjernenerver som utfører viktige oppgaver. En av dem er å føle og kontrollere tygging, smaking, utskillelse av spytt og til slutt svelging. Nervene i hjernen rapporterer matens konsistens og posisjon til hjernestammen etter hvert som klumpen av tygd mat beveger seg fra munnen til svelget og mot spiserøret, og utløser muskelsammentrekninger der det trengs.

SVELGING TRINN FOR TRINN

Slik transporterer kroppen maten trygt ned gjennom halsen.



Adgang forbudt

Foreløpig er luftveiene åpne, og spiserørets øvre lukkemuskel – en ringmuskel som fungerer som en port inn til spiserøret – er godt lukket.

Da er vi på vei

Ferdigtygd mat, blandet med spytt, danner en klump av mat som kalles en bolus. Svelgeprosessen begynner når tungen dytter bolus mot svelget.

Svelgerefleksen aktiveres

Når matklumpen treffer svelget, utløses svelgerefleksen. Denne prosessen er en synkronisert serie av muskelsammentrekninger i hodet og halsen, som dytter maten ned i spiserøret.

Denne veien, takk

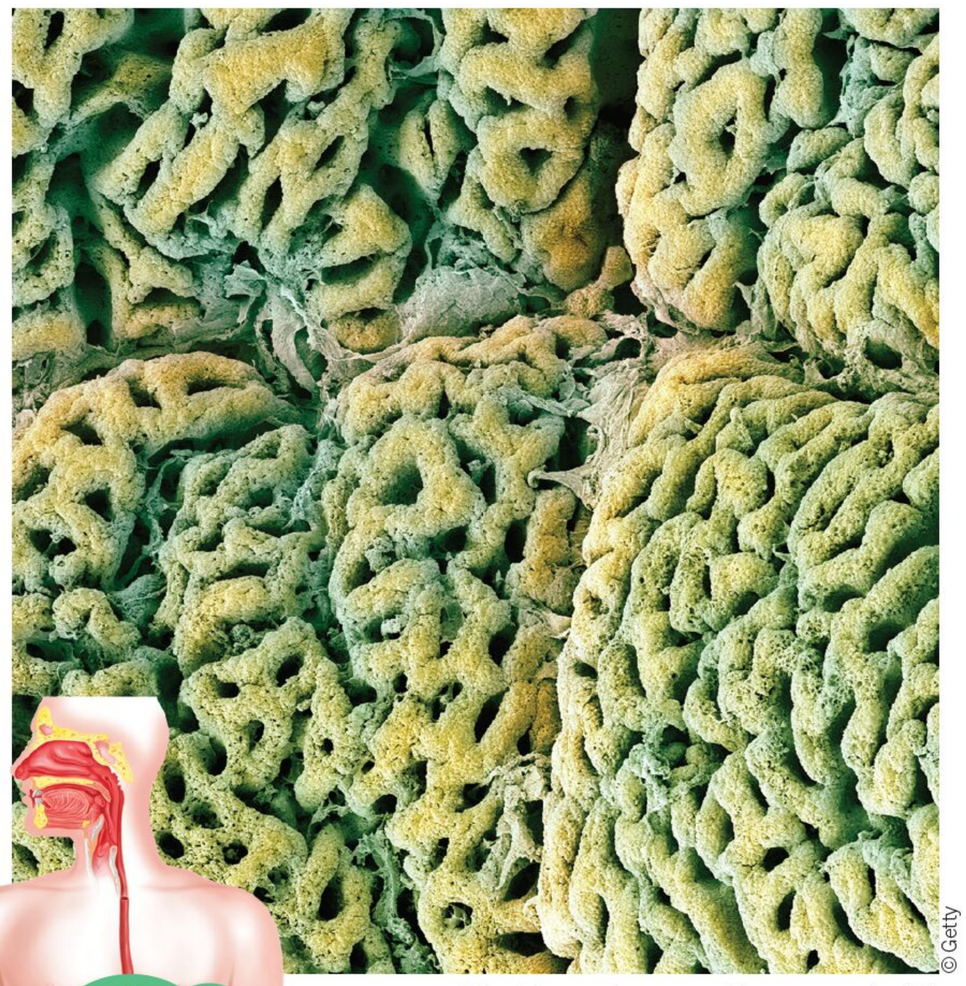
Når maten skyves mot svelget, åpnes spiserørets øverste lukkemuskel, og den myke ganen stenges. Nå blir luftstrømmen brutt, for å sikre at klumpen av mat beveger seg i riktig retning.

Ingen vei tilbake

Så fort maten har passert rekken med sensoriske reseptorer som dekker svelget, lukker spiserørets øvre lukkemuskel seg, og den bløte ganen slapper av. I spiserøret skjer det nå kontinuerlige muskelsammen-trekninger, slik at maten skyves ned mot magesekken.

© Illustration by The Art Agency/Nick Sellers

MAGEN, TOLVFINGER-TARMEN, GALLEGANGEN OG BUKSPYTT-KJERTELEN



© Getty

Slimhinnen i magesekken er god på å fornye seg selv, og hele slimhinnen fornyes en gang i uken.



Den første tiden etter et måltid er viktig for fordøyelsen vår. Den nylig ankomne maten, bolus, har allerede blitt delvis brutt ned i munnen, men nå skal den eksponeres for en mengde fordøyelsesenzymer som skal bearbeide matmolekylene, slik at de kan absorberes i tarmen. Klumpen av mat og spytt kommer inn i magesekken gjennom magemunnen. Her møter den et fiendtlig, fremmed miljø, der molekyler som kontinuerlig skilles ut fra slimhinnene aktiveres av magesaften som fyller magesekken.

I tillegg til magesekken er flere andre organer også travelt opptatt med å skille ut sin egen cocktail av fordøyelsesenzymer. Disse blandes med maten når den kommer ut i tolvfingertarmen, det organet som ligger rett etter magesekken i fordøyelseskanalen.

Magesekken er et fascinerende organ, for den har som hovedoppgave å lagre maten og å slippe den gradvis ut i tynntarmen. Uten denne porsjoneringen, ville maten passere så raskt gjennom fordøyelseskanalen at vi ville gå glipp av en enorm mengde verdifulle næringsstoffer, rett og slett fordi tarmen vår ikke ville rekke å absorbere dem. Men magesekken kan oppbevare maten i timevis, og her eltes maten metodisk, samtidig som den bearbeides av den effektive magesaften.

Når den ferdig bearbeidede maten forlater de nedre delene av magesekken for å hilse på de ventende fordøyelsesenzymene i tolvfingertarmen, er den godt forberedt. Nå er det snart klart for at maten skal bli en del av kroppen din.

«I SLIMHINNENE I MAGESEKKEN OG TARMEN FINNES DET TIL SAMMEN RUNDT 100 MILLIONER NEVRONER»



© Getty

Den lille galleblæren inneholder galle, en væske som er helt nødvendig for å fordøye fett.

MAGESYRENS MANGE OPPGAVER

1 Drepe bakterier
Det svært sure miljøet i magesekken er skadelig for de fleste mikroorganismer, deriblant sykdomsfremkallende bakterier.

2 Pepsinaktivator
Saltsyren i magesaften omgjør pepsinogen, som skilles ut fra mageslimhinnen, til enzymet pepsin, som bryter ned proteiner i maten.

3 Proteinnedbrytning
Pepsinet i magesyren bryter ned proteinene til kortere kjeder av aminosyrer.

4 Vitaminabsorbsjon
Magesyren bidrar til å stimulere utskillelsen av et glykoprotein som kalles intrinsisk faktor i magesekken. Intrinsisk faktor bindes senere til vitamin B12 i tynntarmen.

5 Utskillelse av galle
Magesyren i tynntarmen bidrar til å stimulere utskillelse av gallen som fordøyer fett i maten.

6 Hindrer syrerefluks
Den lave pH-en i magesyren stimulerer magemunnen til å trekke seg sammen, slik at den skadelige magesyren ikke kommer opp i det ubeskyttede spiserøret.

7 Ut i tynntarmen
Trykket fra magesyren bidrar til å åpne lukkemuskelen mellom magesekken og tynntarmen, slik at kymus (magevellingen) kan overføres til tynntarmen.

Tett kontakt mellom tarmen og hjernen

I slimhinnene i magesekken og tarmen finnes det til sammen rundt 100 millioner nevroner. Dette massive nettverket av nerveceller er så enormt at det av og til kalles «den andre hjernen». Vi har allerede sett at hjernen kan påvirke magen når den optiske nerven i øyet registrerer mat, men denne påvirkningskraften går begge veier. Magesekken og andre deler av tarmsystemet sender kontinuerlig informasjon til hjernen mens vi spiser og fordøyer mat. Hvis du har spist et spesielt stort og tungt måltid, og føler for å legge deg nedpå, er det fordi fordøyelseskanalen trenger så mye blod at det blir mindre igjen til andre organer. Har du noen gang hatt «sommerfugler» i magen? Det signalet kommer faktisk fra magesekken og er en protest mot at blodet omdirigeres fra magen til andre organer.

Inne i magesekken

Bli kjent med matens lagringskammer og de omkringliggende organene som setter i gang fordøyelsen for alvor.

Produksjon av galle
Galle er en viktig væske som bidrar til å fordøye og absorbere fett. Galle produseres i leveren.

Lagring av galle
Gallen lagres og konsentreres i galleblæren til det er bruk for den i tynntarmen.

Oppbevaring
Maten oppbevares i magesekken fram til den gradvis slippes ut i tynntarmen. Magesekken kan utvide seg til fire ganger opprinnelig størrelse for å romme all maten.

Inngangen
Bolus, klumpen av mat og spytt, kommer til magesekken gjennom magemunnen.

Flaskehals
Sammentrekninger i nedre del av magesekken får lukkemuskelen til å åpne seg midlertidig, slik at små mengder magevelling kan gå over i tynntarmen.

Elting
Magesekken fortsetter å trekke seg sammen for å elte klumper av mat, slik at maten brytes stadig bedre ned.

Magebevegelse
Tolvfingertarmen trekker seg sammen og elter magevellingen, slik at maten brytes ytterligere ned før den går lenger ned i tynntarmen.

Nøytralisering
På grunn av magesyren er magevellingen sur når den kommer inn i tovfingertarmen, men her nøytraliseres den av natriumbikarbonat.

Magevelling
Ved hjelp av fordøyelses-enzymer og magesyre gjør eltingen av matklumper (bolus) om til magevelling (kymus).

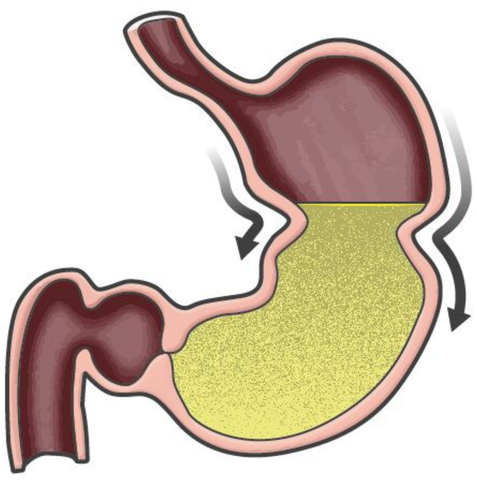
Enzymfabrikk
Bukspyttkjertelen produserer fordøyelsesenzymer som kan bryte ned fett, proteiner og karbohydrater, som deretter slippes ut i tynntarmen.

Beskyttende barriere
Et tykt slimlag dekker mageslimhinnen og beskytter den mot den sure magesyren.

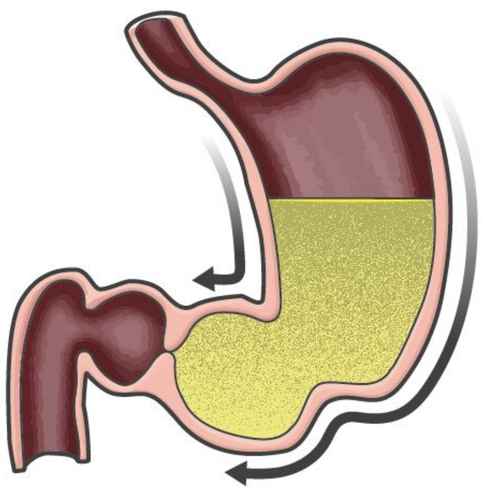
© Illustration by The Art Agency/Barry Croucher

HVA SKJER I MAGEN?

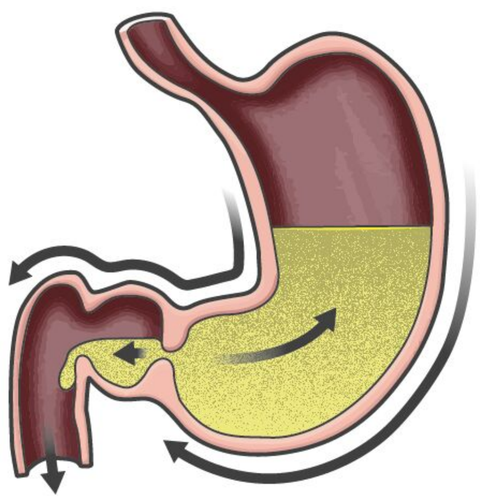
Dette hule organet er fordøyelseskanalens blender.



Drivkraft
Muskel-sammentrekninger driver matklumpen fra spiserøret og ned i magesekken. Her samles maten opp og blandes med magesyre.



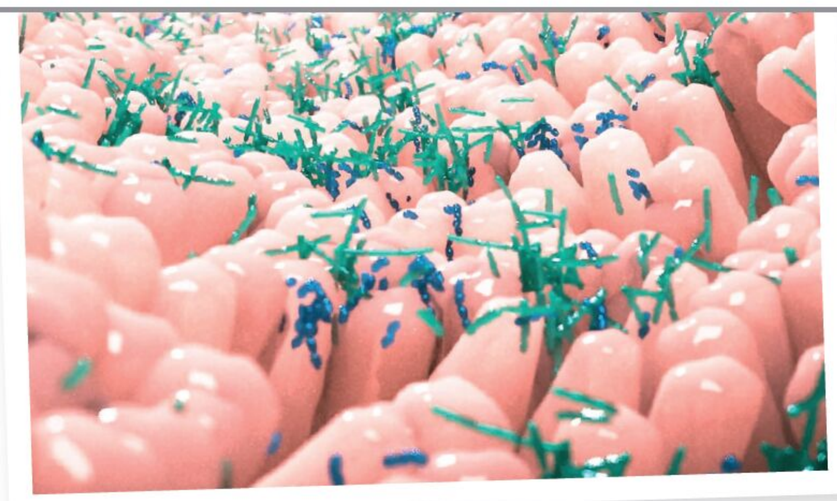
Elting
Magesekken trekker seg sammen fra toppen av mage-sekken (fundus) mot bunnen (pylorus), og elter maten og magesyren sammen til en blanding som kalles magevelling (kymus).



Litt og litt
Til slutt dyttes magevellingen litt etter litt gjennom pylorus og over i tolvfingertarmen, mens resten av vellingen dyttes bakover i magesekken igjen.

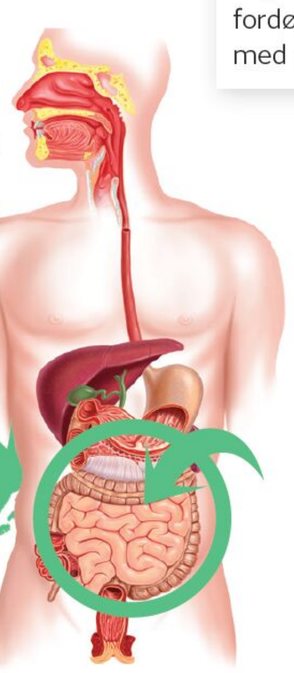
© Illustration by The Art Agency/Nick Sellers

TYNNTARMEN, TYKKTARMEN, BLODBANEN OG NÆRINGSOPPTAKET



I tarmen lever trillioner av mikroorganismer som hjelper til med fordøyelsen og holder tarmen frisk.

© Shutterstock



Når maten kommer ut i tynntarmen, likner den ikke lenger det minste på det delikate måltidet du spiste. I munnen din brøt amylasen i spyttet ned de lange karbohydratkjedene, og tennene dine knuste maten til grøt. I magesekken badet maten i magesyre som rev i stykker proteinene, mens maten ble eltet av musklene i mageslimhinnen. Når maten nå kommer ut i tynntarmen, er den en vandig blanding, som inneholder mengder av enzymer som fordøyer fett, proteiner og karbohydrater med liv og lyst – slik at de ikke lenger minner det minste om de molekylene de en gang var. Når fordøyelsesenzymene har gjort jobben sin, er det bare små komponenter igjen – de byggesteinene som cellene våre trenger. Disse molekylene blir derfor tatt opp i blodbanen og fraktet rundt i kroppen.

Den enorme størrelsen på tarmen forteller hvor viktig den er. Av de ni meterne fordøyelseskanalen utgjør totalt, opptar tynntarmen hele seks meter, og tykktarmen ytterligere halvannen meter. Det betyr at det er godt med plass til å ta opp molekyler fra maten mens vellingen beveger seg gjennom tynntarmen. Når proteiner, fett, sukker og enkelte vitaminer og mineraler er absorbert fra tarmen, transporteres de aller først til leveren for videre bearbeiding.

Nå nærmer restmaterialet i tykktarmen seg reisens endestasjon. Her skjer den siste bearbeidingen av tarminnholdet før det forlater kroppen.

Tolvfingertarmen
Her blir magesyren nøytralisert, og fordøyelsesenzymer blandes med magevelling (kymus).

Jejunum
I rundt 40 prosent av tynntarmen skjer det energiske muskelsammentrekninger for å bevege vellingen. Her finnes det også et utbredt nettverk av blodårer som suger til seg næringsstoffer.

Ileum
Den siste delen av tynntarmen er smalere, tynnere og har dårligere blodtilførsel enn resten av tynntarmen.

Takk og farvel
Restene av maten går over i tykktarmen slik at den kan støtes ut, men først reabsorberes all væske i kroppen.

© Getty

Fiber er viktig

Fiber som vi får i oss gjennom maten, inneholder deler som cellene våre ikke klarer å fordøye og absorbere. Derfor skulle man kanskje tro at det er unødvendig å spise fiberrik mat. I virkeligheten er det svært viktig å spise nok fiber for at tarmen skal holde seg frisk. Oppløselig fiber (fiber som løser seg opp i vann), danner en geléliknende substans på sin vei gjennom tarmen. Uoppløselig fiber brytes derimot utelukkende ned gjennom mekanisk fordøyelse. Fiber bidrar til matens bevegelse gjennom fordøyelsessystemet, og gjør det enklere for oss å kvitte oss med avføring. Fiber bidrar også til å regulere blodsukker og kolesterolnivå, og gir næring til de tarmbakteriene vi er avhengige av for å holde tarmen frisk. Uten fiber kan vi heller ikke produsere vitamin K eller de kortkjedede fettsyrene eddiksyre, smørsyre og propionsyre.

Den lange oppsugings-prosessen

Det er i de svingete, bølgende gangene i tynntarmen at fordøyde næringsstoffer blir tatt opp i kroppen.

Uavhengig funksjon

Som vi har vært inne på tidligere, har tarmen sitt eget enorme nettverk av nevroner. I fagmiljøene kalles det for det enteriske nervesystemet, og er anerkjent som den «andre hjernen». Via disse nervecellene – inkludert vagusnerven (en av hjernenervene), kommuniserer tarmen og hjernen. Det kanskje aller mest fascinerende er at det enteriske nervesystemet også kan fungere uten input fra hjernen.

Peristaltiske bevegelser – bølger av muskelsammentrekninger – har ført maten hele veien fra spiserøret til tarmen. Når maten først har kommet så langt, er disse bevegelsene viktigere enn noen gang, slik at magevellingen kan skyves videre gjennom tarmen.

Når det viser seg at «den andre hjernen» ikke er avhengig av input for å gjøre disse bevegelsene, har det fått enkelte forskere til å spekulere i om tarmen kan ha vært en primitiv hjerne som har eksistert før den hjernen vi bruker i dag. Kanskje det egentlig er hjernen under topplokket som er «den andre hjernen»?

Transportnettverk

Ørsmå kapillærer går gjennom hver tarmtott, og herfra fraktes næringsstoffene videre til andre organer.

Overflateareal

Fingerliknende utvekster er kjent som tarmtotter (villi) og dekker de sirkulære foldene i tarmveggen. Disse er igjen dekket med mikrovilli, noe som kraftig øker kontaktflaten mellom magevelling og de absorberende blodårene.

Fordeling

Næringsstoffene absorberes via en naturlig fordelingsprosess, der molekyler beveger seg fra et område med høy konsentrasjon (i magevellingen), til et område med lav konsentrasjon (gjennom membranen).

Kerckringske folder

Slimhinnene i tynntarmen er dekket av sirkulære, bindevevsholdige slimhinnefolder, der det igjen sitter små strukturer som sørger for at næringsstoffer blir tatt opp.

©Getty

DE FEM VIKTIGSTE NÆRINGSSTOFFENE

Lær om molekylgruppene som vår verden består av.



Proteiner

Proteiner er arbeidshestene som driver de kjemiske reaksjonene inni alle cellene i menneskekroppen. Vi trenger ikke bare proteiner til å bygge muskler og produsere energi, proteiner omdannes også til hormoner, enzymer, antistoffer og enda mer.



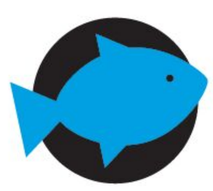
Fett

Fett blir ofte stemplet som usunt, men dette er et viktig makro-næringsstoff som er nødvendig i en rekke sentrale prosesser. Fett fremmer mineralopptak, muskelbevegelse, celleproduksjon, blodlevring og produksjon av betennelsesdempende forbindelser.



Karbohydrater

Karbohydrater er en viktig energikilde. Hjernen er avhengig av energi i form av glukose, en viktig byggestein av komplekse karbohydrater. Karbohydrater lagres som lange kjeder og brukes som energi de periodene vi ikke spiser.



Vitaminer

Vitaminer er mikronæringsstoffer som er helt avgjørende i mange av kroppens prosesser. For eksempel bidrar de til å lagre og frigjøre energi fra maten vi spiser, holde organene og nervesystemet vårt ved like og gjøre immunforsvaret mer effektivt.



Mineraler

Mineraler er også mikro-næringsstoffer og har en del av de samme oppgavene som vitaminer i mange av kroppens nøkkel-prosesser. For eksempel bidrar de til å holde knoklene sterke, regulerer forbrenningen og sørger for at vi har nok væske i kroppen.

KROPPEN

Fullkorn, grønnsaker, nøtter, frø, bønner, erter og linser inneholder mye kostfiber.

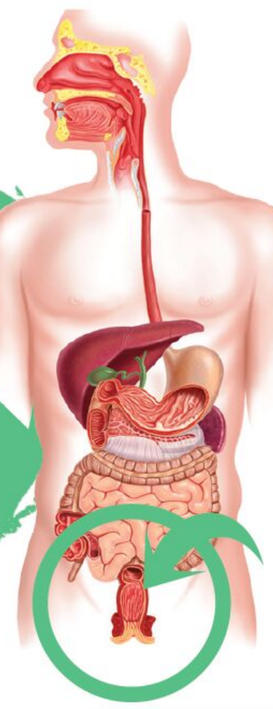
REKTUM, RINGMUSKEL OG AVFØRING



Bekkenbunnsmuskulaturen strekker seg fra underlivsbeinet til korsbeinet og er viktig for å kunne holde igjen avføring.

© Getty

HER ER DU NÅ

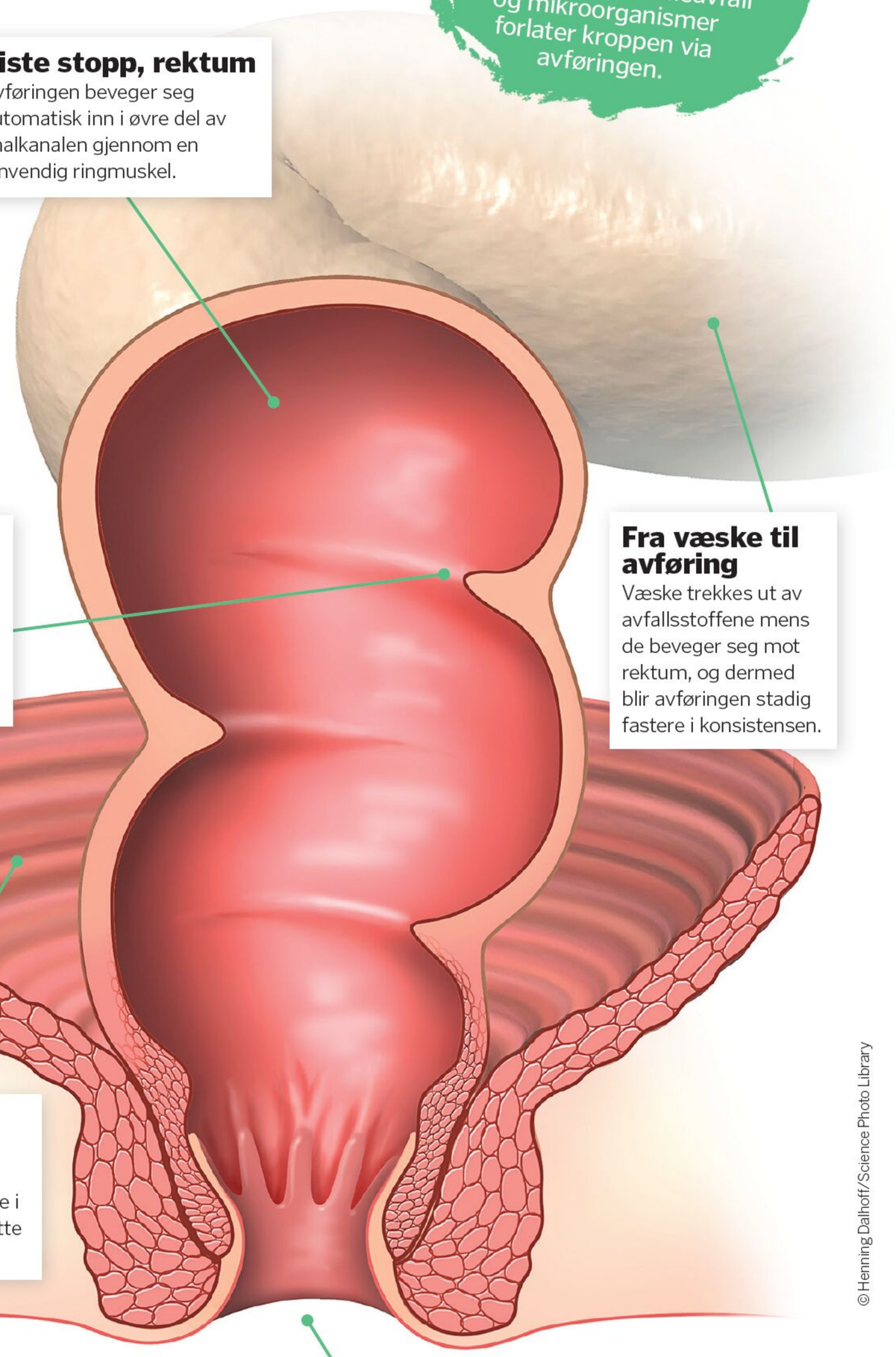


For det meste av maten du har spist, er det nå på tide å begynne et nytt liv som en del av kroppen din. Men for resten venter nå den lange, svingete turen gjennom tykktarmen og møtet med det enorme antallet mikroorganismer som lever der. Til slutt går turen til rektum, slik at avfallsstoffene kan sendes ut av kroppen. Men det er ikke bare matrester som blir til avføring. Tvert imot. Sammen med maten finner vi avfall fra døde celler som har vært en del av tarmslimhinnen, fiber som har reist nesten uforandret gjennom kroppen, og mange av mikroorganismene som har vært en del av tarmfloraen, både bakterier, virus, sopp og arkebakterier. Til sammen danner de et avfallsprodukt som vil kunne gi energi til en rekke nye organismer utenfor kroppen.

Den siste delen av mage-tarmkanalen er enormt viktig, først og fremst fordi avføringen sikrer at toksiner kan fjernes fra kroppen. Mennesker er ufullkomne skapninger med et kosthold som er langt fra ideelt, og det er ikke mulig for oss å absorbere hver smitt og smule av alt vi spiser. Derfor er det viktig at vi sørger for at de organene som hjelper oss å skille ut avfallstoffer fra kroppen, holder seg friske. Akkurat som ved inngangen til fordøyelseskanalen, har vi også kontroll over utgangen. Og akkurat som vi er nøye med hva vi spiser, bør vi være nøye med å sørge for at avføringen er regelmessig og komfortabel.

På vei ut av kroppen

Ufordøyelige og unødvendige næringsstoffer, celleavfall og mikroorganismer forlater kroppen via avføringen.



Siste stopp, rektum
Avføringen beveger seg automatisk inn i øvre del av analkanalen gjennom en innvendig ringmuskel.

Signal til hjernen
En bunt nerveceller oppdager at det er avføring i tarmen, og sender signaler til hjernen slik at vi kjenner at vi må på toalettet.

Fra væske til avføring
Væske trekkes ut av avfallsstoffene mens de beveger seg mot rektum, og dermed blir avføringen stadig fastere i konsistensen.

Forberedelse
Bekkenbunnmuskulaturen slapper av og synker en anelse ned, slik at musklene i rektum frigjøres og kan dytte avføringen ut av kroppen.

Eliminasjon
Den ytre ringmuskelen kontrollerer vi bevisst, og når vi bestemmer oss for det, kan den åpnes slik at avføring kan forlate kroppen.

© Henning Dalhoff/Science Photo Library

«DET ER IKKE BARE MATRESTER SOM BLIR TIL AVFØRING»

DET FORTELLER AVFØRINGEN DEG

Leger bruker Bristol-skalaen for å klassifisere pasientenes avføring.



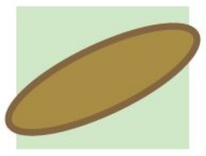
Type 1
Separate, harde klumper
ALVORLIG FORSTOPPELSE



Type 2
Klumpete, pølseformet
MILD FORSTOPPELSE



Type 3
Pølseformet med sprekker i overflaten
NORMAL



Type 4
Som en glatt, myk pølse eller slange
NORMAL



Type 5
Klart avgrensede, myke klumper
MANGLER FIBER



Type 6
Grøtaktig konsistens, uklar avgrensning
MILD DIARÉ



Type 7
Flytende konsistens, ingen klumper
ALVORLIG DIARÉ



OM KROPPEN
OG VERDEN VI LEVER I

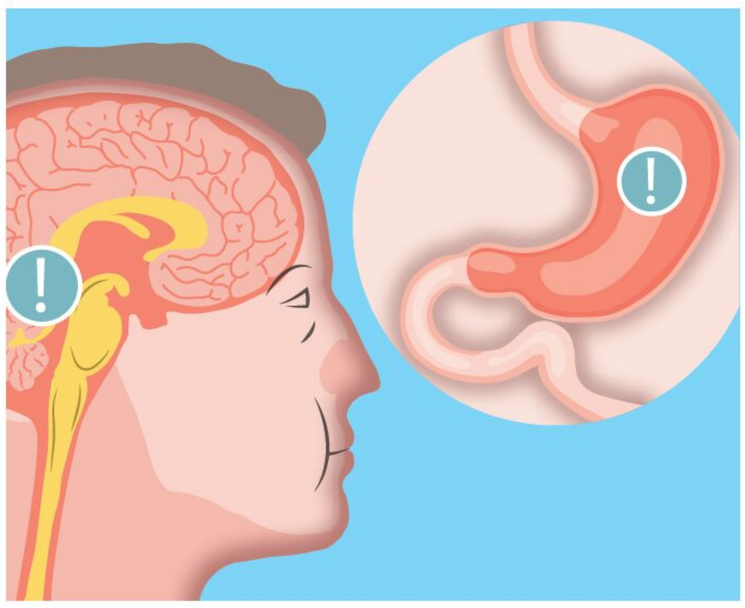
Tekst: **Scott Dutfield**

Visste du at?

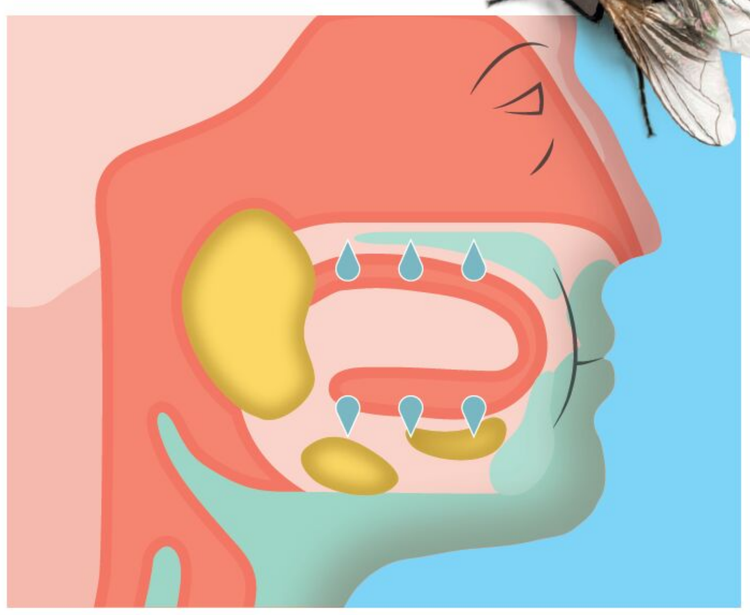
2 *Et menneske har i gjennomsnitt mellom 1,5 og 2,5 millioner midd på kroppen.*

1 OPPKAST TÆRER PÅ TENNENE

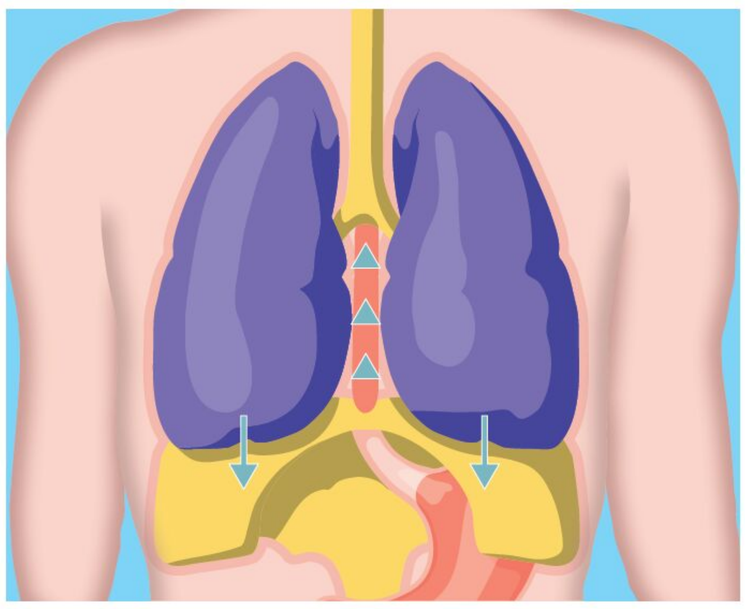
Fra magen til toalettet - hva skjer med kroppen når vi kaster opp?



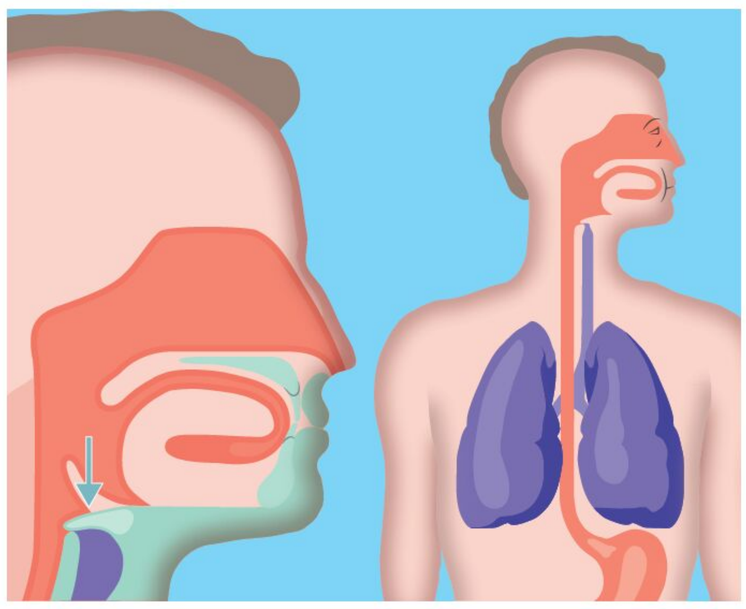
1 Signal
Et område av medulla oblongata i hjernen, som kalles kjemoreseptor-trigger-sonen (KTS) mottar en advarsel om at magesekken må kvitte seg med innholdet sitt.



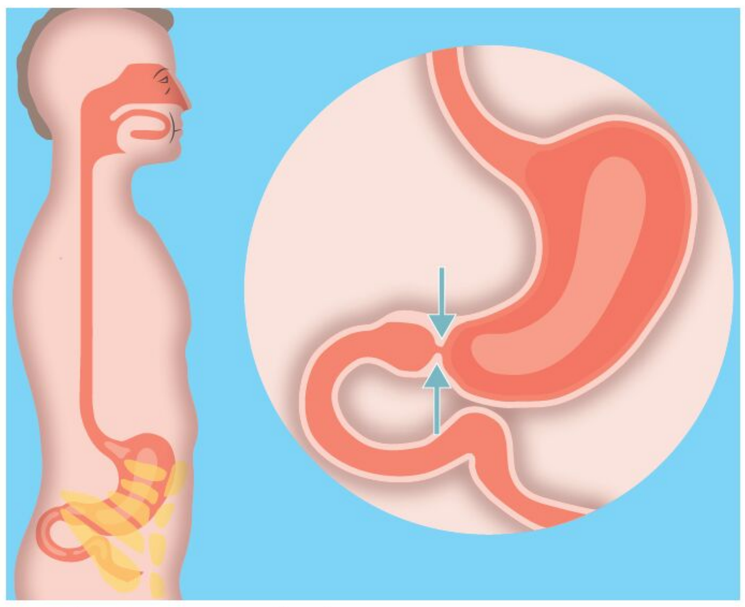
2 Forberedelse
Magesyren tærer vekk tennenes emalje, og spyttkjertlene i munnen produserer derfor basisk spytt for å beskytte munnen og tennene mot magesyren som kommer opp sammen med mageinnholdet.



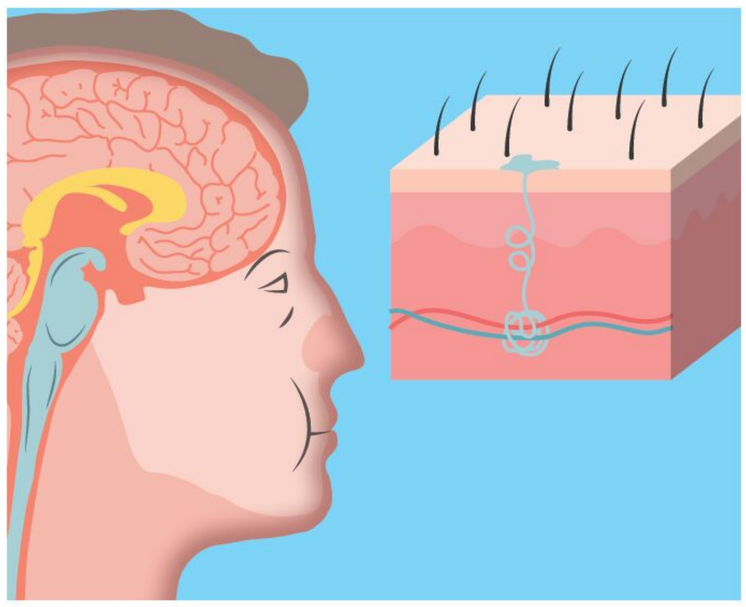
3 Trykk
Vi trekker pusten dypt slik at lungene blåses opp og mellomgulvet trekker seg sammen. Dette gjør at trykket mot magesekken øker.



4 Forebygging
En del av strupehodet som kalles strupelokket stenges, slik at mageinnholdet ikke kommer ned i luftrøret på sin vei opp gjennom spiserøret mot munnen.

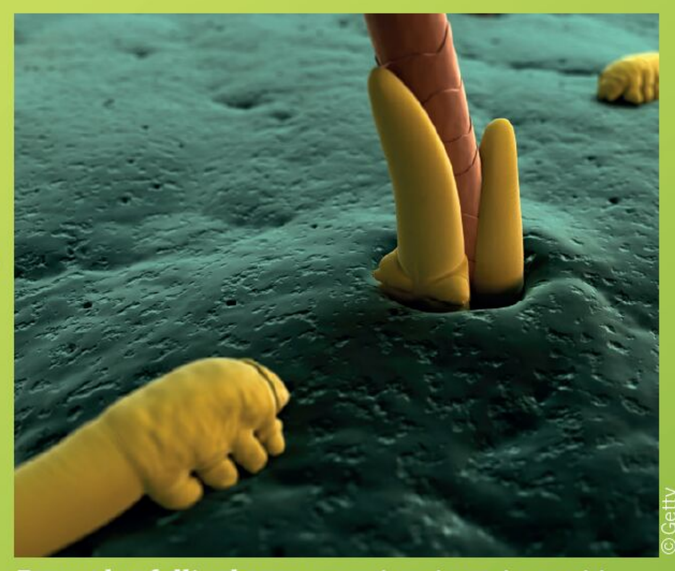


5 Sammentrekning
For at mageinnholdet skal bevege seg oppover og ut av kroppen, trekker magemusklene seg sammen slik at trykket øker ytterligere. Nå stenges lukkemuskelen nederst i magesekken, slik at mageinnholdet ikke kan bevege seg nedover.



6 Svette
Som et resultat av anstrengelsen og stresset det medfører å kaste opp, øker pulsen vår, og kroppstemperaturen stiger. Dermed begynner kroppen å svette for å motvirke denne temperaturstigningen.

© Illustration by Ed Crooks



©Getty

Demodex folliculorum er mikroskopiske midd som bor i hårfoliklene i ansiktet ditt.

3 DU HAR MIDD I ØYEVIPPENE

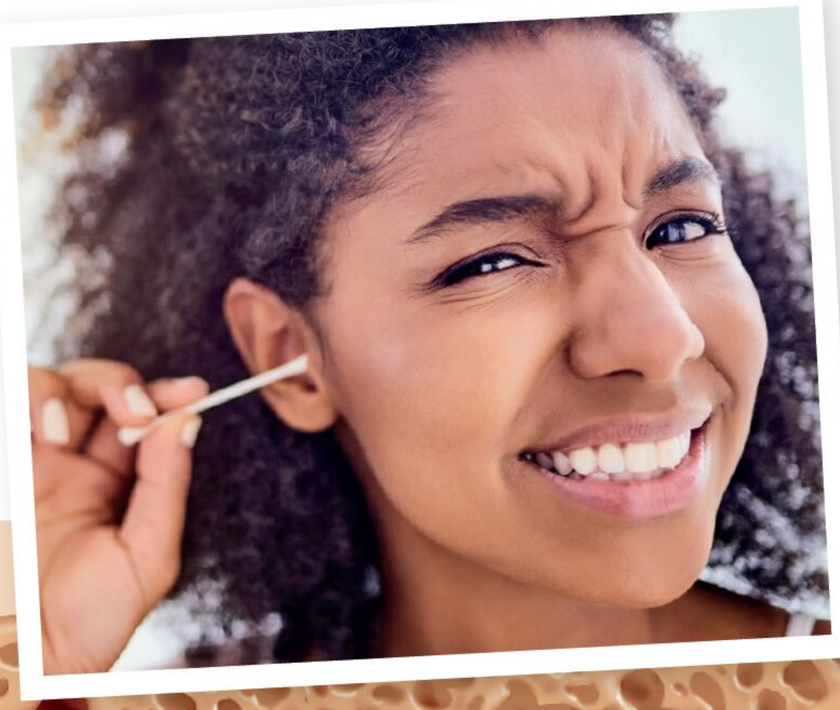
Menneskekroppen er et paradis for midd og bakterier. De fleste er imidlertid harmløse, selv de som holder til i øyelokkene dine. Men det hjelper ikke å løpe til speilet for å ta en titt – for disse krypene kan ikke ses med det blotte øye. Denne mikroskopiske ansiktsmidden går under navnet *Demodex folliculorum* og lever i eller rundt hårfoliklene, der de spiser døde hudceller og talg som samler seg opp i området. Vanligvis gjør de ingen skade, men i sjeldne tilfeller kan de forårsake øyeinfeksjoner. Forskning viser at antallet midd øker etter hvert som vi blir eldre. Nyfødte babyer har ingen slike midd, men når vi er rundt 60 år gamle, har nesten alle slike blindpassasjerer. Det er fortsatt uklart hvordan midden formerer seg, men vi vet at den lever i rundt 14 dager, og at den bruker om lag 7 dager på å bli et voksent individ.



4 ØREVOKS ER IKKE VOKS

Det vitenskapelige navnet på ørevoks er cerumen. Cerumen er en kombinasjon av sebum – hovedsakelig hudceller som har løsnet fra innsiden av øret – biter av hår, og sekresjon fra ørevokskjertelen i den ytre øregangen. Ørevoksens konsistens varierer fra person til person. Selv om den ofte er en slags gulbrun myk og klissete substans, vil folk fra Asia og Kina ofte ha en tørrere, blekere ørevoks. Ørevoksens oppgave er å fange opp partikler og bakterier i øregangen, slik at disse ikke skader eller skaper infeksjoner i de uvurderlige trommehinnene våre.

Bare i Amerika forårsaker bruken av bomullspinner mer enn 10 000 øreskader hvert år.



© Getty

5 HUDORMER ER IKKE FYLT MED SKITT

For alle dere som elsker å se på onlinevideoer av folk som klemmer ut kviser og hudormer, kan det være greit å vite at mange feilaktig antar at hudormer er et resultat av at det samles skitt i porene i huden. Akkurat som kviser er en ansamling av døde hudceller under huden, består hudormer av liknende celler og en talgliknende substans som kalles sebum, og som produseres av talgkjertlene i hårfoliklene. Når sebum utsettes for luften som omgir hudoverflaten, oksiderer oksygenet sebumet slik at det blir svart.

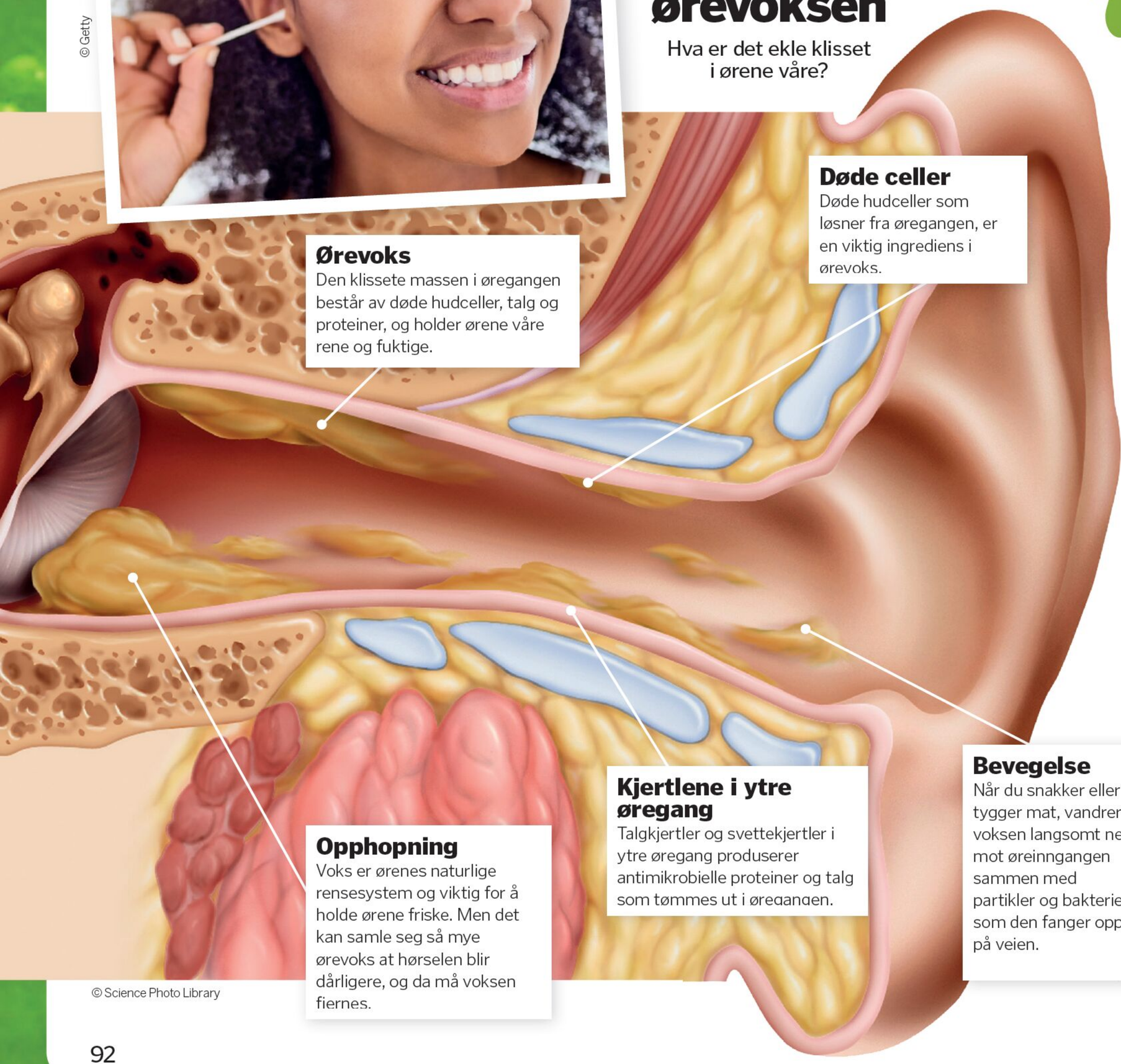


© Alamy

Omtrent 85 % av personer i alderen 11–30 år har akne.

Vi graver i ørevoksen

Hva er det ekle klisset i ørene våre?



© Science Photo Library

6 HVA FORTELLER FARGEN PÅ SNØRRET DEG?

1 Gjennomsiktig
Busemenn består av vann og et protein som kalles mucin, som sammen danner en klar, seig substans. Klart snørr betyr at du er frisk.

2 Hvit
Når du har en virusinfeksjon, samler det seg klare muciner i bihulene, og snørret kan få en melkehvit farge.

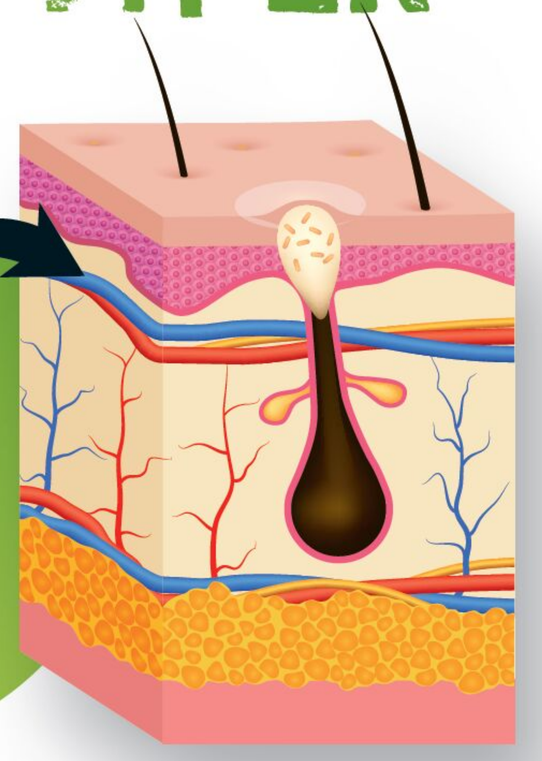
3 Gul/grønn
Blir snørret ditt gult eller grønt, er det et sikkert tegn på at du holder på å bli forkjølet. Fargen kommer av at døde hvite blodceller fra immunforsvart hoper seg opp.

4 Brun/oransje
Du blir kanskje bekymret hvis du pusser nesen og ser at snørret er brunt eller oransje – men det er antakelig bare størknet blod.

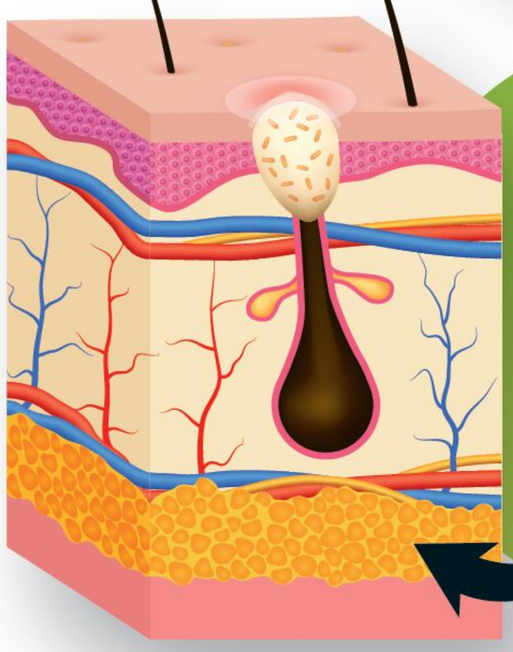
5 Svart
Hvis du puster inn forurensning som røyk eller støv, kan det resultere i svart snørr – men fargen kan også være tegn på soppinfeksjon.

7 *Verdens største organisme er en sopp, Armillaria ostoyae, som dekker om lag ti kvadratkilometer.*

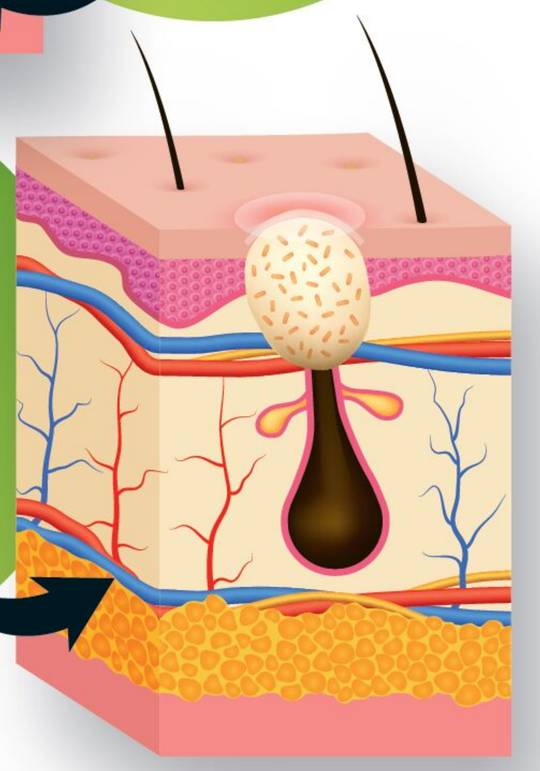
ANDRE TYPER AKNE



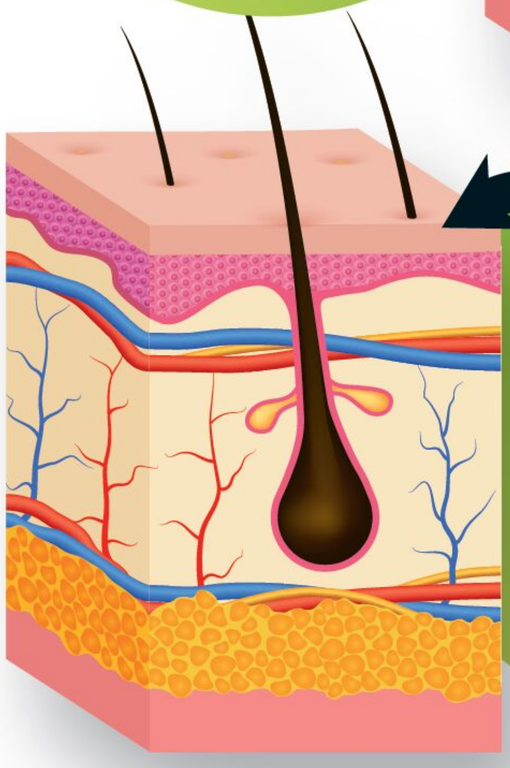
Hvite hudormer
Disse likner sorte hudormer og er også en opphopning av døde hudceller som samler seg i en hårfolikkel under huden.



Papel
Når hudceller og talg samler seg i hårfoliklene, spiser en bakterie som kalles *Cutibacterium acnes* disse cellene. Når dette skjer, dannes det en rød klump på huden som kalles en komedone.



Pustel
Denne typen akne dannes når den oppsamlede talgen og de oppsamlede hudcellene blir betente og fortsetter å vokse under huden. Pustler har et hvitt sentrum fordi puss hoper seg opp.

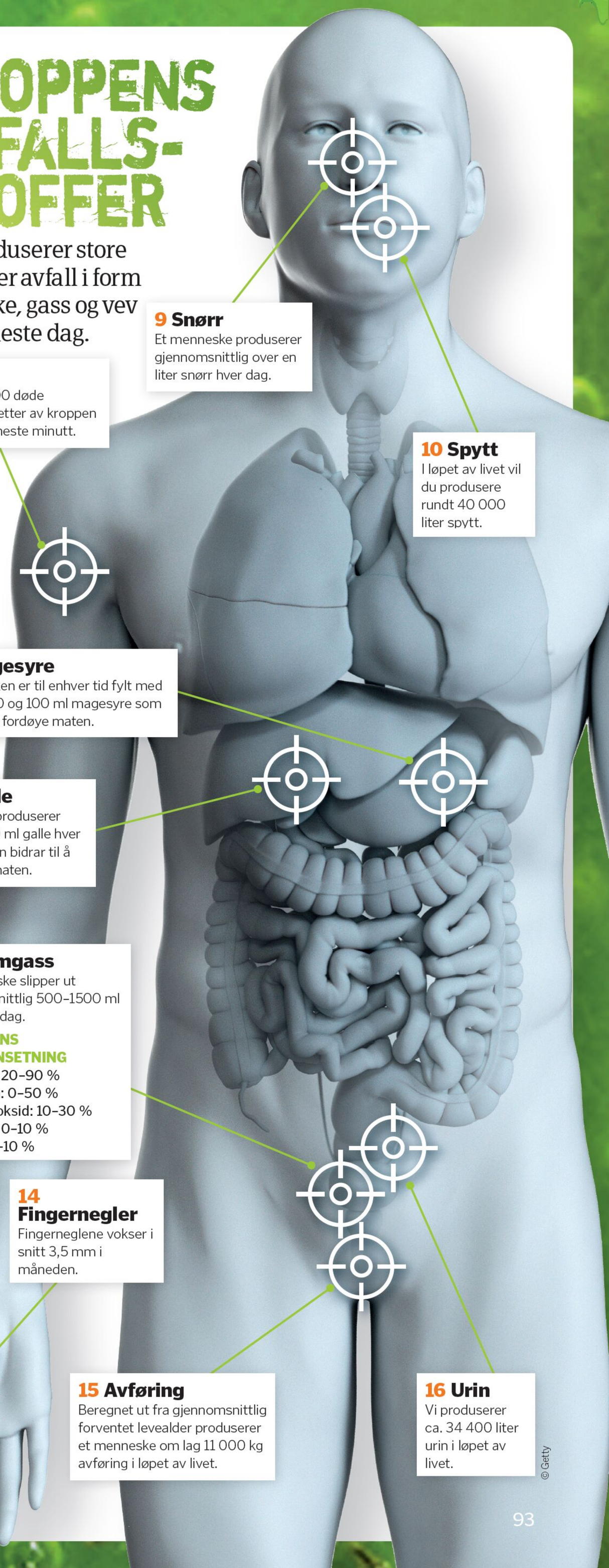


Frisk
Alle typer akne dannes rundt en hårfolikkel, der en blanding av talg og hudceller fra talgkjertelen kan hope seg opp.

© Alamy

KROPPENS AVFALLS-STOFFER

Du produserer store mengder avfall i form av væske, gass og vev hver eneste dag.



8 Hud
Over 30 000 døde hudceller detter av kroppen vår hvert eneste minutt.

9 Snørr
Et menneske produserer gjennomsnittlig over en liter snørr hver dag.

10 Spytt
I løpet av livet vil du produsere rundt 40 000 liter spytt.

11 Magesyre
Magesekken er til enhver tid fylt med mellom 20 og 100 ml magesyre som bidrar til å fordøye maten.

12 Galle
Kroppen produserer 400–800 ml galle hver dag. Gallen bidrar til å fordøye maten.

13 Tarmgass
Et menneske slipper ut gjennomsnittlig 500–1500 ml gass hver dag.

PROMPENS SAMMENSETNING
Nitrogen: 20–90 %
Hydrogen: 0–50 %
Karbondioksid: 10–30 %
Oksygen: 0–10 %
Metan: 0–10 %

14 Fingernegler
Fingerneglene vokser i snitt 3,5 mm i måneden.

15 Avføring
Beregnet ut fra gjennomsnittlig forventet levealder produserer et menneske om lag 11 000 kg avføring i løpet av livet.

16 Urin
Vi produserer ca. 34 400 liter urin i løpet av livet.

© Getty



Avføringen du skyller ned i toalettet, brukes til å drive kloakkanlegget som behandler den.

© Getty

17 AVFØRING BRUKES TIL Å DRIVE KLOAKKANLEGG



Når avføringen sendes virvlende ned i toalettet, begynner den på en gjenvinningsreise som kanskje fører den tilbake på tallerkenen din. Første steg i å gjøre avføring om til energi er filtrering – og avføringen passerer diverse filtre og siler i kloakksystemet der organisk avfall skilles fra bestanddeler som toalettpapir, olje og andre ting vi hiver i do. Nå havner denne sørpen av vann og avføring i en tank der det får tid til å danne bunnfall – og her klumper avføringspartikler seg sammen og synker ned mot bunnen. Neste steg er å fjerne mesteparten av vannet – som så behandles separat. Resten av sørpen varmes opp, slik at den tørker fullsten ut. Anaerobe bakterier tilsettes for å bryte ned avfallet, og i denne prosessen dannes det store mengder metangass. Metan er en lett antennelig gass, som samles opp og brukes til å produsere elektrisitet – nok til å drive kloakkanlegget som behandler avføringen. Når de anaerobe bakteriene har gjort jobben sin, og avfallet er fullstendig brutt ned, sendes det tørre restproduktet til jordbruksindustrien som gjødsel. Så neste gang du lager deg en deilig salat, kan du tenke på at det er mulig at du selv har bidratt til å dyrke grønnsakene.

18 «FETTFJELL» BLOKKERER KLOAKKEN

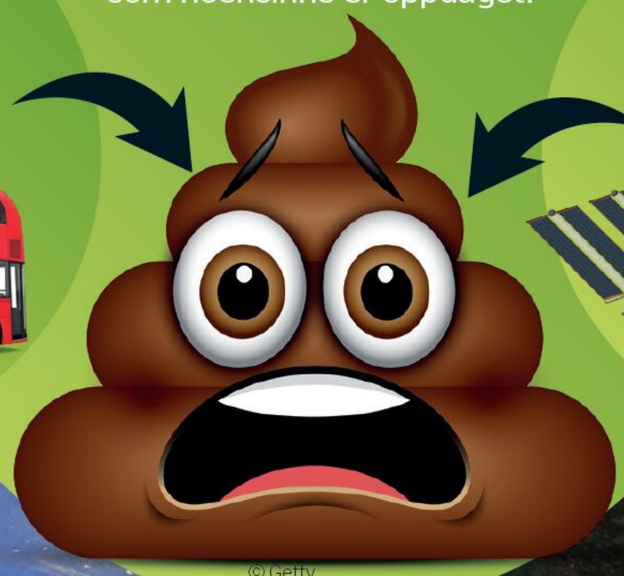
Dypt under gatene i London og andre byer rundt om i verden har flytende avfallsøyer begynt å danne såkalte fettfjell. Hauger av papir, fett og olje klumper seg sammen til enorme avfallsfjell som er vanskelige å flytte på. Etter hvert som de vokser, danner litervis med størknet olje og sammenklumpede våtservietter enorme blokkeringer, og noen av dem er like tunge som en blåhval. I 2017 havnet et slikt fettfjell i avisene som et av de største som hittill var brutt ned – og åtte arbeidere med høyttrykksspylere brukte ni uker på å fjerne det. Vanligvis dukker disse fettfjellene opp i forskjellige størrelser, men slike «Goliatfjell» blir stadig vanligere – senest i fjor fant man en 90 tonn tung og 84 meter bred blokkering i Liverpool.

Det enorme fettfjellet i London

Dette fettfjellet ble funnet i 2017 og er en av de største blokkeringene som noensinne er oppdaget.

Lengde: 250 meter
11 dobbeltdekkere
Tower Bridge: 244 meter lang
Space Needle: 184 meter høy





Vekt: 130 tonn
19 afrikanske elefanter
Den internasjonale romstasjonen: 419,7 tonn



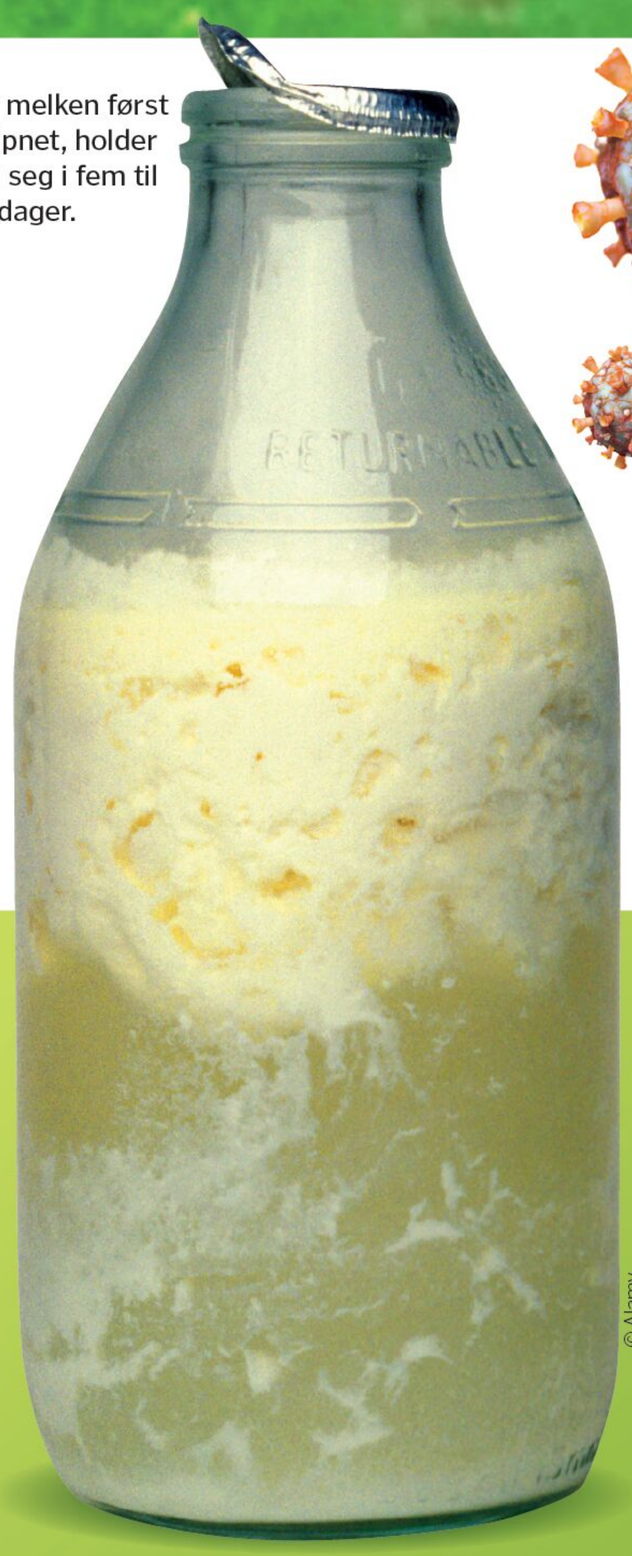
© Getty

93 % av blokkeringene i kloakken består av opphopninger av våtservietter.
© Getty

Visste du at?

19 *Et gjennomsnittlig menneske skyller ned omtrent 145 kilo avføring hvert år.*

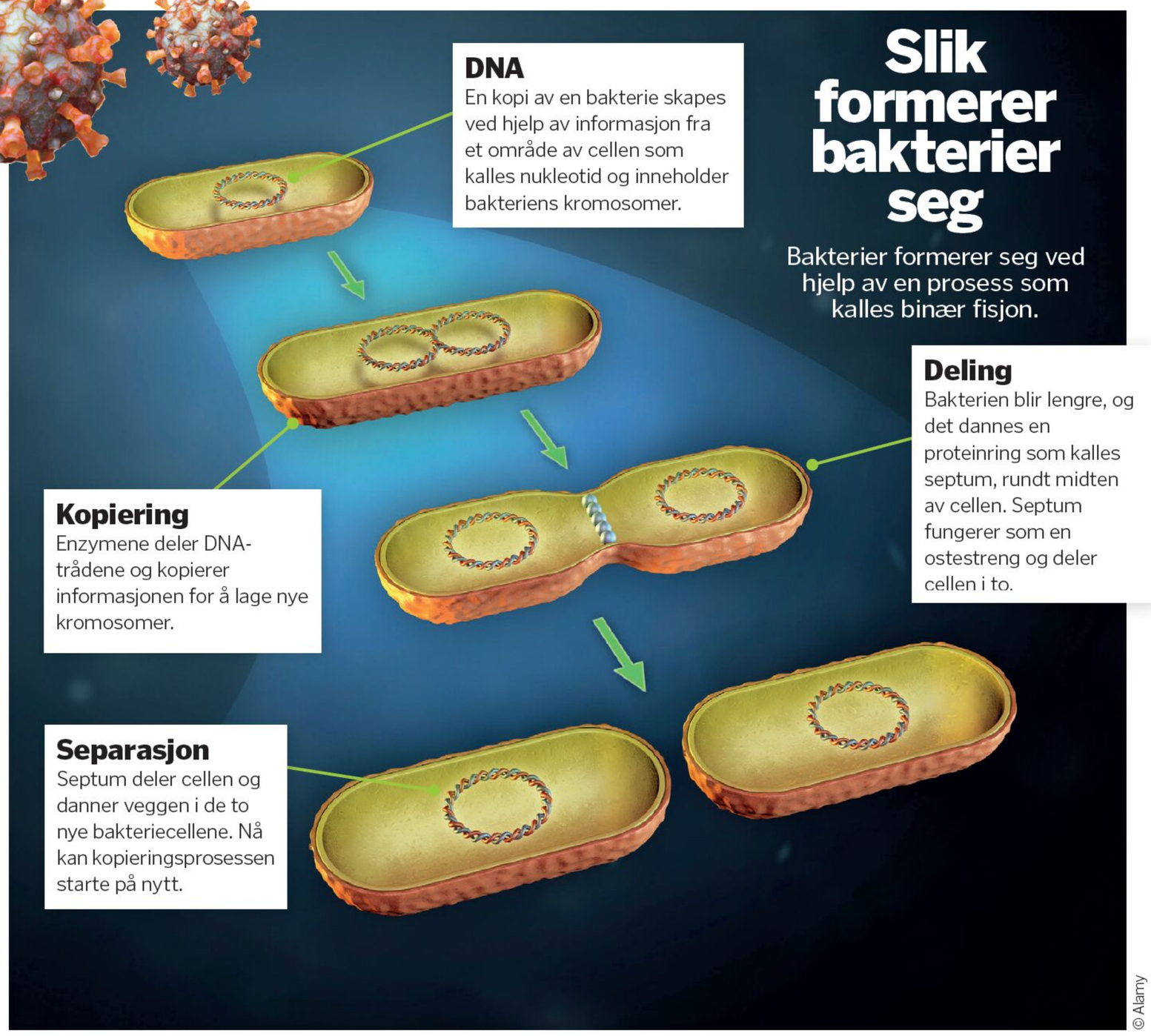
Når melken først er åpnet, holder den seg i fem til sju dager.



© Alamy

20 BAKTERIER FÅR MELK TIL Å SURNE

Det er ingen god start på dagen når du uten å vite det tar en slurk sur melk. Melk består av proteiner, sukker og fett, men det er proteinene som gir melken den velkjente konsistensen og smaken. I fersk melk støtes proteinene fra hverandre, otrent som to positive magnetpoler, men når pH-en i melken synker, begynner melkeproteinene å trekkes mot hverandre og klumpe seg sammen. Dette skjer når de naturlig forekommende bakteriene i melken begynner å formere seg og gumle i seg melkesukkeret, samtidig som de frigjør syre som senker pH-en i melken. Det er også opphopningen av syre som gir den sure smaken som mange av oss ufrivillig har opplevd når vi har tatt en slurk rett fra kartongen.



© Alamy

100x
Bakterier kan bevege seg mye lenger enn sin egen kroppslengde per sekund.

2 mikrometer
Bakterier er i gjennomsnitt ikke større enn 1/500 mm – altså utrolig små!

7av10
De fleste kjøleskap inneholder skadelige bakterier.

3,5 milliarder år
Bakterier er de organismene som har vært lengst på Jorda.

DETTE BØR DU VITE OM BAKTERIER

Navlen vår inneholder utallige bakterie-arter.

Ca. 67

2 097 152
Escherichia coli kan formere seg hvert 20. minutt – det blir mange bakterier i løpet av sju timer!

På tannbørsten din lever det millioner av bakteriearter.

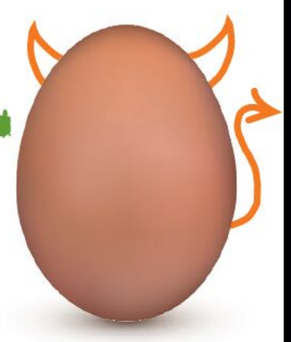
100 MILLIONER

4–60 grader celsius
Bakterier er svært tolerante for varme.

10x
Det er flere bakterier på en mobiltelefon enn i et toalett.

1%
Bare en liten del av bakteriene på Jorda kan gjøre deg syk.

21 AMERIKANSKE EGG BLIR VASKET MED SÅPE



Har du noen gang lurt på hvorfor man må oppbevare egg i kjøleskapet i land som Amerika og Japan, mens man i Europa kan la dem stå framme på kjøkkenbenken? Svaret ligger i de førstnevnte landenes forsøk på å unngå at salmonellabakterien gjør at folk blir syke, eller til og med dør. Bakterien trenger inn gjennom det porøse eggeskallet og forsyner seg av plommen og hviten på innsiden. Når mange høner lever tett sammen – ofte i bur – kan salmonellabakterien spre seg raskt. I land som Amerika vaskes derfor eggene med enten såpe eller klorin for å eliminere faren for bakteriell kontaminasjon. Men i denne vaskeprosessen fjernes også det naturlige ytre laget som ligger utenpå skallet for å beskytte egget mot bakterier, og for å sørge for at ikke fuktighet slipper ut av egget. Når dette laget fjernes, er egget mer utsatt for bakterieinvasjoner og må oppbevares kjølig fram til det blir tilberedt.

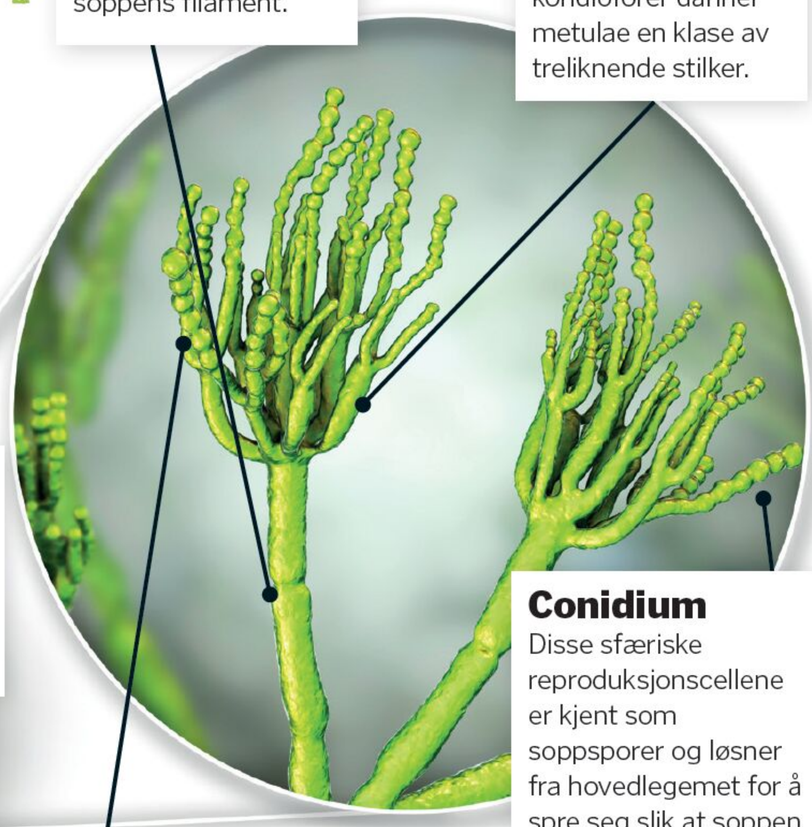


Uten et tynt beskyttende lag må vaskede egg holdes nedkjølt for å hindre bakterier i å spre seg.

© Getty

23 DET VOKSER SOPP I KJØLE-SKAPET DITT

Ta en titt på en av de vanligste organismene som vokser på maten din.



Konidioforer
De største stilkene av soppens filament.

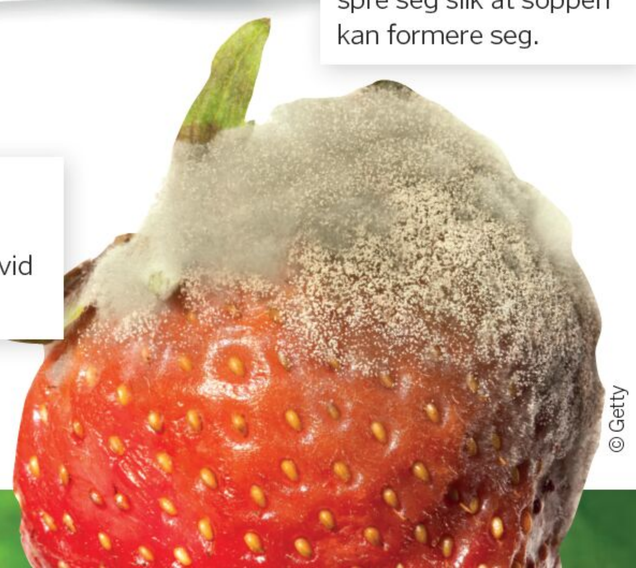
Metulae
Akkurat som kondioforer danner metulae en klase av treliknende stilker.

Penicillium
Penselskimmel, slekt av frisporede konidiesopper som vokser på maten din som et bomullsliknende eller ullent lag.

Conidium
Disse sfæriske reproduksjonscellene er kjent som soppsporer og løsner fra hovedlegemet for å spre seg slik at soppen kan formere seg.

Fialidet
Dette er et kolbeformet framspring fra vesikkelen til enkelte sopparter. Tuppen er vid og skålformet slik at sporen kan feste seg.

© Getty



© Getty



Bakterier danner en biofilm som samler seg til snørrliknende takdekorasjoner.

© Getty

22 I DENNE HULEN, SOM LUKTER RÅTNE EGG, HENGER DET «SNOTTITES»

Denne grotten i Colorado har fått navnet Sulphur Cave Spring. Den er full av giftige gasser, og innsiden er dekket av blodrøde marker og slimete bakterier. Fra grotten oser det en stank av råtne egg, og den har fått navnet sitt på grunn av den store mengden svovel som er lagret der inne. Hydrogensulfid og karbondioksid stiger opp fra dypet av Jordas indre og gjør grotten til en potensielt dødelig felle for alle som måtte våge seg inn. Men merkelig nok er det fullt av liv der inne likevel. Blodmarken er en av artene som finnes i overflod der inne – den lever av den enorme mengden bakterier som sitter klistret til grotteveggene. Trolig får den sin røde farge på grunn av den store mengden hemoglobin den har i kroppen som en beskyttelse mot den dødelige svovelgassen. De høye temperaturene og fuktigheten i grotten gjør den til et perfekt ynglested for bakterier – i så stor grad at det over tid har dannet seg slimete strukturer i taket som kalles «snottites», fordi bakteriene har vokst til snørrliknende strukturer.

24 HONNING ER BIEOPPKAST, MEN IKKE SLIK DU TROR

Du har kanskje hørt at det søte frokosttilbehøret er resultatet av at biene har hatt mageproblemer, kastet opp og lagret det søte mageinnholdet. Men honning er ikke den typen oppkast du først tenker på. I tillegg til magesekken har biene en indre sekk som kalles honningmage, der nektar blandes med bienes enzymer. Når bien kommer tilbake til kuben, tømmes innholdet i munnen til en annen bie, som tar det med videre og gulper det opp i munnen til en tredje bie. Til slutt lagres honningen i voksceller, til senere bruk – eller til vi mennesker kommer og høster den. I prosessen med å overføre nektaren fra en bie til en annen vil enzymer i biens fangst endre pH, og nektaren endrer sammensetning slik at den ikke blir ødelagt. Deretter vifter biene honningen med vingene for å redusere vanninnholdet. Når dette stadiet er unnagjort, utskiller de en væske som størkner og danner et vokslag slik at honningen blir forseglet i vokskaken

En enkelt bikube kan produsere hele 27 kg honning i løpet av én sesong.



© Getty

Visste du at?

25 *Vitenskapen om promp og andre indre gasser kalles flatologi.*


© Getty

26 SILKE ER LAGET AV ORMESPYTT

Silke er en av de mest eksklusive stoffene vi har, og utgjør bare om lag 0,2 % av det globale tekstilmarkedet – men visste du at silke spinnes av silkeormens spytt? *Bombyx mori*, eller silkemøllen, er den biologiske fabrikken som brukes i silkeproduksjon. Som larver spinner de kokonger når de er klare til å transformeres til en voksen møll. Denne kokongen er laget av et klissete protein som kalles fibroin, og et bindestoff som kalles sericin som de har i spyttkjertlene i munnen. Larven surrer trådene rundt seg selv, og disse hardner når de kommer i kontakt med luft, slik at det dannes et metamorft skall. Det er her fiberekstraksjonen kommer inn i bildet. For å lage råsilke, blir disse kokongene kokt for å drepe larven på innsiden, og for å mykne det harde skallet og løse opp sericinet. Nå kan proteinfibrene dras av og spinnes for å lage trådene som brukes til silkeproduksjon. Det kreves om lag 6600 silkeormer for å lage en kilo silke.

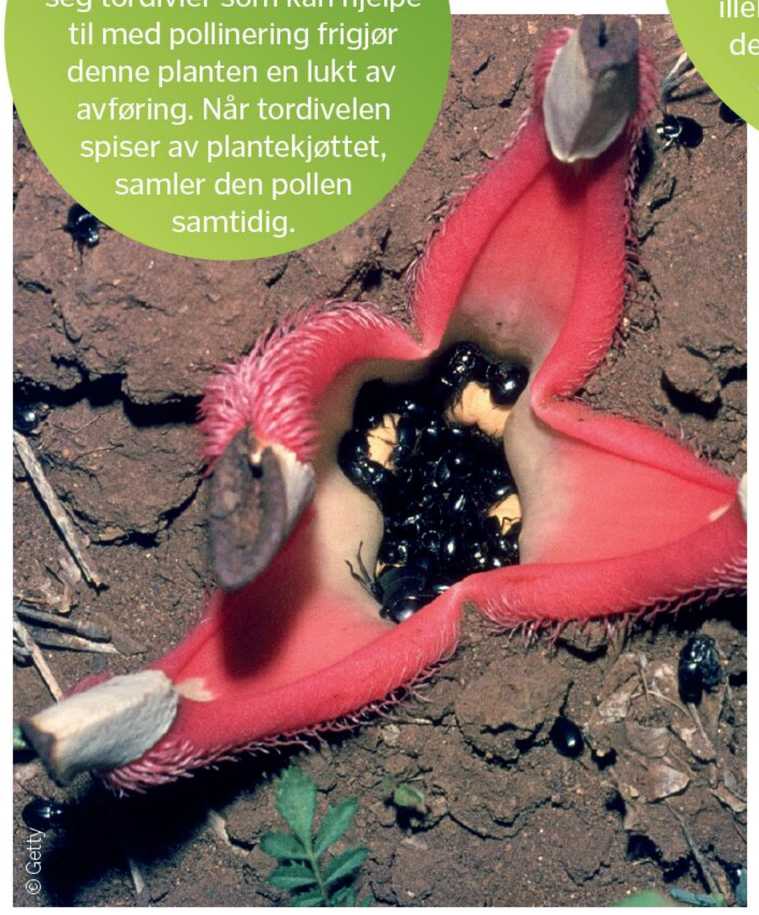

© Getty

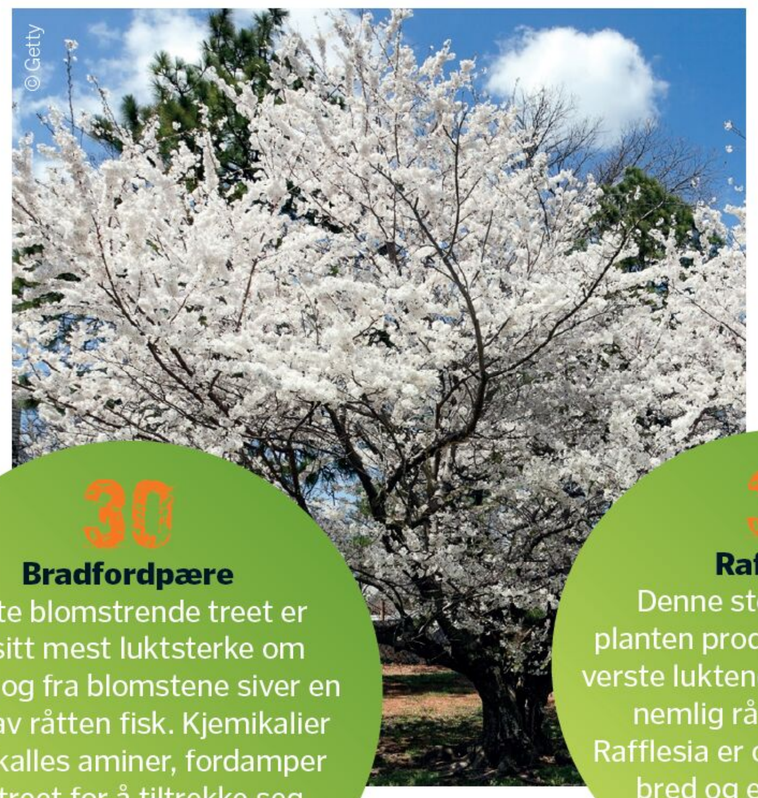
Silkeormens kokong kokes for å mykne trådene og drepe larven på innsiden.

27 Skunkkål
Akkurat som navnet antyder, er planten velkjent for den skarpe, ubehagelige lukten som holder uønskede rovdyr unna og tiltrekker seg insekter som kan hjelpe planten med pollinering.


© Getty

28 Sjakalmat
I et forsøk på å tiltrekke seg tordivler som kan hjelpe til med pollinering frigjør denne planten en lukt av avføring. Når tordivelen spiser av plantekjøttet, samler den pollen samtidig.


© Getty


© Getty

30 Bradfordpære
Dette blomstrende treet er på sitt mest luktsterke om våren, og fra blomstene siver en odør av råtten fisk. Kjemikalier som kalles aminer, fordamper fra treet for å tiltrekke seg insekter som kan bidra til pollinering.


© Getty

29 A. titanum
Denne enorme planten blomstrer bare i 48 timer og er utnevnt til Jordas mest illeluktende plante fordi den slipper ut stanken av råtnende kjøtt.

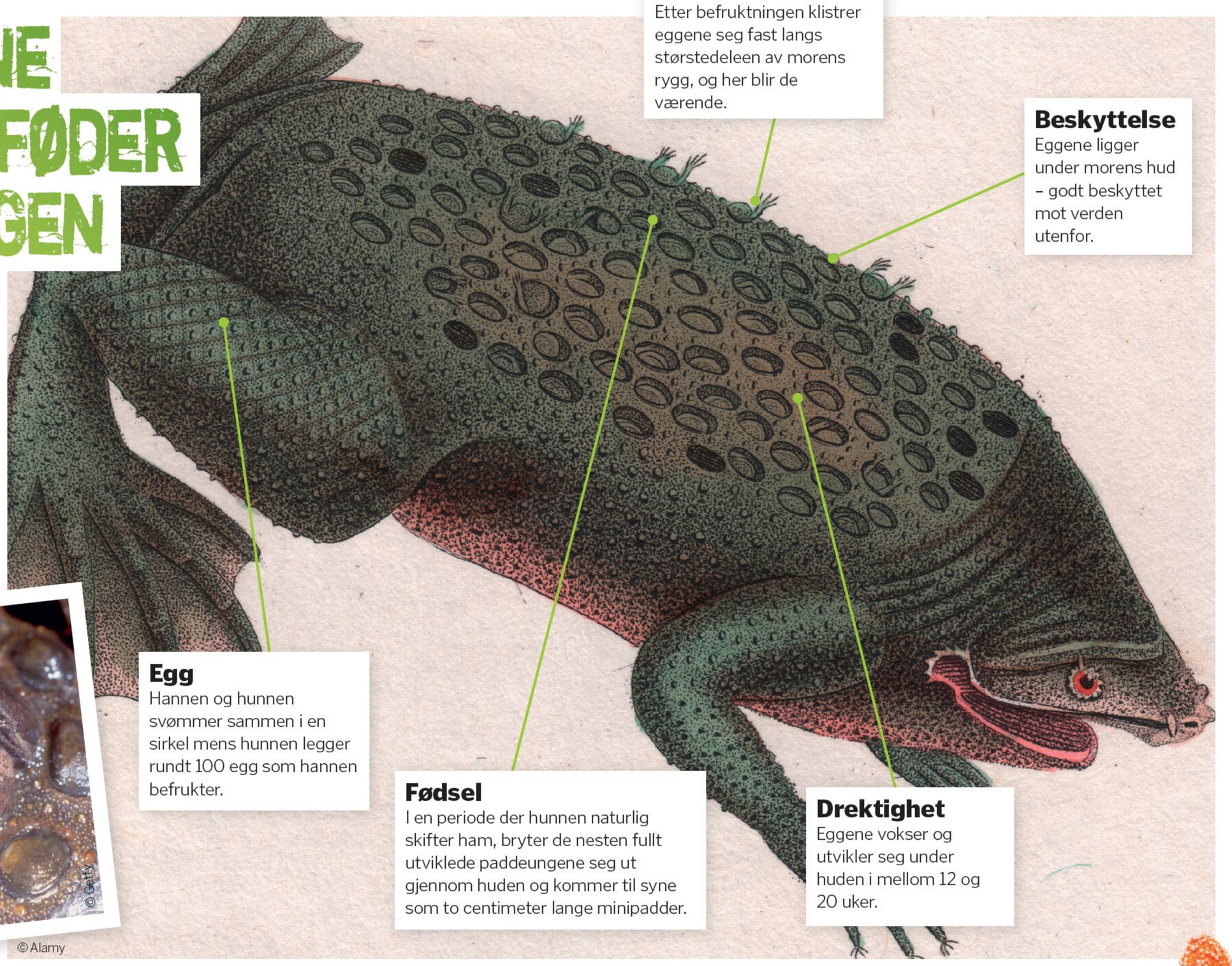
Fakta om VERDENS MEST STINKENDE PLANTER


© Getty

31 Rafflesia
Denne store, nydelige planten produserer en av de verste luktene mennesket vet, nemlig råtnende kjøtt. Rafflesia er om lag en meter bred og en av verdens mest stinkende planter.

32 DENNE PADDEN FØDER FRA RYGGEN

Møt surinampadde-hunnen som bærer avkommet på ryggen fram til de bryter seg ut.



Befruktning
Etter befruktningen klistrer eggene seg fast langs størstedeleen av morens rygg, og her blir de værende.

Beskyttelse
Eggene ligger under morens hud – godt beskyttet mot verden utenfor.

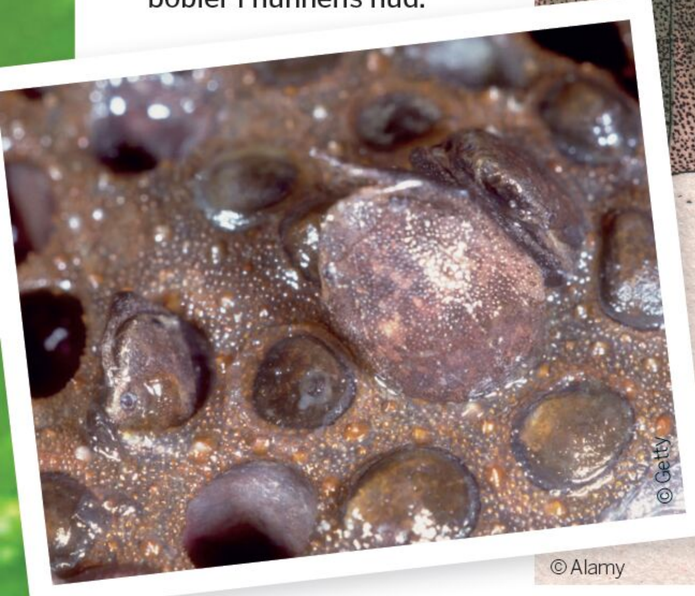
Egg
Hannen og hunnen svømmer sammen i en sirkel mens hunnen legger rundt 100 egg som hannen befrukter.

Fødsel
I en periode der hunnen naturlig skifter ham, bryter de nesten fullt utviklede paddeungene seg ut gjennom huden og kommer til syne som to centimeter lange minipadder.

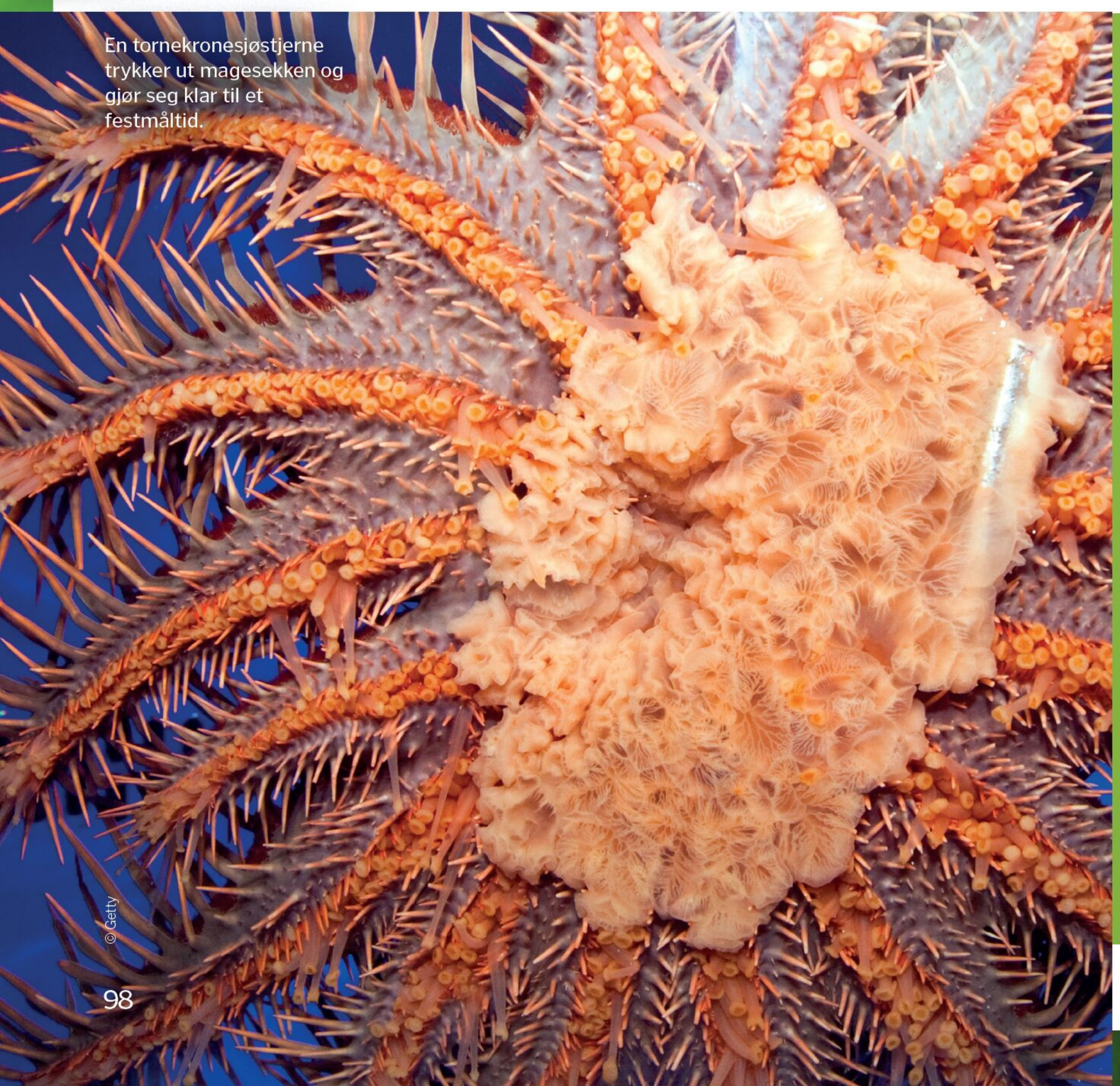
Drektighet
Eggene vokser og utvikler seg under huden i mellom 12 og 20 uker.

© Alamy

Avkommet bryter seg ut fra bobler i hunnens hud.



© Getty



En tornekronesjøstjerne trykker ut magesekken og gjør seg klar til et festmåltid.

© Getty

33 SJØSTJERNER TRYKKER UT MAGESEKKEN NÅR DE SKAL SPISE



© Getty

Sjøstjernen beveger seg bare 15 centimeter i minuttet og er et av de langsomste skapningene i havet. Så hvordan spiser de underveis? De har ingen sylskarpe tenner eller klør de kan gripe maten med, og derfor har de utviklet sin egen måte å fange byttet på – en metode som gjør dem til et farlig rovdyr. Denne skapningen er nemlig fryktet av både koraller, muslinger og østers fordi den trykker ut sin egen magesekk for å sluke og fordøye maten sin. Magesekken kommer ut gjennom munnen for å sluke byttet, som så fordøyes ved hjelp av et fordøyelsesenzym. Når byttet og enzymet har blitt til en herlig fiskesuppe, svelger sjøstjernen magesekken sin igjen, og fordøyelsen fortsetter ved hjelp av dyrets ti fordøyelseskjertler.

34 *Ett av tusen mennesker kan ikke lukte stanken fra skunkens spray.*

35 SKUNKEN KAN SPRUTE OPPTIL TRE METER

Skunken er velkjent for sin stinkende forsvarsmekanisme og skremmer fiendene sine med sin evne til å sprute vond lukt fra baken. Det er et guffent forsvarssystem, men det er svært effektivt med hensyn til å skremme bort rovdyr. Når de føler seg truet, blåser disse svarte og hvite skapningene seg opp, tramper med beina og løfter halen for å advare om at de er i ferd med å sende ut en ufarlig, men illeluktende væske som inneholder tioler.



© Getty

Ubehandlet kan lukten av skunkens spray vare i mellom 14 og 21 dager.

Denne forsvarsmekansimen skal trolig være skunkens siste utvei, for det tar om lag ti dager å fylle de indre posene med væske. På grunn av svovelinnholdet lukter denne væsken så sterkt av råtne egg at den kan få menneskets øyne og nese til å renne, og det har skjedd at folk har kastet opp.

Hvordan spruter en skunk?

Slik virker den illeluktende forsvarsmekanismen.



Her sitter analkjertlene

Hale
Skunken løfter halen vekk fra analkjertlene for å kunne sikte best mulig og dermed redusere risikoen for å få væsken i pelsen.

Rektum
I motsetning til det folk tror, kommer ikke skunkens sprut fra rektum som en slags illeluktende diaré.

Analkjertler
Analkjertlene, som inneholder den illeluktende spruten, sitter på hver sin side av anus.

Langvarig
Når man har fått dusjen på seg, kan den flyktige kjemiske cocktailen klamre seg til hud og hår i tre til fire dager.

Utskytning
Ved hjelp av analmusklene klemmes analkjertlene hardt sammen for å tvinge væsken ut gjennom små brystvorteliknende utvekster nær anus.

© Illustration by Adrian Mann

Fakta om
EKLE FORSVARS-METODER



© Alamy

36 Paddeiguan
Når paddeiguanen føler seg truet, vil den med vilje sprekke fine blodårer rundt øynene og slynge en bitter blodstråle opptil en meter i retning av fienden.



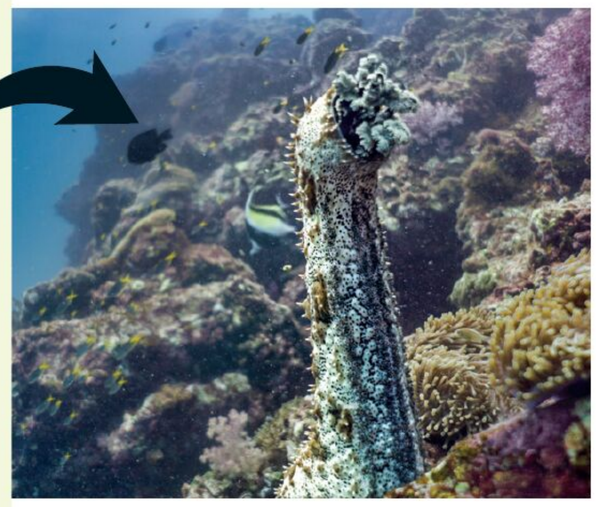
© Alamy

37 Slimål
Noen synes kanskje det er morsomt å leke med slim, men for ålen er dette det beste forsvaret mot rovdyr. Når ålen blir truet, sprøyter det virvelløse dyret gelatinliknende slim ut i vannet i håp om å skade gjellene til fisken som nærmer seg.



© Alamy

38 Spansk ribbesalamander
Ved første øyekast ser det kanskje ikke ut til at denne glatte, lille salamanderen er i stand til å forsvare seg noe særlig. Men hvis den blir truet, blåser den seg så voldsomt opp at giftige pigger på ribbeina stikker ut gjennom huden og fungerer som giftige mothaker.



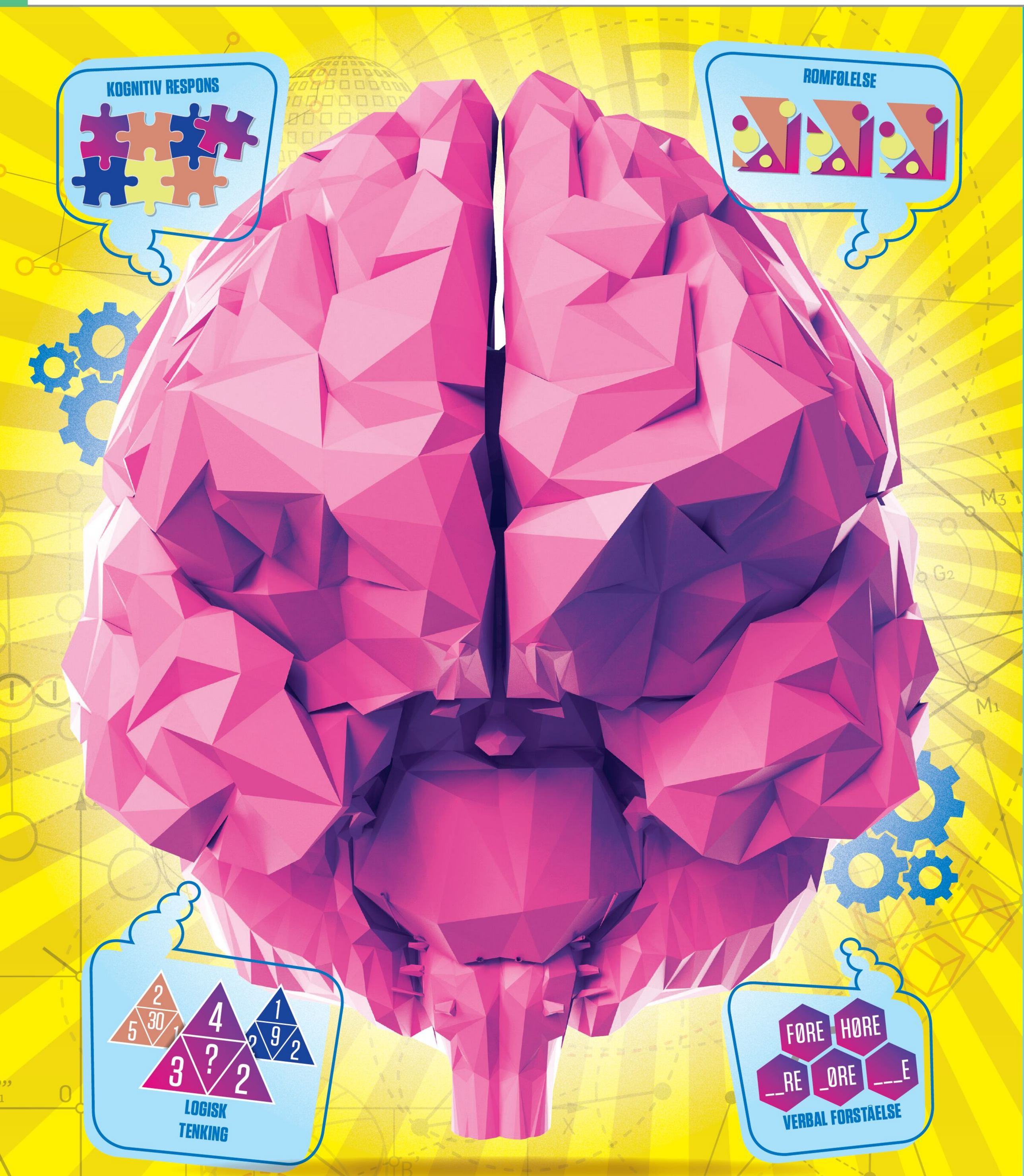
© Getty

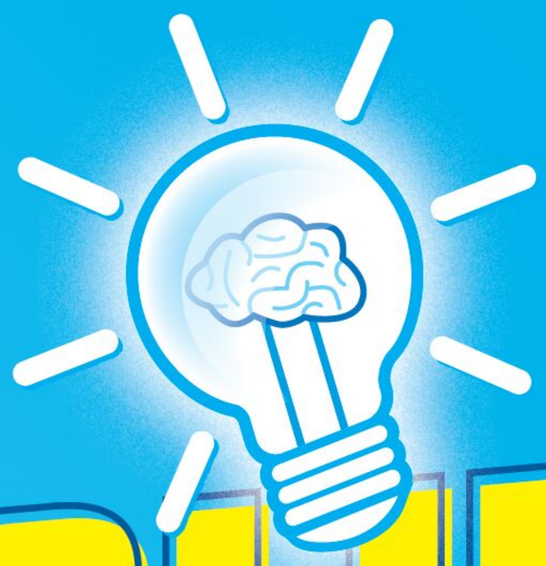
39 Sjøpølse
Enkelte sjøpølsearter har utvilklet en litt uvanlig forsvarsteknikk: Hvis du ikke klarer å bekjempe fienden, utstøter du bare vitale organer fra kroppen din, slik at rovdyret kan kose seg med dem mens de blir erstattet med nye.

40 Kamikazemaur
Når alt annet slår feil, og et rovdyr er i ferd med å få overtaket, kan du like godt ta det med deg i døden. Slik tenker i hvert fall kamikazemauren i Borneo. Når alt håp er ute, sprenger den sin egen kropp i luften og utskiller et karriluktende toksin som er giftig for rovdyrene.



Source: Wiki Commons/© Bernard Dupont


KOGNITIV RESPONS
ROMFØLELSE
LOGISK TENKING
VERBAL FORSTÅELSE
FØRE
HØRE
__RE
_ØRE
___E



SLIK TENKER DU DEG SMARTERE

HER KAN DU LÆRE MER OM HVORDAN DU TAR KONTROLL OVER DIN EGEN IQ OG JOBBER FOR Å FORBEDRE DEN.

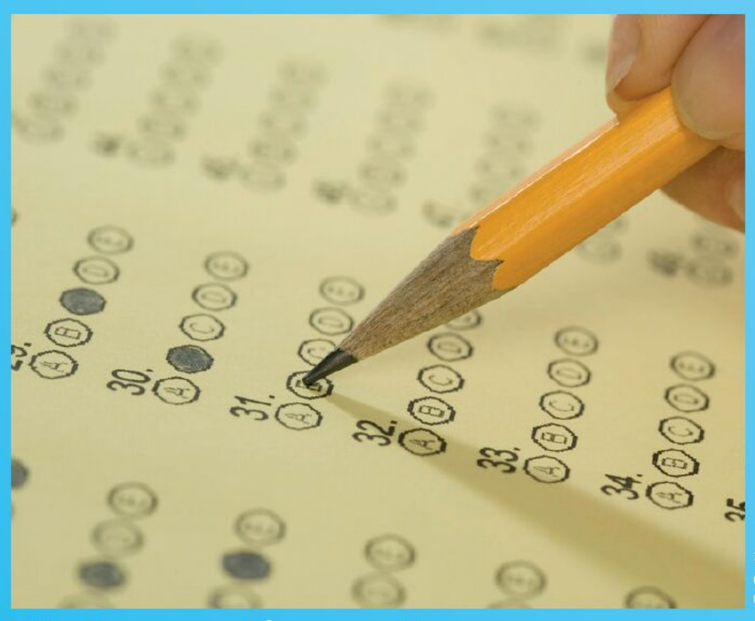
Tekst: **Scott Dutfield**

Når du sitter og stirrer på kryssordet i søndagsavisen og ikke for ditt bare liv kan forstå hva som skal stå som nummer ni loddrett, kan du iblant begynne å lure på din egen intelligens. Kanskje du til og med lurer på hva du kan gjøre for å bedre din egen allmennkunnskap. De siste årene har elektronikkbutikkene vært fulle av «hjernetrim-apper» som lover å hjelpe oss å tenke oss smarte. Men er det egentlig mulig?

Hva er egentlig intelligens? Er det noe vi utvikler på skolen, gjennom livserfaring, eller kanskje det er en kombinasjon av begge deler? Konseptet intelligens har vært diskutert og forsket på i mer enn hundre år, men fortsatt har vi ingen klare svar.

Det forskerne imidlertid har klart å bli enige om, er at intelligens kan deles i to kategorier. Den første er kjent som krystallisert intelligens. Den refererer til den intelligensen du ofte har bruk for under en spørrekonkurranse, og dreier seg om allmennkunnskap. Den andre typen er flytende intelligens, altså evnen til å løse nye problemer og ta avgjørelser. Det er flytende intelligens som måles når vi tar en intelligenstest (IQ- test).

Men går det an å tenke seg smart? Kognitiv trening involverer aktiviteter og oppgaver som skal hjelpe oss å forbedre intelligensen vår, eller stoppe den uunngåelige reduksjonen av kognitiv funksjon etter hvert som vi blir eldre. Hjernetrim er repetitive oppgaver som måler visse kognitive funksjoner, og som primært utfordrer det vi kaller arbeidsminnet. Det er her vi kan lagre



© Getty

IQ bestemmes ved å sammenlikne en persons testresultater med resultater fra andre mennesker i samme aldersgruppe.

informasjon mens vi fullfører en oppgave. Hjernetrim er et hjelpemiddel for å bedre arbeidsminnet, noe som igjen har vist seg å bedre vår flytende intelligens. Tanken er at hvis man løser slike oppgaver i for eksempel 30 minutter, fem ganger i uken i fire uker, vil man kunne «tenke seg smartere». På samme måte som når man løfter vekter på et treningsstudio, vil gjentatt jobbing med slike oppgaver gi gradvis bedre testresultater fordi oppgavene «trimmer hjernen».

I 2008 opplevde nevropsykologene Susanne Jaeggi og Martin Buschkuehl et gjennombrudd etter at de publiserte en øvelse de kalte «dual n-back task». Testen gikk ut på at deltagerne lyttet til en rekke bokstaver, og for hver bokstav skulle de gi tilbakemelding på om den passet med forrige bokstav, samtidig som de så på et rutenett av firkanter og ga tilbakemelding når en firkant dukket opp på samme sted som en tidligere firkant. Ja, det er akkurat så mentalt utfordrende som det høres ut. Det ble hevdet at testen viste en dramatisk forbedring i folks flytende intelligens over tid, noe som viser at vår intelligens ikke er statisk, men kan forbedres gjennom trening. Selv om Jaeggi og Buschkuehls dual n-back task var en av de første intensive studiene av flytende intelligens, har hjernetrim lenge vært et populært konsept blant folk. Et av de mest populære eksemplene er kanskje *Dr. Kawashima's Brain Training* for Nintendo DS, som kom på markedet i 2005. Det pågår imidlertid fortsatt diskusjoner rundt konseptet hjernetrim, for noen mener at forbedringen kun ses i forbindelse med de aktuelle oppgavene, og ikke i hverdagslivet generelt.

PROBLEMET MED IQ

Det har vært mange diskusjoner om hvordan man skal definere intelligens, og mange har forsøkt å komme med den ultimate definisjonen på den jobben hjernen vår gjør. Noen setter til og med spørsmålstegn ved den eksisterende standardtestingen av et individs intelligens, altså IQ.

I 1983 kom dr. Howard Gardner, professor ved Harvard, med en relativt kreativ teori, der han beskrev åtte forskjellige typer intelligens og ga uttrykk for at dagens IQ-tester er altfor begrensede. Ifølge teorien hans burde skolen rette oppmerksomheten mot disse intelligenstypene for å gjøre læringen mer effektiv.



PÅ INNSIDEN

HVILKEN ROLLE SPILLER DE FORSKJELLIGE OMRÅDENE I HJERNEN FOR INTELLIGENSEN?



Temporallappen
Temporallappen ligger under pannelappen og isselappen, like ved ørene. Her ligger hørselssenteret som er helt essensielt for at vi skal kunne oppfatte og tolke ord og lyder vi hører. Temporallappen inneholder også strukturer som er av betydning for lagringen av langtidsminner.

ER STØRRE BEDRE?

Hvis Albert Einsteins hjerne er noe å ta utgangspunkt i, så er større definitivt bedre. Da den ekstraordinære forskerens hjerne ble undersøkt etter hans død, oppdaget man at isselappen hans var 15 % større enn gjennomsnittet. Dette er bare én av flere mulige forklaringer på Einsteins akademiske evner, for noen forskere mener at det å ha en større hjerne ikke vil påvirke intelligensen i stor grad. Etter en studie utført ved universitetet i Pennsylvania i 2018 konkluderte forskerne med at av 13 600 deltagere presterte de med større hjerne noe bedre på kognitive tester. Forskerne forklarte at det å ha 100 kubikkcentimeter ekstra hjernevev ville øke en persons mentale alder med mindre enn fem måneder, noe som tyder på at det skal mer til enn en stor hjerne for at en person skal være ekstra smart.



© Getty

En modell av hjernen til Albert Einstein ble stilt ut under utstillingen «Wellcome Collection's exhibition Brains: The mind as matter» i 2012.

Frontallappen

Frontallappen er viktig for de delene av intelligensen vår som dreier seg om motorisk funksjon, problemløsning, personlighetsutvikling og språk. Frontallappen består av to halvdeler, der venstre halvdel kontrollerer høyre side av kroppen og vice versa.

Parietallappen

Parietallappen sitter øverst i hjernen og inneholder somatosensorisk cortex, som tolker sensorisk informasjon om smerte, trykk og berøring. Sensorisk informasjon fra hele kroppen behandles i denne delen av hjernen.



© Getty

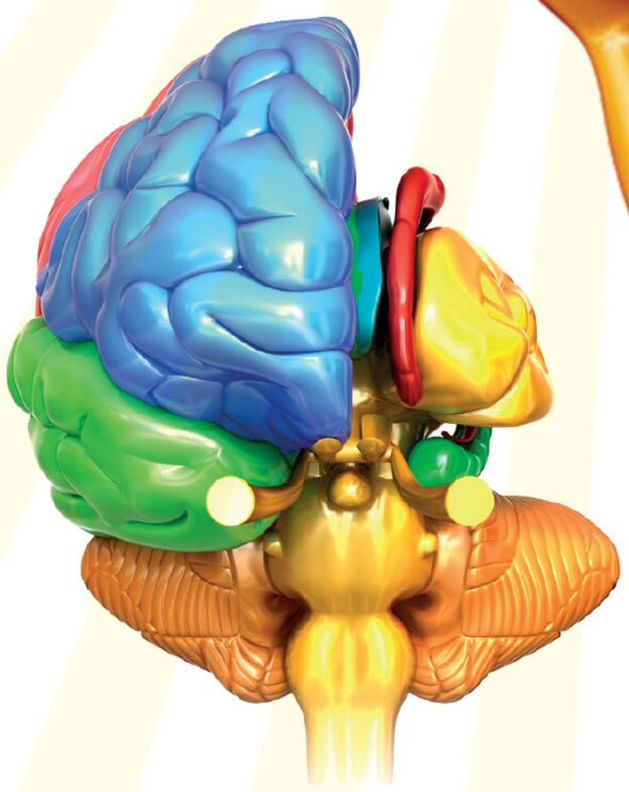
Forskere kan bruke tilfeller der deler av hjernen har blitt skadet for å kartlegge hvert områdes funksjon ved å se på skadens effekt på pasienten.

Oksipitallappen

I dette området av hjernen ligger synssenteret. Her registreres, tolkes og behandles all visuell informasjon. Oksipitallappen ligger bakerst i hjernen, og synssenteret lagrer visuell informasjon og knytter mentale bilder til forskjellige minner.

Lillehjernen

Lillehjernen ligger i skallebasen og er viktig for motorikk, bevegelse og balanse. Selv om lillehjernen bare utgjør omtrent 10 % av hjernens totale volum, inneholder den over 50 % av hjernens nevroner. Denne høye nevronkonsentrasjonen har ledet forskerne til å tro at lillehjernen er viktig for kognitive evner og generell intelligens, i tillegg til de motoriske funksjonene vi allerede vet om.



Tallenes tale

7 års alder
Kråker er like intelligente som små barn.

25
Korttidshukommelsen er på sitt beste midt i tjueårene.

500 millisekunder
Det tar omtrent et halvt sekund å behandle sensorisk informasjon.

135+
Bare 1 % av befolkningen har høy IQ-score

50-80 %
Genetikk utgjør en stor andel av våre kognitive evner.

538
Det genmaterialet som bidrar til vår intelligens, er svært variert.

1274 kubikkcentimeter
En mannlig hjerne er i gjennomsnitt omtrent fire ganger så stor som en brusboks.

10 TIPS GI HJERNEN EN BOOST

1 SPIS HJERNEFØDE

Hva vi spiser, kan ha enorm effekt på hvor godt hjernen presterer. Mat som blåbær, tomater, egg og brokkoli har alle blitt knyttet til hjernens kognitive funksjon. De siste årene har imidlertid mat som inneholder mye omega-3, ligget på førsteplass på listen over mat som skjerper hjernen. Det høye innholdet av essensielle fettsyrer hevdes å kunne bidra til sunnere hjerneceller og brukes dessuten i konstruksjonen av cellemembraner. Lave nivåer av en fettsyre som kalles dokosaheksaensyre, som finnes i fet fisk og alger, er dessuten forbundet med økt risiko for å utvikle alzheimer. Det som fungerer som drivstoff for hjernen vår i det daglige, er imidlertid glukose som skilles ut i blodbanen når magen fordøyer karbohydratrik mat.



© Getty

Vanntett
Omega-3-molekylet er hydrofobt i den ene enden, noe som betyr at det hindrer væske i å trenge seg inn i cellemembranen og generere falske signaler.

Fet fisk, for eksempel laks, er mat som bidrar til å holde hjernen sunn.

Slik dannes hjerneceller

Derfor blir du smart av å spise omega-3.

© Getty

Nevronmembranen
Omega-3 er en del av nevronenes cellemembran. Ikke bare gir denne fettsyren cellen dens struktur, den er også helt essensiell for at nevronene skal kunne utveksle informasjon.

© Shutterstock

Støttende nabo
Ionekanalene i cellemembranen sørger for utveksling av kalium- og natriumioner, slik at det dannes et elektrisk signal.

Slik sendes signaler
Omega-3-fettsyremolekylene holder cellemembranen smidig og bidrar til at det kan sendes signaler fra et nevron til det neste, slik at beskjeder når dit de skal.

Transport
Fordøyd omega-3 fraktes til hjernen via blodstrømmen. Alt vev i kroppen vil imidlertid ta opp noe omega-3 for å bruke det i sine egne membraner.

Kosthold
Kroppen klarer ikke å lage sine egne omega-3-fettsyrer og må derfor få dem gjennom maten vi spiser, for eksempel fet fisk.

© Getty

2 DET ER LURT Å DAGDRØMME

Det virker kanskje selvmotsigende at det å fortape seg i en dagdrøm skal ha noe med økt intellekt å gjøre. Forskning viser imidertid at det å dagdrømme mye kan være tegn på høy hjernekapasitet. En studie som ble gjort ved Georgia Institute of Technology i 2017, viser at folk som ofte dagdrømmer, scorer høyere på intellektuelle og kreative tester enn folk som ikke gjør det. Forskere skannet også deltagernes hjerne ved hjelp av MR for å evaluere hjernens effektivitet eller tenkeevne. De oppdaget at dagdrømmere hadde en mer effektiv hjerne. Så neste gang du oppdager at du blir sittende og stirre ut av vinduet, bør du la tankene vandre en stund. Det kan være til god hjelp i framtiden.



© Getty

Det kan være bra for deg å stirre ut av vinduet og la tankene vandre.

3 TRO AT DU KAN

Studier viser at tro på deg selv ikke bare gir bedre selvtillit, det gjør deg også smartere. Studenter som ble fortalt at det var mulig å bli smartere, husket 85 % av det de hadde lært under forelesningene. En annen gruppe studenter som ble fortalt at det ikke gikk an å bli smartere, husket bare 54 %. Trolig spiller overbevisning en viktig rolle for hvor enkelt det er for nevronene å samarbeide.

4 VÆR SOSIAL

I en tid der vi stadig sjeldnere møtes fysisk, er det viktig å være sosial. Ikke bare fordi det er hyggelig, men også av hensyn til hjernen. Uansett om vi tar oss en kveld med brettspill, eller om vi videochatter med en venn, har det å være sosial vist seg å være viktig for å bevare hukommelsen. I en undersøkelse som ble gjort mellom 1998 og 2004, gjorde sosialt aktive mennesker det bedre på en hukommelsestest de gjennomførte annethvert år.

5 PRAKTISER MINDFULNESS

Vår evne til å ta riktige avgjørelser er knyttet til vår flytende hukommelse, og til hvor rasjonelt vi klarer å behandle den informasjonen vi får. Mindfulness, det å være bevisst på øyeblikket og søke å forstå oss selv, har vist seg å ha positiv effekt på vår mentale helse, i tillegg til å hjelpe oss å ta smarte avgjørelser. Forskere har kommet fram til at bare 15 minutter mindfulness hver dag gjør folk i stand til å ta mer rasjonelle avgjørelser og dermed oppnå mer positive resulater.

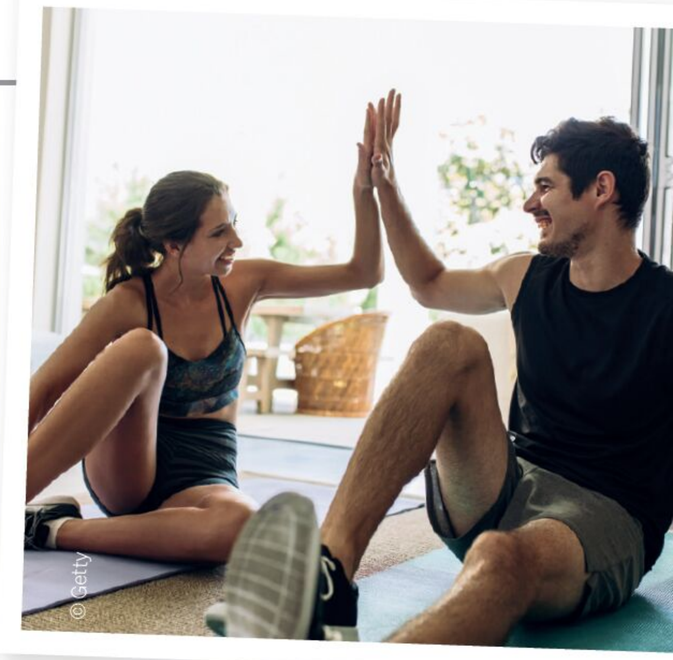


© Getty

Hvis du tar deg tid til å reflektere, kan det gjøre det enklere å ta riktige valg.

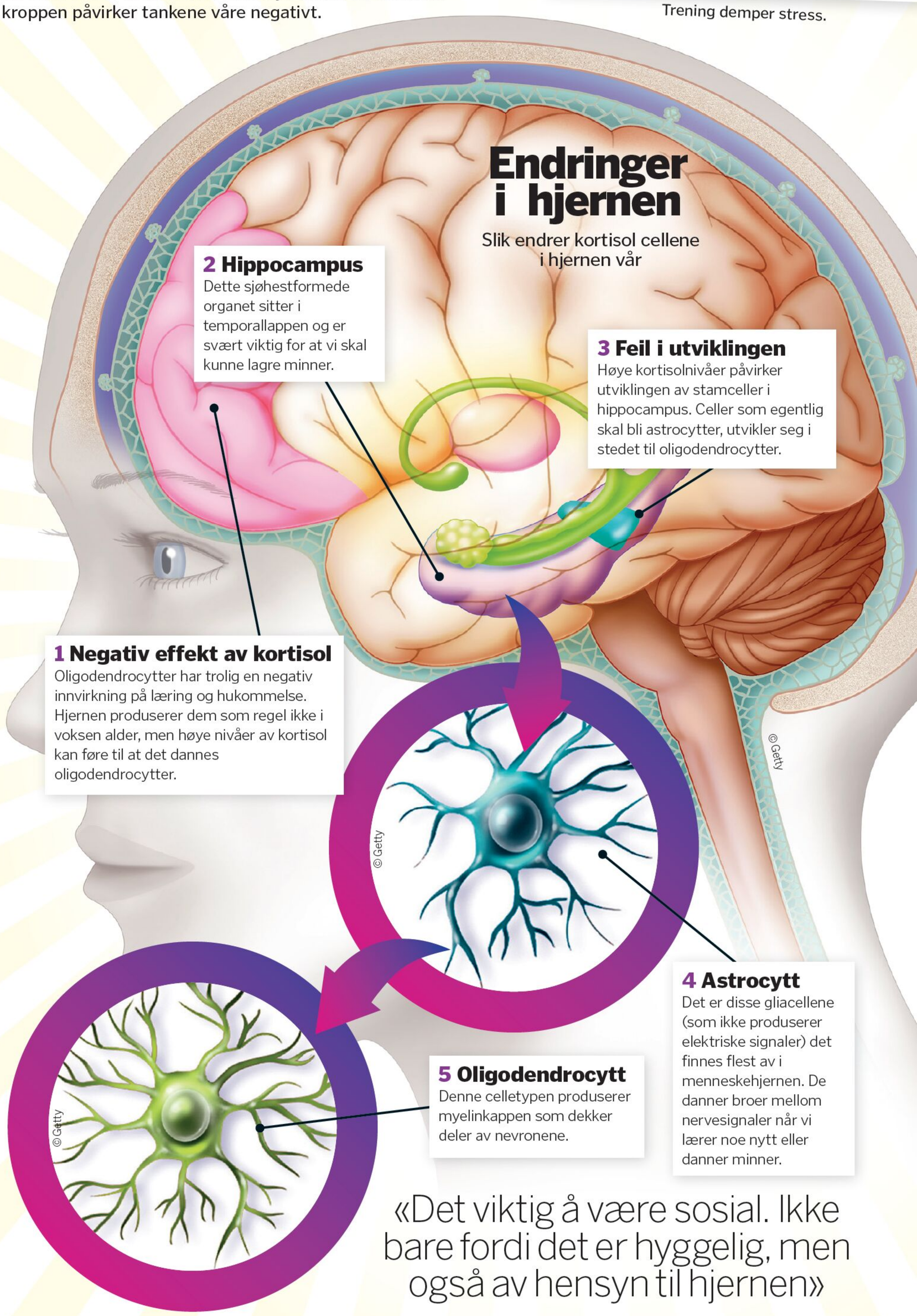
6 VÆR AKTIV

Jevnlig trening holder kroppen sunn og hodet årvåkent. Studier viser at hos folk som trener jevnlig, er større deler av hjernen involvert i tenking og hukommelse. Forskere har dessuten funnet ut at jevnlig trening senker kroppens insulinresistens, stress og betennelsesnivå, i tillegg til å fremme vekst av nye blodkar i hjernen. Den raskeste og tydeligste effekten forskerne så i hjernen til folk som trener, var imidlertid demping av stress. Dette kommer av at trening gjør det lettere for kroppen å regulere stresshormonet kortisol. Det er dokumentert at høye nivåer av kortisol i kroppen påvirker tankene våre negativt.



© Getty

Trening demper stress.



«Det viktig å være sosial. Ikke bare fordi det er hyggelig, men også av hensyn til hjernen»

7 SPILL VIDEOSPILL

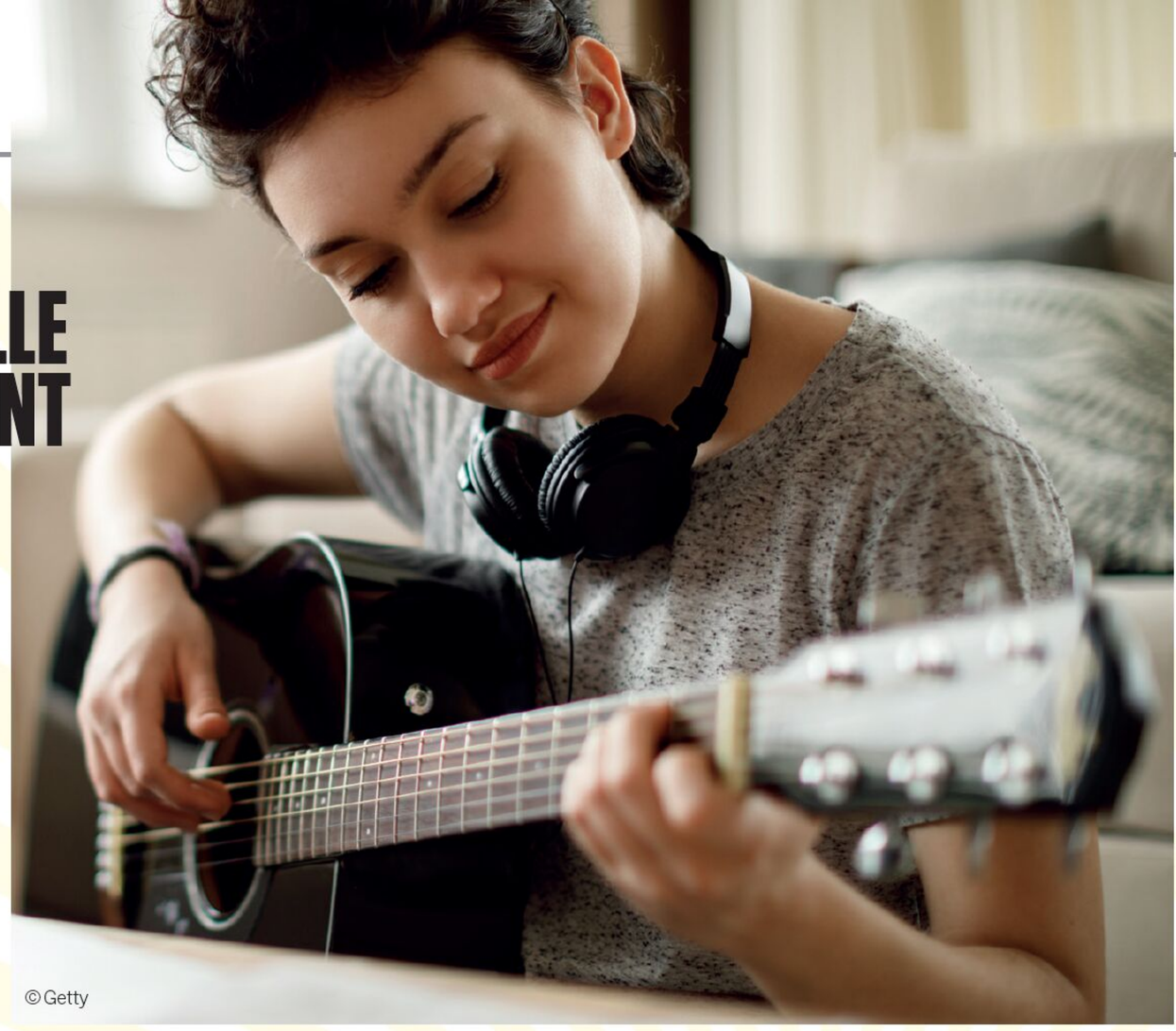
Før trodde man at videospill gjorde akkurat det motsatte av å stimulere hjernen. Nå vet vi at det å koble til spillkonsollen og tilbringe ettermiddagen i en virtuell verden, kan ha kognitive fordeler. Forskning viser at actionspill øker vår evne til å analysere situasjoner og ta raske avgjørelser, i tillegg til at vi blir flinkere til å oppfatte farger og fasonger raskt.

8 LES BØKER

Begraver du deg i en bok, vil det styrke din krystalliserte intelligens, gi deg økt kunnskap og trolig styrke din emosjonelle intelligens. Når du leser bøker fulle av detaljer, allusjoner og metaforer, aktiveres de samme områdene av hjernen som aktiveres i det virkelige liv. Når vi leser om moralske dillemaer i romaner, trimmes hjernen i tillegg til at våre empatiske evner utvikles.

9 LÆR Å SPILLE ET INSTRUMENT

Kanskje på tide å tørke støv av gitaren som står bortgjemt på loftet, eller å ta fram blokkfløyta for første gang siden skoledagene? Det kan nemlig styrke din kognitive funksjon. I tillegg til å lære noe nytt har det vist seg at det å spille et instrument stimulerer nesten alle områder av hjernen, i tillegg til språksenteret og våre kognitive evner.



© Getty

10 DRIKK GRØNN TE



© Getty

Hjernen blir glad for for en daglig kopp grønn te.

Hvor mye kan en daglig kopp grønn te egentlig påvirke hjernen? En langtidsstudie som ble publisert i det vitenskapelige magasinet *Experimental Gerontology,* viste at katekin, en kjemisk komponent som finnes i grønn te, kan redusere cerebral atrofi, altså tap av hjerneceller og funksjon. I studien studerte man mus over tolv måneder og oppdaget at katekinene i te effektivt hemmet atrofi og forbedret hjernefunksjonen hos eldre mus.

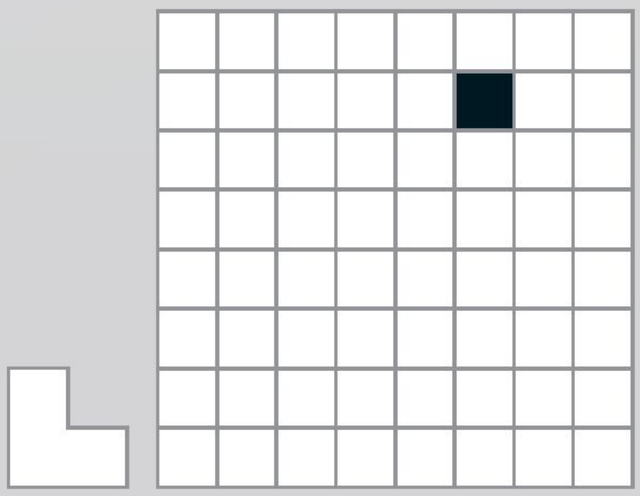
TEST HVOR SMART DU ER

HER FÅR DU NOEN MORSOMME OPPGAVER SOM AKTIVISERER HJERNEN. KLARER DU Å LØSE ALLE?

Et aspekt ved vår intelligens og kognitive funksjon er hvor villige vi er til å fortsette med en oppgave som vi synes er vanskelig. Denne egenskapen kalles kognitivt engasjement og defineres som den innsatsen studenter er villige til å legge ned i en oppgave.

1 KAN DU FYLLE INN PUSLESPILLET?

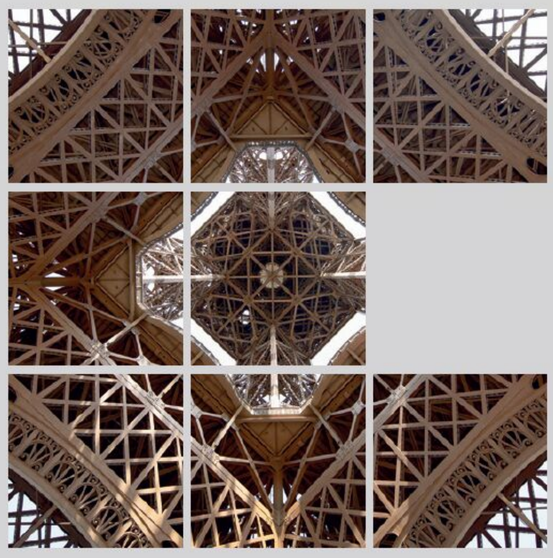
Tegn figuren nederst til venstre – den som tilvarer tre ruter – nok ganger til å fylle rutenettet.



FIGUR PUSLESPILL

2 FULLFØR BILDET

Kan du se hvilken firkant du må bruke (A, B eller C) for å fullføre bildet?





A



B



C

3 FULLFØR TALLREKKENE

3, 6, 18, 72 .....

4, 10, 28, 82, 244 .....

20, 19, 17, 14, 10 .....

9, 11, 20, 31, 51 .....

4 HVILKE SYNONYMER HØRER SAMMEN?

A DESTRUKTIV	G SNAKKESALIG
B SAMMENFØYE	H FORDELE
C SPRE	I SKADELIG
D OFTE	J RIKELIG
E OVERFLOD	K KOBLE
F PRATSOM	L HYPPIG

MYTEN OM INTELLIGENSPILLENE MODAFINIL

Uansett om du pugger før en universitetseksamen, eller jobber sent med en presentasjon du skal holde i morgen, høres det sikkert fristende ut å kunne ta en intelligenspille for å løse oppgaven enda bedre. I 2014 kom et medikament ved navn modafinil på markedet, og det ble påstått at pillen skulle øke hjernens prestasjonsevne.
Medikamentet brukes i behandling av narkolepsi, og effekten er at man føler seg mer våken. Studier har imidlertid vist at modafinil ikke øker kognitiv funksjon. Gruppen som tok modafinil, viste tvert imot lengre responstid sammenliknet med den gruppen som fikk en placebopille.

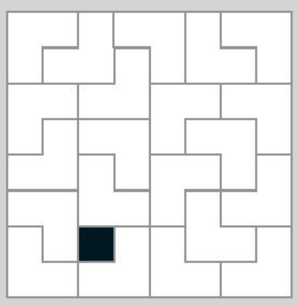


© Alarmy

En studie av 64 friske mennesker som tok modafinil, viste at responstiden deres økte når de ble bedt om å fullføre en setning.

SVAR:

1



2 G

3 **360** (x2, x3, x4, x5)

4 A+I, G+H, E+J, F+G, B+K, D+L

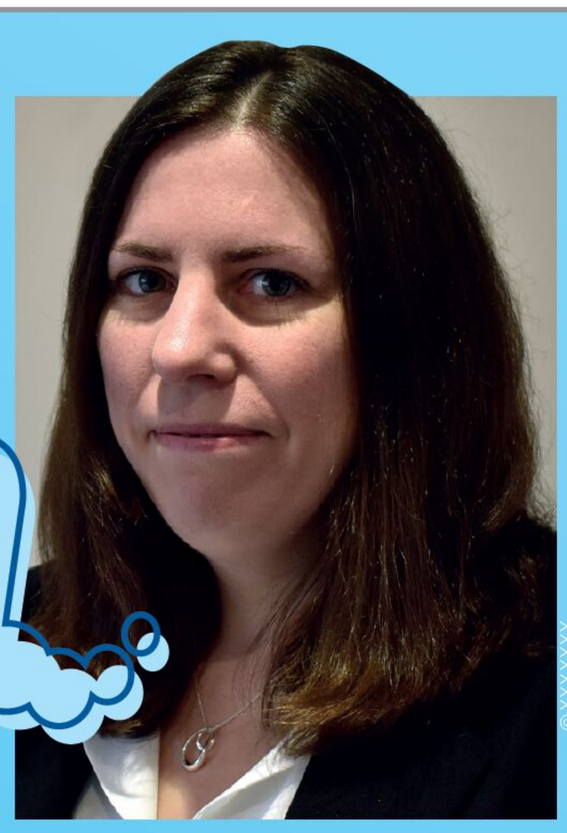
5 (-1, -2, -3, -4, -5)

730 (+6, +18, +54, +162, +486) (x3)

82 (hvert tall er summen av de to forrige tallene 9+11=20)

Q&A

SLIK FUNGERER HJERNETRIM



© XXXXXX

Dr. Claudia von Bastian, foreleser i psykologi ved universitetet i Sheffield, forklarer noe av mekanismen bak hjernetrim, og hvorfor slike oppgaver kanskje ikke passer for alle.

Hvordan endrer intelligensen vår seg med alderen?
Studier av utvikling og livsfaser viser at flytende intelligens og krystallisert intelligens både øker og blir mer effektiv. Krystallisert intelligens øker mer eller mindre hele livet, mens flytende intelligens øker og øker til vi er i tjueårene, og deretter flater kurven ut. Når vi begynner å trekke på årene, synker denne formen for intelligens, og man vil med tiden ha en lavere flytende intelligens enn man hadde i sin ungdom. Du kan prøve å forestille deg kurven som en omvendt «U», men ikke en veldig bratt «U». Den flytende intelligensen vokser i ungdomstiden, deretter flater kurven ut, for så å synke gradvis. Krystallisert intelligens stiger og stiger og flater deretter ut omtrent midt i livet, eller fortsetter å stige langsomt, men den synker ikke.

Kan hjernetrim motvirke at denne kurven synker med alderen?
Det er tanken bak denne formen for trening. Vi jobber for å motvirke den nedadgående kurven, særlig hos eldre mennesker. Men bevisene for at det fungerer, er svært usikre. Det kommer litt an på hva målet ditt er. Hvis du virkelig ønsker å flate ut kurven og unngå at den synker, er det lite som tyder på at det kan la seg gjøre. Det du kan gjøre, er å bare løse den typen oppgaver slike tester består av, slik at du scorer bedre, men det betyr svært lite i andre sammenhenger. Jeg vil si at for øyeblikket finnes det ingen beviser på at hjernetrim egentlig har noe for seg.

Er hjernetrim mer effektiv hos en spesiell aldersgruppe enn hos andre?
Det er ikke dokumentert, men jeg vil likevel si det. Intuitivt vil jeg si at effekten er størst når man er i utvikling eller i en alder der nedgang er vanlig. Det er både eldre mennesker og unge mennesker som fortsatt er i utvikling, kanskje aller mest hos små barn. Men som sagt finnes det ingen dokumentasjon som beviser dette.

Er hjernetrim en slags «one-size-fits-all»-øvelser?
Det hadde vært ideelt, ikke sant? Men det er akkurat det som er problemet. Det later ikke til å finnes noen enkel metode som på mirakuløst vis kan gjøre oss smartere. Ta for eksempel hjernetrim som prøver å gjøre barna dine smartere ved å stimulere arbeidshukommelsen. Det kan være smartere å faktisk gjøre matteoppgaver, dersom du vil bli flinkere i matte. Eller å praktisere en hvilken som helst ferdighet du ønsker å mestre bedre i dagliglivet, i stedet for å prøve å fikse problemet med en hurtigløsning. Jeg tror det er bedre å satse på en skreddersydd løsning enn en generell hurtigløsning.

Hva er kjærlighet?

Fra biokjemisk avhengighet til evolusjonsmessige fordeler, dette er vitenskapen bak vår aller sterkeste følelse.

Tekst: **Ailsa Harvey**

Ordet kjærlighet brukes flittig og assosieres gjerne med alt vi føler oss tiltrukket av, uansett om det er en person, en ting eller en abstrakt idé. Men hva betyr det egentlig å elske? I mange filmer er kjærlighet et hovedpremiss for handlingen. Uforutsigbarheten, intensiteten og kraften i denne følelsen gir et godt utgangspunkt for en spennende historie, akkurat som i virkeligheten. På film møter vi ofte en svært forenklet, romantisert versjon av kjærligheten, men når vi opplever den i virkeligheten, er den mye mer kompleks.

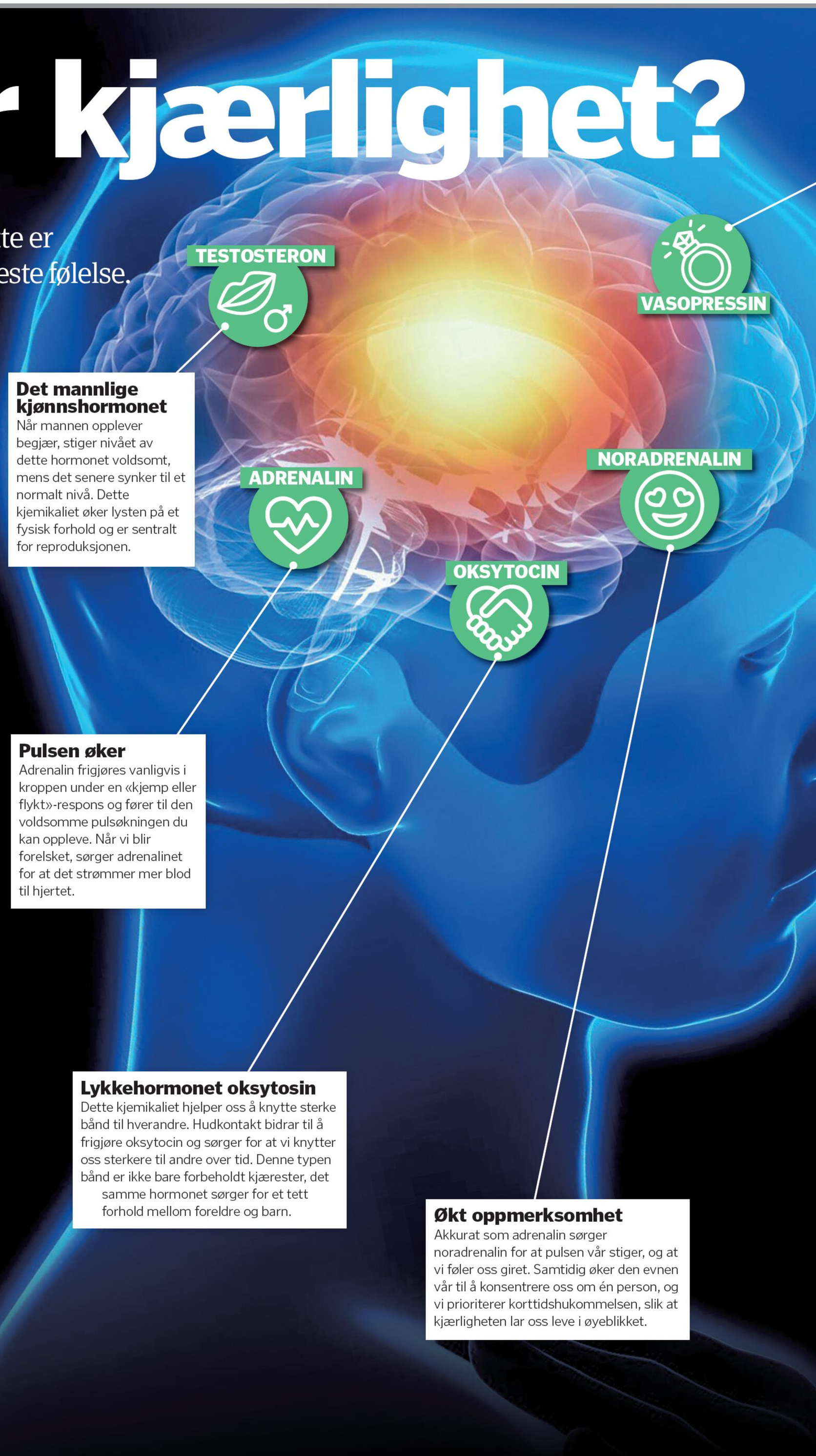
Hvor i kroppen føler du kjærlighet? Det kan føles som om den tar over hele deg, og faktisk skjer det fysiske forandringer mange steder i kroppen. Hjertet er bare ett av organene som påvirkes, men det har vært selve symbolet på kjærlighet helt siden middelalderen. Når vi opplever den ukontrollerbare følelsen av tiltrekning til en annen person, kan hjertet vårt bli overstimulert, og det er en av de effektene vi merker best.

Den første følelsen vi legger merke til når vi forelsker oss, er vanligvis euforien. Men fra det øyeblikket vi oppdager at vi er tiltrukket av noen, til vi opplever kjærlighetens senere stadier, går vi gjennom en rekke følelser. Fra medfølelse og begjær til besettelse og redsel, både negative og positive følelser settes i sving.

Det som gjør denne følelsen enda mer overveldende, er mangelen på kontroll. Kjærlighet føles underbevisst i så stor grad at mange som er forelsket ikke engang skjønner det selv. Men kjærligheten eksisterer ikke utelukkende for å skape litt ekstra spenning i tilværelsen. Kroppen vår reagerer på den grunnleggende og opprinnelige meningen med å innlede et forhold til et annet menneske, nemlig å videreføre menneskeheten.

I dag finnes det 7,8 milliarder mennesker i verden, så akkurat denne biten er ikke lenger like viktig, men før sivilisasjonen oppsto, handlet det om å holde reproduksjonsraten høy. Evnen til å knytte dette dype båndet til et annet menneske førte til at vi fikk barn, som vi så samarbeidet om å beskytte og oppdra.

Selv om det er fascinerende å studere vitenskapen bak kjærligheten, er antagelig opplevelsen av kroppens reaksjoner høyst individuell og avhenger av hver enkeltes kropp og unike erfaringer.



Trofasthet
Akkurat som oksytocin bidrar vasopressin til at vi knytter oss til andre mennesker. Trolig er dette hormonet knyttet til lojalitet mellom partene i et par.

Kvinnelig kjønnshormon
Østrogen produseres i eggstokkene og i binyrer og fettceller, og øker kvinnens ønske om fysisk kontakt under forelskelse. Unormalt lave nivåer av østrogen kan ha negativ påvirkning på en kvinnes generelle humør.

Belønningshormonet
Nervesystemet bruker denne nevrotransmitteren til å sende beskjeder rundt i kroppen. Når vi forelsker oss, frigjøres det dopamin som får oss til å like denne intense følelsen.

ØSTROGEN

DOPAMIN

FENYLETYLAMIN

SEROTONIN

ENDORFINER

Besettelse
Når vi er tiltrukket av en annen person, produserer vi mindre serotonin, og resultatet er at vi går inn i en tilstand som minner om OCD (Obsessive Compulsive Disorder). Dette kan være årsaken til at noen blir nærmest besatt av den personen de blir forelsket i.

Kjærlighetens rusmiddel
Dette molekylet frigjøres i hjernen og stimulerer hele nervesystemet. Fenyletylamin er vanedannende, akkurat som kaffe og rusmiddelet MDMA, og skaper den innledende, intense følelsen av forelskelse.

Smertestillende
Endorfiner virker beroligende og er dessuten naturens egen smertestillende medisin. Ved fysisk kontakt med en vi elsker, øker mengden endorfiner i blodet og gir oss en god følelse. Trolig er vi avhengige av endorfin for å skape et langvarig forhold.

© Alamy

Vi lukter oss fram til den perfekte partner

Kanskje blir du tiltrukket av utseendet til en potensiell partner, kanskje den strålende personligheten deres tar deg med storm under deres første samtale, eller kanskje er det en venn av deg som arrangerer en blind date for deg. Det du kanskje ikke visste, er at underbevisstheten din analyserer enhver potensiell partners genetiske materiale.

Duft er antagelig ikke det første du bevisst legger merke til og forelsker deg i når du møter noen, men luktesansen din tiltrekkes av mennesker med immunforsvar som er forskjellig fra ditt eget. Evolusjonsmessig er dette et svært effektivt verktøy, og kroppen vår vil alltid søke etter en mulighet til å skape avkom med størst mulig sjanse til å overleve.

Denne mekanismen fungerer fordi en persons unike duft skapes av de samme genene som skaper immunforsvaret deres, og dermed kan vi oppdage genforskjeller gjennom duft. Uttrykket «motsetninger tiltrekker hverandre» kunne ikke vært mer presist i denne situasjonen. Bevisst legger vi kanskje ikke merke til de svake duftene av alle menneskene rundt oss, men det gjør hjernen vår. Som regel blir vi tiltrukket av mennesker som har en duft som ikke likner vår egen.



© Getty

Alle mennesker arver et unikt sett gener, som reagerer forskjellig på sykdom.

Kjærlighet innebærer ofte et håp om evig lykke, men ikke alle takler disse følelsene like bra. For at to mennesker skal kunne etablere et sterkt forhold basert på gjensidig tillit, er det helt avgjørende å være åpen og akseptere kjærligheten. I de innledende stadiene blir kroppen sårbar, fordi fysiske og kjemiske endringer fører til at vi opplever en «kjemp eller flykt»-respons. Årsaken er den følelsesmessige påkjenningen det er å være utenfor komfortsonen.

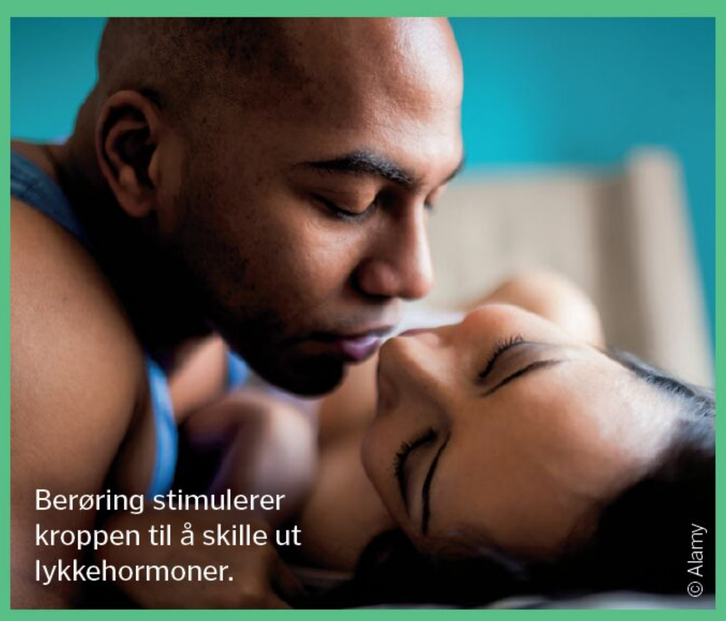
For mennesker som har opplevd traumer, blir denne «flykt eller kjemp»-responsen overutviklet, ettersom kroppen deres er vant til fare. Hver enkelt hjerne må vennes til å belønne kroppen med kjærlighetens kjemikalier. Først da kan båndene til andre mennesker utforskes og vokse seg sterke.



Den kjærligheten foreldre føler for barna sine, er ofte den sterkeste formen for kjærlighet man kan oppleve.

© Getty

Forelskelsens tre stadier



Berøring stimulerer kroppen til å skille ut lykkehormoner.

© Alamy

BEGJÆR

I forelskelsesfasen utskiller menn og kvinner hormonene testosteron og østrogen. Østrogenet som kvinnen skiller ut, får henne til å lengte etter fysisk nærhet. Testosteron produseres hovedsakelig av menn, men kvinner produserer også mindre mengder av dette hormonet. Akkurat som østrogen gir testosteron økt sexlyst og setter i gang det første stadiet av forelskelsen. I begynnelsen er hensikten å ha et fysisk forhold, den følelsesmessige nærheten etableres over tid.



I tiltrekningsfasen tenker vi ofte mindre rasjonelt.

© Getty

TILTREKNING

I forelskelsens andre stadium føler man fortsatt på fysisk begjær etter den andre, men nå begynner den følelsesmessige tiltrekningen å bli sterkere. Du vet at du har kommet til andre stadium hvis du oppdager at hjertet slår raskere når du er sammen med den andre personen, du blir nervøs når du skal møte ham eller henne, og du ikke klarer å la være å tenke på vedkommende. Hvis du hører noen snakke om idealiseringsfasen, eller si at de har «fått følelser», er de sannsynligvis i denne fasen. Dette stadiet i prosessen kan gi en følelse av eufori, men dessverre varer den bare i noen måneder.



Mange tenker på å flytte sammen, gifte seg eller planlegge et liv sammen når de begynner å føle gjensidig hengivenhet.

©Alamy

HENGIVENHET

Etter hvert som forholdet blir mer etablert, blir hormonene som sørger for emosjonell tilknytning viktigere. Oksytocin er det viktigste av disse hormonene og påvirker oss i dette siste forelskelsesstadiet. Oksytocin frigjøres sammen med dopamin, og begge disse hormonene gir oss en følelse av velvære. Når du har kontinuerlig kontakt med en partner, vil nivået av dopamin som skilles ut sammen med oksytocin, gi en følelse av belønning som får oss til å ville vende tilbake til den samme personen. I dette stadiet utvikler vi også en fornemmelse av trygghet og et behov for å beskytte den andre.

Q&A Dr. Michael Merzenich

Dr. Merzenich har gjort mye banebrytende forskning innen nevrovitenskap og har nær hundre patenter. Etter å ha forsket på hjernens plastisitet i femti år kan han nå forklare hjernens nøkkelrolle i kjærlighet.



Er kjærlighet en ekte følelse, eller et konsept basert på en rekke sterke reaksjoner i hjernen?
Kjærlighet er sterke, sammenfallende nevrologiske effekter som endrer den følelsesmessige balansen vår på en fantastisk måte. Hjernen vår er selvfølgelig skapt slik at den understøtter denne reaksjonen som kalles kjærlighet. Det er helt essensielt at disse følelsene videreutvikles for at vi skal kunne inngå lojale parforhold og formere oss. Men kjærlighet er mer enn begjær og videreføring av arten. Det handler også om å skape stabile, varige bånd.

Men kan hjernens belønningsprosess gjøre all lykke om til kjærlighet?
«Å elske» er et vidt begrep. Jeg «elsker» kanskje fotball fordi jeg har sett laget mitt vinne så mange kamper, og min egen muntre feiring av disse seirene har gitt meg mange gode minner. Jeg har lært å assosiere fotball med belønning. Jeg «elsker» kanskje hagen min eller hytta mi, eller jobben min. Denne bruken av uttrykket «å elske» innebærer nevrologisk tilknytning, men det er likevel noe ganske annet enn å elske en annen person, for denne typen kjærlighet rommer langt flere fysiske og kjemiske faktorer.

Den personen har et hav av muligheter til å kommunisere med meg: via stemme, berøring og følelser, på en måte som belønner og overrasker meg. Og hvis jeg gjør noe hyggelig for den, som de reagerer på, vekker det også positive følelser i meg, via de samme nevrologiske prosessene.

Når to individer gjør dette, den gjensidige aktiveringen av hverandres følelser, er det omtrent den sterkeste stimulien hjernen vår kan oppleve.

Er noen hjerner mer mottagelige for kjærlighet enn andre? Utvilsomt. Hjernens maskineri er i kontinuerlig utvikling. Dens kraft og helse er et produkt av dens erfaringer. Vi «trener» hjernen når vi lever et aktivt og forhåpentlig stimulerende og givende liv, men noen liv inneholder en større grad av positiv stimuli enn andre. En person som har mange negative opplevelser bak seg, vil bruke lengre tid på å forelske seg. En omtenksom og sjenerøs person vil dessuten trene hjernen på en måte som i større grad forbereder den på kjærlighet.

Hva synes du er mest fascinerende med hjernens rolle i opplevelsen av kjærlighet?
Kjærlighet er litt av et mirakel, og likevel er det ren biologi. Som forsker har jeg vært veldig interessert i hvordan vår utvikling av disse prosessene kan koste oss dyrt. Den spennende og stimulerende prosessen kan gå galt og påføre oss store lidelser. Noen ganger kan kjærlighet til og med føre til psykiske sykdommer, avhengighet, kriminalitet og vold.

Hvordan kan en person både elske og banke opp partneren sin?
Vi har kommet langt i å finne svar på disse spørsmålene. Vi jobber med å utvikle strategier som kan hjelpe mennesker ut av slike uheldige tankemønstre, slik at de igjen kan bli glade og omsorgsfulle personer.

Hvor mye har vi igjen å lære om hjernen og kjærlighet? Har vi fullt ut forstått dette?
Som så mye annet når det gjelder hjerne-forskning, har vi en ganske god forståelse av kjærlighet som en sammensatt sekvens av prosesser. Vi kan observere hovedtrinnene utfolde seg i hjernen. Men samtidig er selve opplevelsen av kjærlighet noe helt annet enn beskrivelsen av de biologiske prosessene, og kjærlighet finnes i mange former. Jeg var så heldig å få oppleve den som ung mann, og i mitt tilfelle fant jeg en partner for livet. Så fikk jeg oppleve kjærligheten til våre barn, til deres barn, og kjærligheten til mine egne foreldre. Jeg har også funnet andre typer kjærlighet, som kjærlighet til venner og til en hund eller to.

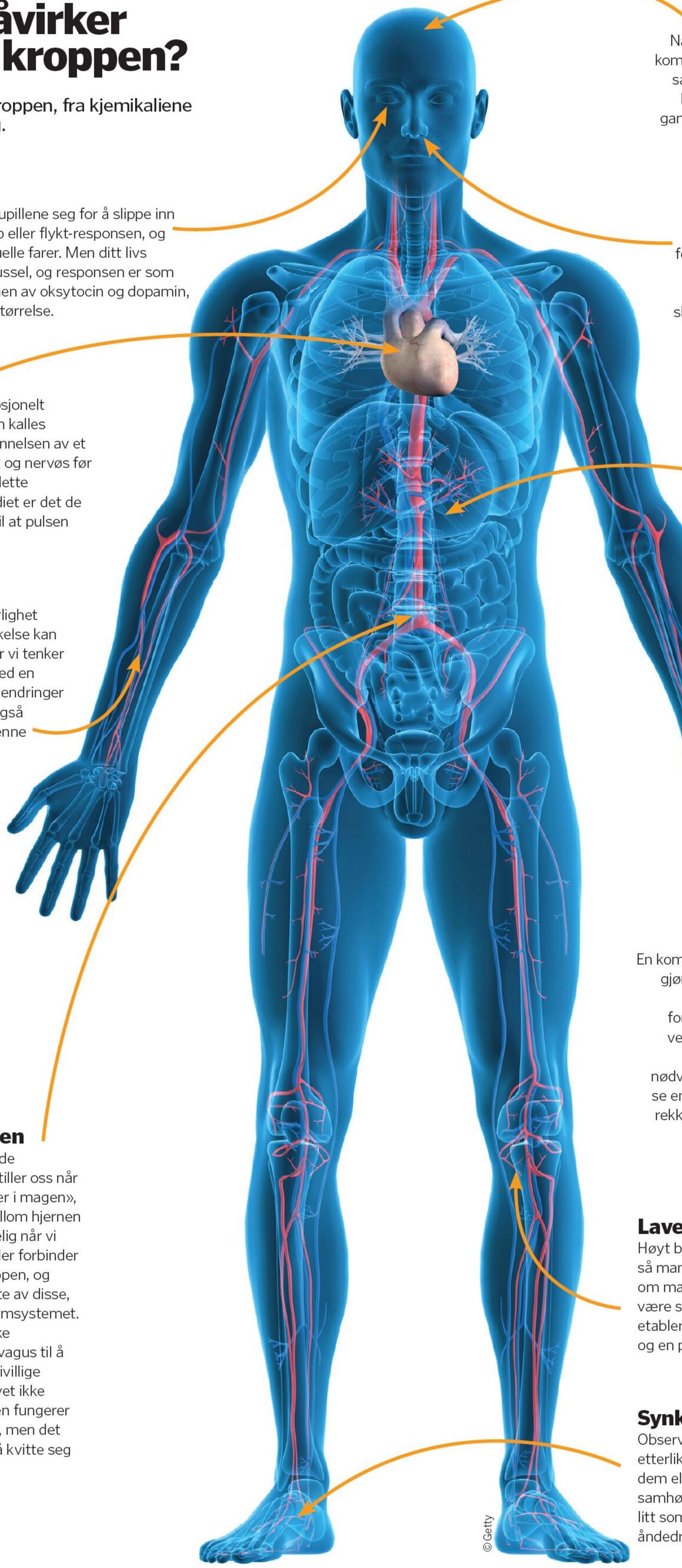
«Kjærlighet er mer enn begjær og videreføring av arten. Det handler også om å skape stabile, varige bånd»



Kjærligheten vår er ikke bare forbeholdt andre mennesker, vi kan også knytte sterke bånd til kjæledyr.

Hvordan påvirker kjærlighet kroppen?

Kjærlighet tar over hele kroppen, fra kjemikaliene i hjernen til tærnes stilling.



Pupillene utvides

Når du liker det du ser, utvider pupillene seg for å slippe inn mer lys. Dette er en del av kjemp eller flykt-responsen, og den hjelper oss å vurdere eventuelle farer. Men ditt livs kjærlighet er som regel ingen trussel, og responsen er som regel forbundet med produksjonen av oksytocin og dopamin, som begge påvirker pupillenes størrelse.

Pulsen øker

Når du føler deg fysisk eller emosjonelt stresset, frigjøres hormoner som kalles katekolaminer ut i blodet. I begynnelsen av et forhold føler man seg ofte spent og nervøs før man skal treffe partneren sin. I dette følelsesmessige oppløftede stadiet er det de frigjorte hormonene som fører til at pulsen øker og sansene skjerpes.

Smertereduksjon

Noen ganger snakker vi om kjærlighet som et narkotisk stoff, og forelskelse kan faktisk virke smertestillende. Når vi tenker på eller tilbringer tid sammen med en person vi er forelsket i, skjer det endringer i de områdene av hjernen som også påvirkes av morfin og kokain. Denne effekten er som regel sterkest i begynnelsen av et forhold.

Sommerfugler i magen

Det romantiske bildet av flagrende sommerfugler som vi ofte forestiller oss når vi hører uttrykket «sommerfugler i magen», handler om sammenhengen mellom hjernen og magen, og den er ekstra tydelig når vi forelsker oss. Hjernens nerveceller forbinder hjernen med andre deler av kroppen, og nervus vagus, som er den lengste av disse, forbinder hjernen med mage-tarmsystemet. Når vi blir nervøse, vil de kjemiske reaksjonene i hjernen få nervus vagus til å skape en følelse som fører til ufrivillige sammentrekninger i magen. Vi vet ikke sikkert hvordan denne reaksjonen fungerer som en overlevelsesmekanisme, men det kan være kroppens metode for å kvitte seg med skadelige toksiner.

Psykisk helse

Når hjernen blir oversvømt av en ukjent og sammensatt kombinasjon av hormoner og andre kjemikalier, er det ikke særlig overraskende at forelskelse påvirker vår psykiske helse. Et tett forhold til et annet menneske kan mange ganger hjelpe oss å takle stress og dempe symptomer på angst og depresjon.

Feromoner

Til forskjell fra de fleste av kroppens hormoner skilles feromonene ut av kroppen vår via svette, spytt og urin, og vi kan dermed lukte feromoner fra andre mennesker. I nesehulen fungerer feromonene som en slags budbringere som gjør oss tiltrukket av en person i nærheten. Dette fenomenet kan kanskje forklare noen menneskers tro på kjærlighet ved første blikk.

Hormonproduksjon

Selv om det først og fremst er hjernen som styrer hormonproduksjonen, blir mange av hormonene vi produserer under en forelskelse, produsert i binyrene. Herfra slippes de ut i blodet og sirkulerer rundt i kroppen for å utføre hver sine oppgaver. I forskjellige stadier av forelskelsen sender hjernen en rekke beskjeder til binyrene og holder dem travelt opptatt.

Svette håndflater

En kombinasjon av hormonene noradrenalin og adrenalin kan gjøre håndflatene dine svette av nervøs forventning. Ofte svetter du når kroppstemperaturen din øker, fordi fordampingen bidrar til å kjøle deg ned. I slike tilfeller blir venene dine større. Men når du blir oppspilt eller nervøs, trekker venene dine seg sammen, for avkjøling er ikke nødvendig. Det følelsesmessige stresset som følger med å se en du er forelsket i, får kroppen til å forberede seg på en rekke mulige hendelser. Svette håndflater kan øke friksjon, berøringsfølsomhet og hudens tålegrense.

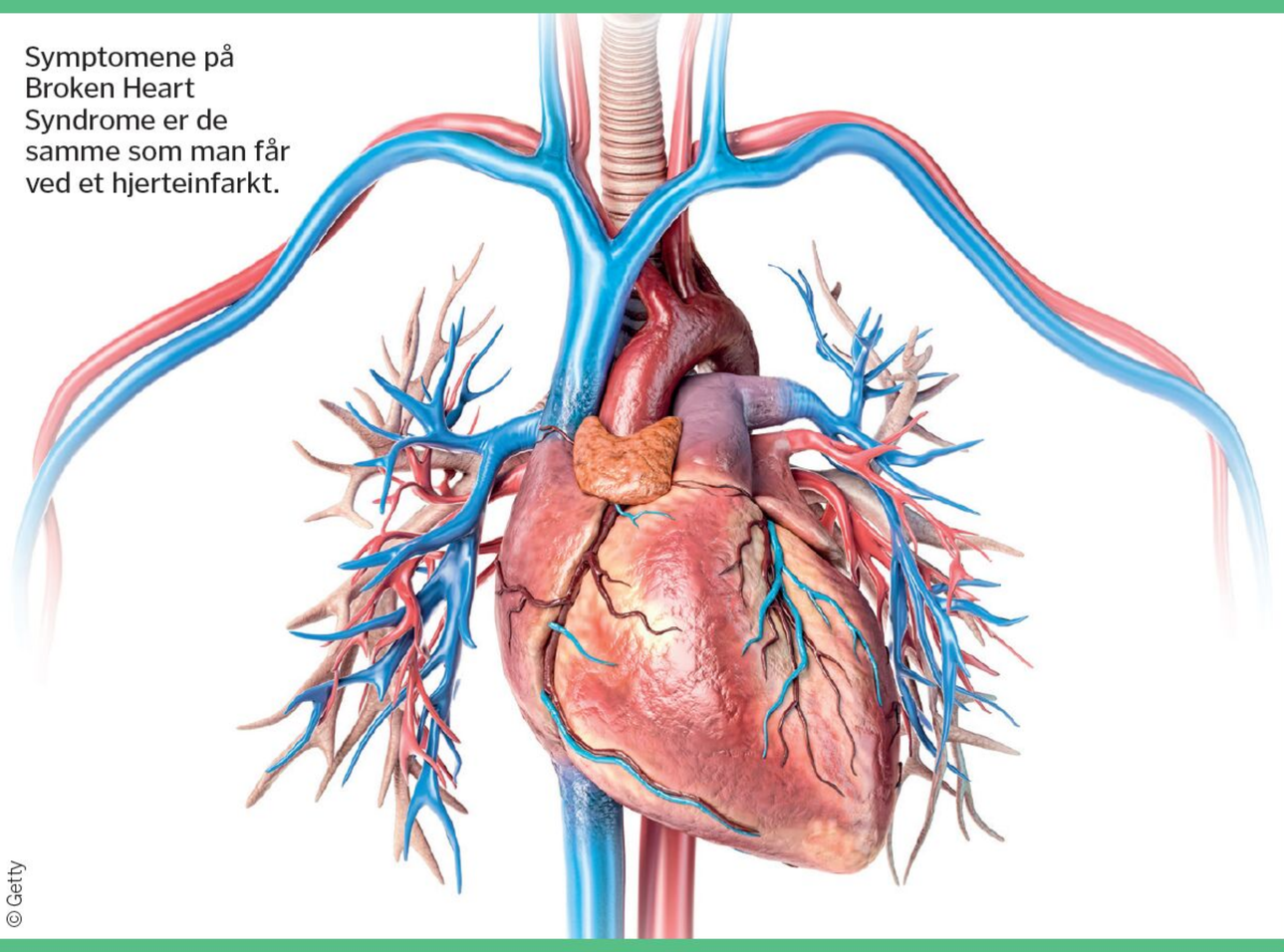
Lavere blodtrykk

Høyt blodtrykk øker risikoen for å få hjerteinfarkt eller slag, så man kan tenke på kjærlighet som helsefremmende. Selv om mange synes de innledende stadiene av et forhold kan være stressende, er de fleste mindre stresset når de er i et etablert forhold. Sosiale bånd til en partner reduserer stress, og en positiv konsekvens av det er at blodtrykket synker.

Synkronisering

Observasjoner av forelskede par har vist at vi underbevisst etterlikner den vi er tiltrukket av. Enten vi snur føttene mot dem eller speiler kroppsspråket deres, viser det at empati og samhørighet er i ferd med å utvikle seg mellom to personer, litt som en slags pardans. Enkelte par synkroniserer åndedrettet sitt naturlig når de er i hverandres nærhet.

Symptomene på Broken Heart Syndrome er de samme som man får ved et hjerteinfarkt.



© Getty

Kjærlighetssorg

Kjærlighet kan være verdens mest oppløftende følelse. Det er fordi kroppen oversvømmes av lykkehormoner som skaper et styrkende bånd av tillit og lidenskap. Selv om disse følelsene kan gjøre folk emosjonelt knyttet til hverandre, kan de ikke endre det faktum at man fortsatt er to uavhengige individer. Kjærlighet kan ikke tvinges fram, og som vi har sett så mange ganger, varer den ikke alltid evig.

Kjærlighetssorg betegner den følelsesmessige berg-og-dal-banen man opplever når man blir avvist, men Broken Heart Syndrome er mye mer enn å føle seg litt nedfor. Syndromet forårsakes av alvorlige følelsesmessige traumer eller av overveldende psykiske påkjenninger, som skilsmisse, utroskap, tap av en man elsker, eller en alvorlig krangel, men kan også ha andre årsaker.

Når kroppen utsettes for en slik påkjenning, tar en strøm av stresshormoner over. De får trolig hjertets hovedarterier til å trekke seg sammen, slik at blodtilstrømningen til hjertet blir redusert. Symptomene er de samme som ved hjerteinfarkt, brystsmerter og åndenød, og i om lag fem prosent av tilfellene har tilstanden dødelig utgang.

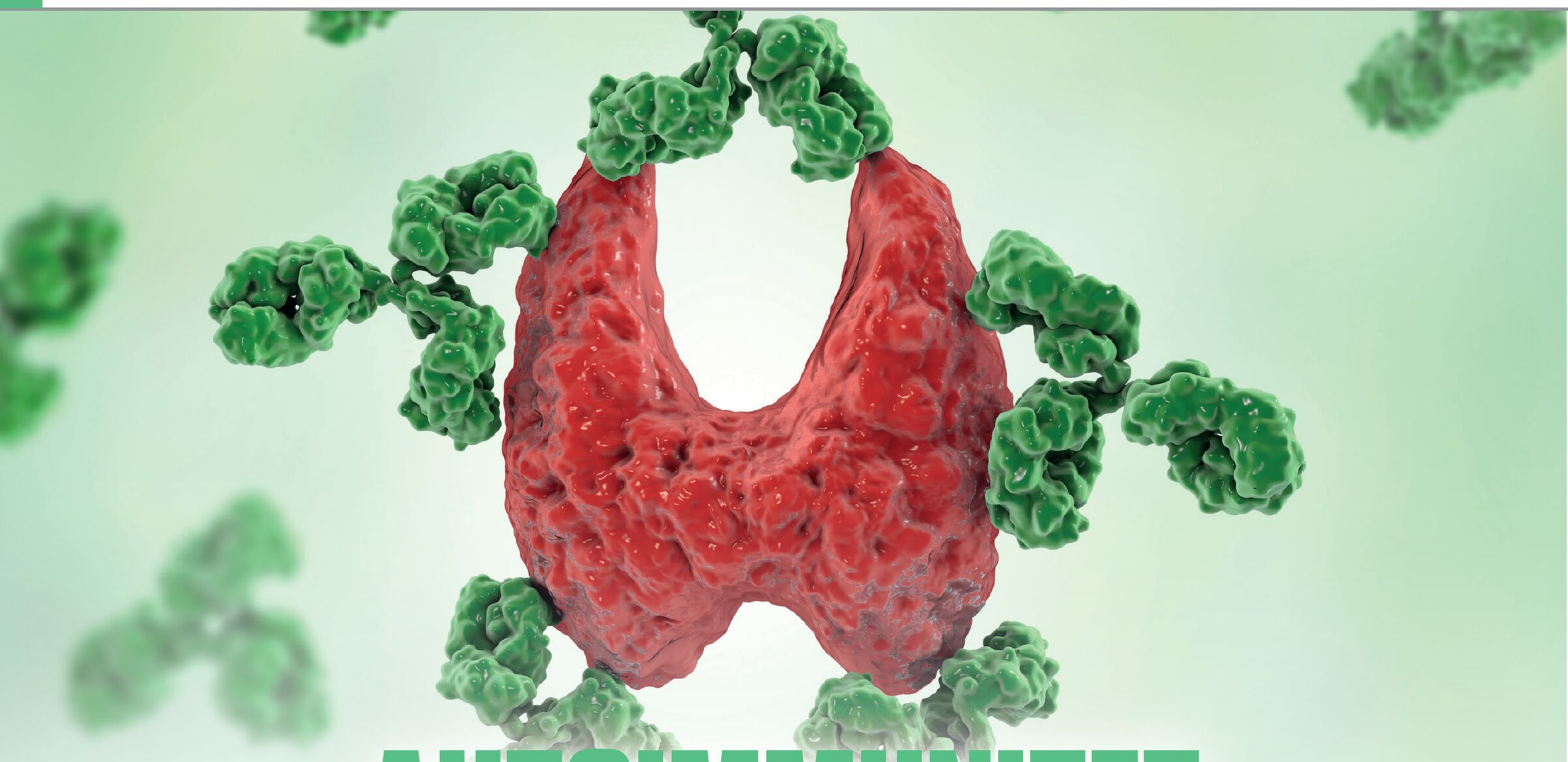
Vitenskapen bak monogami

Av verdens 5000 pattedyrarter er mellom tre og fem prosent monogame. Det betyr at det er svært få arter som er trofaste mot én partner hele livet. Så hvorfor finner så mange av oss sitt livs kjærlighet?

Vi er ikke like monogame som enkelte andre dyr, som for eksempel gjess, som ofte er alene hele resten av livet dersom den ene partneren dør. Likevel er det mange av oss som leter etter «den eneste rette». Men hva er det egentlig som skjer i kroppen vår, som får oss til å velge en partner for resten av livet? Oksytocin, hormonet som ofte kalles kjærlighetens hormon, sørger for å styrke monogame forhold. Oksytocin hjelper oss å skape et bånd til den personen vi innleder et romantisk forhold til, ved å belønne hjernen. Dersom responsen i hjernen er intens, føles det bedre å være sammen med denne ene personen enn med noen andre.

Ekteskap er tradisjonelt ansett som et løfte vi gir en annen person om å elske ham eller henne for alltid.

© Getty



AUTOIMMUNITET

SLIK ANGRIPER KROPPEN SEG SELV

Hva skjer når systemet som skal beskytte deg, går til angrep på din egen kropp?

Tekst: **Ailsa Harvey**

Immunforsvaret redder livet vårt hver eneste dag ved å nedkjempe milliarder av patogene bakterier før de kan skade oss. Uten immunforsvaret kunne noe så enkelt som å pusse tenner utsette kroppen vår for en dødelig mengde bakterier. Når det er sagt, er dessverre ikke alle helt på lag med sitt eget immunforsvar. Av og til kan immunceller som egentlig skal forsvare oss, i stedet begynne å angripe vår egen kropp. Denne mekanismen kalles autoimmunitet og fører til en rekke forskjellige symptomer og sykdommer.

Hittil er det oppdaget om lag åtti forskjellige autoimmune sykdommer. Imidlertid har mange av dem symptomer som likner hverandre, noe som kan gjøre det vanskelig og tidkrevende å stille riktig diagnose. Ofte er det nødvendig å gjøre en rekke tester for å kunne utelukke så mange muligheter at man til slutt står igjen med riktig alternativ. Det finnes ingen behandling som kan kurere disse sykdommene, men det finnes medikamenter som kan dempe symptomene og derfor gjøre sykdommen lettere å leve med. Blant annet kan man dempe smertene og betennelsene som oppstår når immunsystemet går til angrep. En sunn livsstil kan også bidra til å dempe symptomene og effekten disse sykdommene har på pasientens liv. Et sunt kosthold og jevnlig trening kan gjøre en stor forskjell i slike tilfeller.

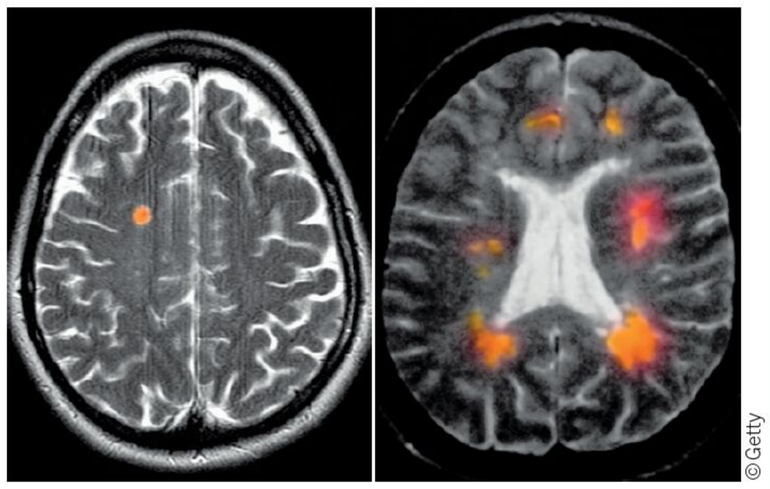
Til tross for at alle disse sykdommene forårsakes av de samme mekanismene i immunforsvaret, kan symptomene variere veldig. Noen tilstander angriper visse deler av kroppen, mens andre har effekt på nesten hele organismen. Noen autoimmune sykdommer svekker kroppen i mye større grad enn andre. En av de mest kjente eksemplene er diabetes type 1, og i Norge lever om lag 28 000 mennesker med denne sykdommen per i dag. Av grunner vi ikke kjenner til, oppfatter kroppens immunsystem de insulinproduserende cellene i bukspytt-kjertelen som fremmedelementer og ødelegger dem. Dette gir kraftige symptomer, og personer med diabetes type 1 må ha tilførsel av insulin for å overleve.

Sjeldnere former for autoimmune sykdommer er vanskeligere å diagnostisere. Et eksempel på en slik sykdom er Ashersons syndrom, som gir en rask dannelse av blodpropper i hele karsystemet. I de alvorligste tilfellene kan det dannes flere blodpropper i løpet av bare noen timer, og da er faren for

© Getty

multiorgansvikt stor. Fordi så mange områder er rammet samtidig, er symptomene vage og kan forveksles med andre lidelser. Siden den ble identifisert i 1992, har bare 300 personer blitt diagnostisert med akkurat denne autoimmune sykdommen, og fortsatt drives det forskning på hvorfor de angrepne cellene klumper seg sammen på denne måten.

Autoimmune sykdommer går mot immunforsvarets grunnleggende prinsipper, og resultatet er at kroppen kjemper mot seg selv hver eneste dag. Slike sykdommer kan oppstå hos alle, uavhengig av alder, kjønn eller gensammensetning, men de er tilsynelatende mer utbredt hos kvinner, og i noen tilfeller blir flere personer i samme familie rammet. Ettersom millioner av mennesker over hele verden utvikler slike immunforstyrrelser og antallet stadig stiger, har vi fortsatt mye å lære om disse komplekse og allsidige sykdommene.



© Getty

MR-bilder viser degenerasjon av hjernen på grunn av multippel sklerose.

Autoimmun respons

Hva skjer når immunsystemet angriper vår egen kropp?

Overaktive B-celler
Disse hvite blodcellene fungerer ikke slik de skal, og derfor skjelner de ikke mellom skadelige, fremmede antigener og kroppens egne celler. Resultatet er at de produserer antistoffer mot begge deler og skaper en autoimmun respons.

Fremmede antigener
Antigenene på en bakterie som skaper betennelse, skiller seg fra andre antigener i kroppen, og blir derfor angrepet.

Infeksjon
Når en fremmed partikkel, som for eksempel en bakterie, invaderer kroppen, går de hvite blodcellene til angrep på den. Det er en nyttig reaksjon som hjelper oss å bekjempe eventuelle farlige organismer.

T-celler
T-dreperceller tar seg av celler som er merket med antistoffer og frigjør celledrepende molekyler. Denne responsen er effektiv mot skadelige celler, men kan gjøre skade på kroppen ved autoimmun sykdom.

B-celler
Disse hvite blodcellene skal beskytte kroppen mot fremmede celler, ikke mot kroppens egne celler. B-cellene produserer antistoffer som matcher proteiner på utsiden av de cellene de oppfatter som en trussel.

Antistoffproduksjon
Antistoffer er Y-formede proteiner som produseres ved immunresponser og autoimmune responser. De binder seg til antigener og varsler kroppen om hvilke celler som skal destrueres.

NORMAL

AUTOIMMUN SYKDOM

Humane leukocytt-antigener
Humane leukocyttantigener finnes utenpå alle cellene våre for at kroppen skal gjenkjenne dem som sine egne.

Vevsceller
Vanligvis holder vevscellene våre seg friske fordi de hvite blodcellene vet at de hører hjemme der og derfor ikke setter i gang noen immunrespons.

Sårbare celler
Under en autoimmun respons går antistoffene til angrep på egne antigener. Disse antigenene fungerer ikke lenger som beskyttelse, og cellene blir sårbare.

Vevsskade
Sykdom innebærer angrep på forskjellige celler. Ofte går det ut over deler av ledd, hud eller organer. Enkelte slike sykdommer angriper til og med hele kroppen.

© Shutterstock

Symptomer

Det finnes en rekke autoimmune sykdommer, men mange begynner med liknende symptomer.



UTMATTELSE

Utmattelse er et av de vanligste sykdomssymptomene vi har. Sentralnervesystemet er ofte rammet ved autoimmun sykdom, og det er en stor del av årsaken til at disse pasientene har lite energi.



LEDDSMERTER

Mange autoimmune sykdommer angriper kroppens ledd, for eksempel leddgikt og lupus. Når kroppen angriper seg selv, blir leddene ofte betent, noe som er smertefullt og gir nedsatt bevegelighet.



HUDPROBLEMER

Huden er kroppens største organ og er ofte angrepet ved autoimmun sykdom. Typen hudproblem kan ofte være en god pekepinn på hvilken sykdom vi står overfor. For eksempel er sommerfuglformede utslett over nese og kinn et symptom på lupus.



MAGESMERTER

Både magen og bukmusklene kan bli svekket eller betent, og kan gjøre at pasienten reagerer unormalt ved inntak av mat.



BETENNELSE

Smerter, rødhet, varme og hevelse er symptomer på betennelse, og ofte et tidlig tegn på autoimmun sykdom, for dette er kroppens måte å beskytte skadet vev på. Ved mange av disse sykdommene går behandlingen hovedsakelig ut på å hindre slik betennelse.

AUTOIMMUNE SYKDOMMER

Hvor i kroppen finner vi autoimmune sykdommer?

Multippel sklerose

Multippel sklerose (MS) er en tilstand som påvirker store deler av hjernen og ryggmargen, og kan føre til store vanskeligheter med å bevege seg. MS kan debutere når som helst og utløses av at immunforsvaret angriper nervenes beskyttelseslag. I alvorlige tilfeller vil selve nerven få alvorlige skader, slik at den reagerer langsomt, eller ikke lenger kan sende beskjeder.

Graves' sykdom

Skjoldkjertelen er en sommerfuglformet kjertel som sitter foran på halsen din. Hormonene den skiller ut, kontrollerer energibruken i alle deler av kroppen. Ved Graves' sykdom blir skjoldkjertelen overaktiv fordi immunforsvaret stimulerer kjertelen til å produsere mer hormoner enn nødvendig. Dette kan føre til farlig rask puls, tretthet og lav toleranse for varme.

Lupus erythematosus

Lupus kan angripe forskjellige områder av kroppen hos forskjellige mennesker, men ofte vil pasienten oppleve betennelser i sener og indre organer, som for eksempel hjertet. Det kan ta flere år å diagnostisere lupus, for sykdommen opptrer ikke likt hos alle og kan likne andre autoimmune sykdommer.

Eksem

Dette er et utbredt hudproblem som gir kløende, tørr hud hos mange voksne og regnes nå som en autoimmun sykdom. Eksem oppstår når en hudirritasjon setter i gang en overdrevent aggressiv immunrespons, og pasienter som er disponert for denne tilstanden, bør unngå mulige utløsende faktorer i omgivelsene slik at immunforsvaret ikke trigges.

Crohns sykdom

De som lider av denne sykdommen, vil ofte oppleve varierende grad av ubehag i tarmen, i tillegg til diaré, utmattelse og vekttap. Vanligvis er enden av tynntarmen, eller tykktarmen, betent fordi celler angriper tarmens slimhinner, og følgelig blir disse slimhinnene betente og svært ømme.

Revmatoid artritt

Leddene våre er viktige for at vi skal kunne bevege oss, men hva skjer når de blir betente? Denne formen for artritt skyldes at immunforsvaret oversvømmer leddene med væske, på samme måte som hvis leddet var betent. Forskjellen er at det nå gjøres selv om det ikke er nødvendig, noe som forårsaker smerter og stivhet i områder som skal kunne beveges fritt.



Et røntgenbilde av hånden til en pasient som viser sammenvokste karpalknokler. Dette kan ses hos pasienter med langvarig revmatoid artritt (leddgikt).

Source: Wiki/Mikael Häggström

© Alamy

Utredning av sykdom

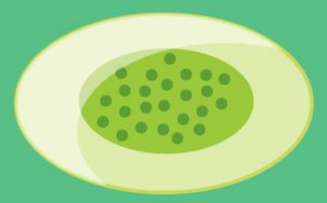
Dersom en lege gjenkjenner symptomer på en autoimmun sykdom hos en pasient, vil vedkommende som regel be om å få ta en blodprøve. Blodet blir så analysert ved hjelp av en ANA-test, der man undersøker om man kan påvise antinukleære antistoffer. Antistoffer er de proteinene immunforsvaret produserer for å bekjempe trusler som virus og bakterier. Antinukleære antistoffer er undergrupper av disse antistoffene og angriper cellekjernen i stedet, altså kjernen i cellene i kroppen din. Dersom slike antinukleære antistoffer påvises i en blodprøve, kan det bety at pasienten har en autoimmun sykdom.

ANA-tester kan være et godt hjelpemiddel for å påvise autoimmun sykdom, og mønsteret av antistoffer i pasientens cellekjerne kan ofte antyde hva slags autoimmun sykdom det er snakk om. Disse antistoffene merkes med fluorescerende materiale som lar fagfolk se hva slags mønster de danner. Noen pasienter kan gi en positiv ANA-test selv om de er friske, så man må gjøre flere undersøkelser ved positivt svar.



Homogen

Dette mønsteret dukker opp dersom kjernen er fullstendig dekket. ANA-stoffer som påvises i slike tilfeller, angriper kromatinet i cellekjernen. Et slikt funn ses ved systemisk lupus, generell bindevevssykdom eller artritt hos barn.



Flekkete

Et flekkete mønster forbindes også med lupus, og med hudsykdommene dermatomyositt og sklerodermi. Ved disse sykdommene er undergruppene av antistoffer fordelt utover cellekjernen fordi de angriper spesielle kjerneproteiner.



Perifer

Dette resultatet viser at de selvlysende antistoffene befinner seg i ytterkanten av cellekjernen, fordi de binder seg til proteiner på overflaten. Pasienter med dette mønsteret blir nesten alltid diagnostisert med systemisk lupus.



Nukleolært

Når antistoffene viser dette mønsteret, forbindes det med folk som lider av polymyositt, en sykdom som gir betennelse i muskulaturen i beina og overarmene. Nukleolene er ANA-testens primærområde.

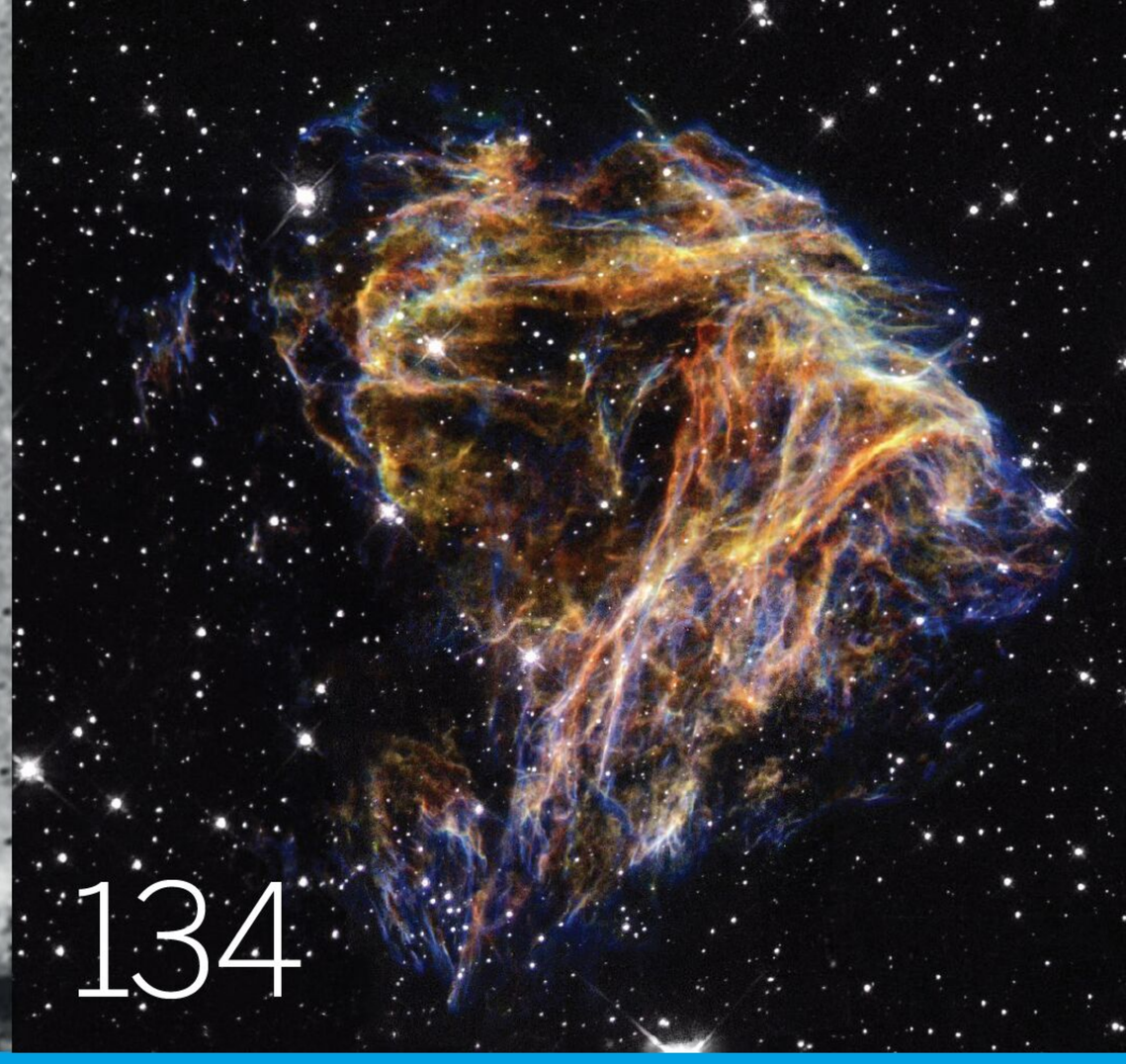


Sentromer

De mer komplekse mønstrene varierer etter hvilket stadium cellen befinner seg i. Dersom cellen ikke deler seg, vil det fluorescerende materialet være spredt. Når en celle skal til å dele seg, vil antistoffene samle seg sammen med DNA-et i cellens sentrum og i de to motstående polene.



120



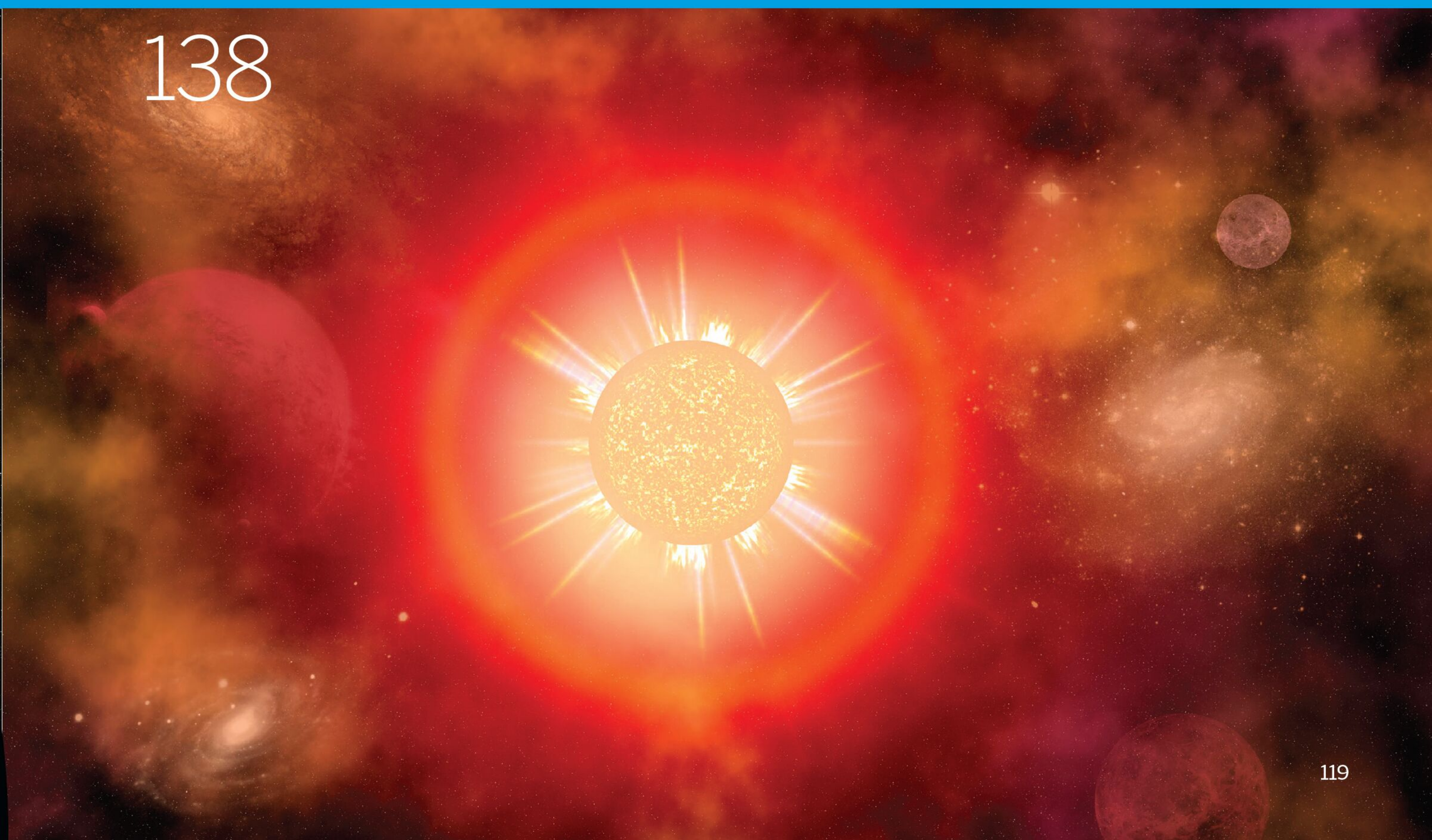
134

VERDENSROMMET

130

124

138



SKUMLE ROMFENOMENER

Vi våger oss vekk fra Jorda for å oppdage noen av de skumle himmelobjektene i universet.

Tekst av **Ailsa Harvey** og **Laura Mears**

Orions heks

Denne fjærlette konturen med sin krokete nese og buede hake har en slående likhet med profilen til en tradisjonell eventyrskurk. Den er kjent som Heksehodetåken.

Heksehodetåken, offisielt kalt IC 2118, er en refleksjonståke, så den produserer ikke noe eget lys. Den befinner seg i stjernebildet Orion, vest for den blå superkjempen Rigel. Rigel er en av de mest lyssterke stjernene, mellom 40 000 og 100 000 ganger mer lysende enn Sola.

Selv om Rigel befinner seg over 40 lysår unna tåken, blir den uhyggelige silhuetten av Heksehodetåken opplyst av det blå lyset som Rigel sender ut i verdensrommet. Det gir ikke nok energi til å ionisere gassen og få den til å gløde, men lyset sprer seg når det passerer gjennom tåken.

Støvet i tåken sprer blått lys lettere enn det sprer rødt, så Rigels blå nyanse blir forsterket. Dette er det samme fysiske fenomenet som får Jordas himmel til å se blå ut, såkalt Rayleigh-spredning.

Tåkens form minner om sideprofilen til en heks, sett til høyre her.

© NASA/STScI Digitized Sky Survey/ Noel Carboni

Ansikt på Mars

Kan du se ansiktet midt i bildet?



© The Viking Project, NASA

Finner vi tegn til liv på Mars? Det er et spørsmål mange har stilt før. Da Viking 1-oppdraget sendte tilbake dette bildet av planetens overflate, viste det et potensielt livstegn som ble litt i meste laget. Opp fra den steinete overflaten i Cydonia-regionen stikker det fram et menneskelig ansikt med et morskt ansiktsuttrykk.

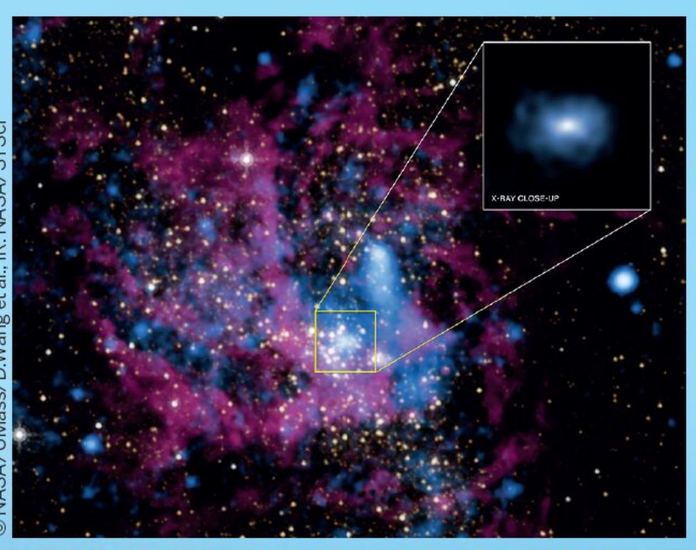
Ansiktet er dannet av en kombinasjon av lys, skygger og vinkelen som fotografiet ble tatt fra. Dette ble bekreftet av andre forbiflyvende romsonder som så at flertallet av disse formene var forårsaket av sollyset. Imidlertid stoppet ikke det teorier om denne figurens tidligere liv.

Stjerne-slukere

Det er vanskelig å forestille seg noe så kraftig at selv lys ikke kan overleve det. Sorte hull er de altabsorberende monstrene som finnes i de fleste galakser, og i sentrum av Melkeveien kan du finne et supermassivt sort hull i retning av stjernebildet Skytten. Et supermassivt sort hull kan inneholde en milliard ganger mer masse enn et typisk sort hull, og bare noen få er bekreftet. Den i sentrum av galaksen vår har en masse rundt fire millioner ganger Solas masse og kalles Sagittarius A*.

Mens sorte hull gir en illusjonen av å være tomt rom, er de egentlig det motsatte. Det er deres eksepsjonelle tetthet av materie som skaper et kraftig gravitasjonsfelt. Alt som kommer innenfor rekkevidden av dens gravitasjonspåvirkning, vil bli trukket mot kjernen.

Ved en kritisk grense innenfor dette området, kjent som «hendelseshorisonten», blir det umulig å unnslippe det sorte hullets gravitasjonskraft. Ethvert objekt som passerer denne grensen, fra støvpartikler til hele stjerner, vil bli slukt.



© NASA/UMass/D.Wang et al., IR: NASA/STScI

Dette bildet av Melkeveien viser det sorte hullet Sagittarius A* i sentrum av galaksen.

Anatomien til et sort hull

Hvordan manipulerer disse objektene lys?

Relativistisk jetstråle
Etter å ha slukt opp en stjerne skyter sorte hull ut en stråle av partikler og stråling. Disse kan reise tusenvis av lysår med hastigheter nær lyshastigheten.

Tilvekstskive
Utrolig varmt støv, gass og stjerneavfall spinner rundt det sorte hullets kjerne når det trekkes nærmere. Denne materien danner en flat skive.

Hendelseshorisonten
Dette er grensen til det sorte hullet som ingenting kan komme tilbake fra. Fordi gravitasjonskraften er så sterk, kan ikke engang lys reise raskt nok til å unnslippe.

Gravitasjonell singularitet
I sentrum av hvert sorte hull er det et endimensjonalt punkt med en enorm tetthet, kalt singulariteten. Dette er der hvor omkringliggende materie blir trukket inn og kollapser, og i prosessen øker den sentrale massen til det sorte hullet.

© NASA/JPL-Caltech

Zombie-stjerner

Supernovaer er voldsomme eksplosjoner i verdensrommet, og nye beviser tyder på at noen supernovaer kan etterlate seg zombie-stjerner. Type Ia-supernovaer skjer i dobbeltstjerne-systemer der en hvit dvergstjerne stjeler hydrogengass fra ledsageren. Etter hvert som mer og mer materie akkumuleres, kan den hvite dvergen bli ustabil, noe som fører til en dramatisk eksplosjon som ødelegger stjernen totalt.

Type II-supernovaer er mer dramatiske og er forårsaket av en massiv stjerne som dør. Når stjernen går tom for drivstoff, kollapser den innover seg selv, frigjør store mengder energi og etterlater seg en tett nøytronstjerne, eller noen ganger et sort hull. Inntil nylig ble det antatt at eksploderende stjerner alltid ble ødelagt i eksplosjonen, men i 2012 avslørte forskere en ny type overlevende supernovaer. I likhet med Type Ia-supernovaer er Type Iax-supernovaer resultatet av hvite dvergstjerner i dobbelt-stjernesystemer, men i deres tilfelle stjeler de heliumgass i stedet for hydrogen. Resultatet er en mye mindre eksplosjon, slik at den skadede stjernen kan komme til syne igjen når støvet har lagt seg, som en zombie som har stått opp fra de døde.

I 2013 tok Hubble-romteleskopet et bilde av en av disse svake supernovaene, SN 2012Z, i galaksen NGC 1309, som ligger 110 millioner lysår fra Jorda. I 2015 rettet Hubble sitt Advanced Camera for Surveys mot supernovaresten for å se om stjernen overlevde eller ikke.

Disse hvite dvergstjernene stjeler hydrogen fra en annen stjerne til de når en kritisk masse.

© NASA



En hvit dvergstjerne kan ses i sentrum av tåken.

© Hubble Heritage Team, NASA

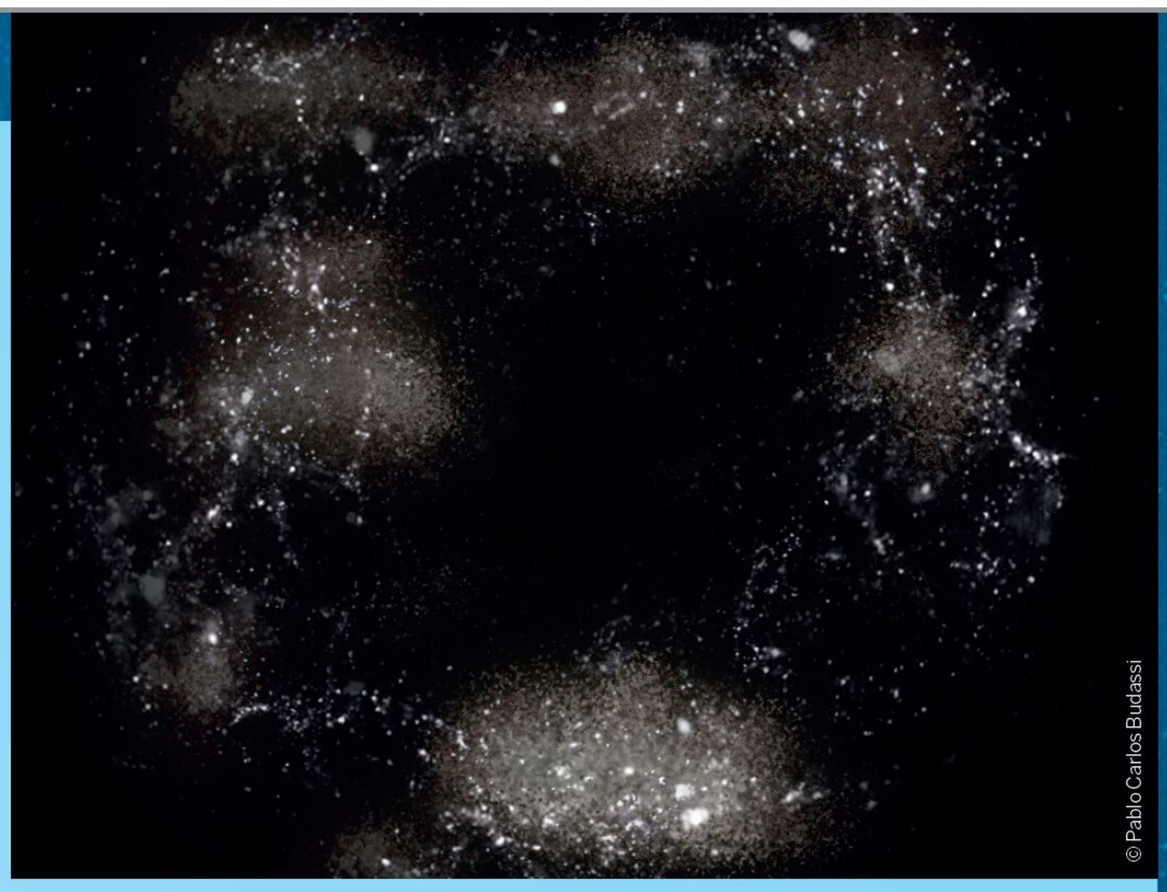
Den lille spøkelseståken

Den tynne haloen til Den lille spøkelseståken omgir en hvit dvergstjerne i retning stjernebildet Slangebæreren. Den hvite dvergen sender ut høyenergisk ultrafiolett stråling som treffer skyene av støv og gass som omgir den, stimulerer partiklene og får dem til å gløde. Hovedringen er laget av en kombinasjon av ionisert hydrogen, oksygen og nitrogen, og hvert av disse stoffene sender ut stråling i forskjellige bølgelengder.

Den lille spøkelseståken er en planetarisk tåke som ble dannet da stjernen i sentrum av tåken gikk tom for drivstoff. Faktisk er det et spøkelsesaktig forvarsel om skjebnen til vårt eget solsystem.

Stjernen i hjertet av Den lille spøkelseståken var en gang på størrelse med Sola. Men så gikk den til slutt tom for hydrogenbrensel, og da den gikk over til å bruke helium, steg temperaturen. Den intense varmen fikk stjernen til å utvide seg og gjorde den om til en rød kjempe.

Den røde kjempen gikk raskt gjennom heliumforsyningene sine og produserte karbon i prosessen. Den tunge asken presset ned mot kjernen til stjernen, og da den tumlet innover, ble noe av den antent og produserte støt som kastet de ytre lagene av stjernens atmosfære ut i rommet. Støv og gass som ble kastet ut, dannet Den lille spøkelseståken.



© Pablo Carlos Budassi

Dette kartet viser et av tomrommene som er nærmest Jorda.

Det mørkeste stedet i rommet

Hvis du er en av dem som frykter det å ikke vite hva som befinner seg foran deg når mørket faller, ønsker du definitivt ikke å befinne deg i nærheten av Boötes-tomrommet. Dette området av universet, også kalt «Det store ingenting», inneholder færrest galakser, og derfor minst lys. Området befinner seg 700 millioner lysår unna planeten vår og inneholder bare 60 galakser. Selv om så mange galakser til sammen ville skape en enorm mengde lys, vil dette lyset være ubetydelig i et område med en diameter på 250 millioner lysår. Et gjennomsnittlig areal av denne størrelsen vil vanligvis inneholde rundt 10 000 galakser. Mange mistenker at dette såkalte supertomrommet ble dannet da flere tomrom slo seg sammen og vokste seg til et større tomrom.

Dersom galaksen vår hadde vært én av de 60 i dette tomrommet, blir det anslått at det ville ha tatt oss fram til 1960-tallet å oppdage at andre galakser eksisterer, i stedet for i 1924, da Edwin Hubble gjorde denne oppdagelsen. Det ville også gjøre nettene enda mørkere, med færre punkter med fjernt lys på himmelen. Neste gang stjernene er synlige, la dem tjene som en påminnelse om at Jorda ikke er så isolert som den noen ganger kan virke.

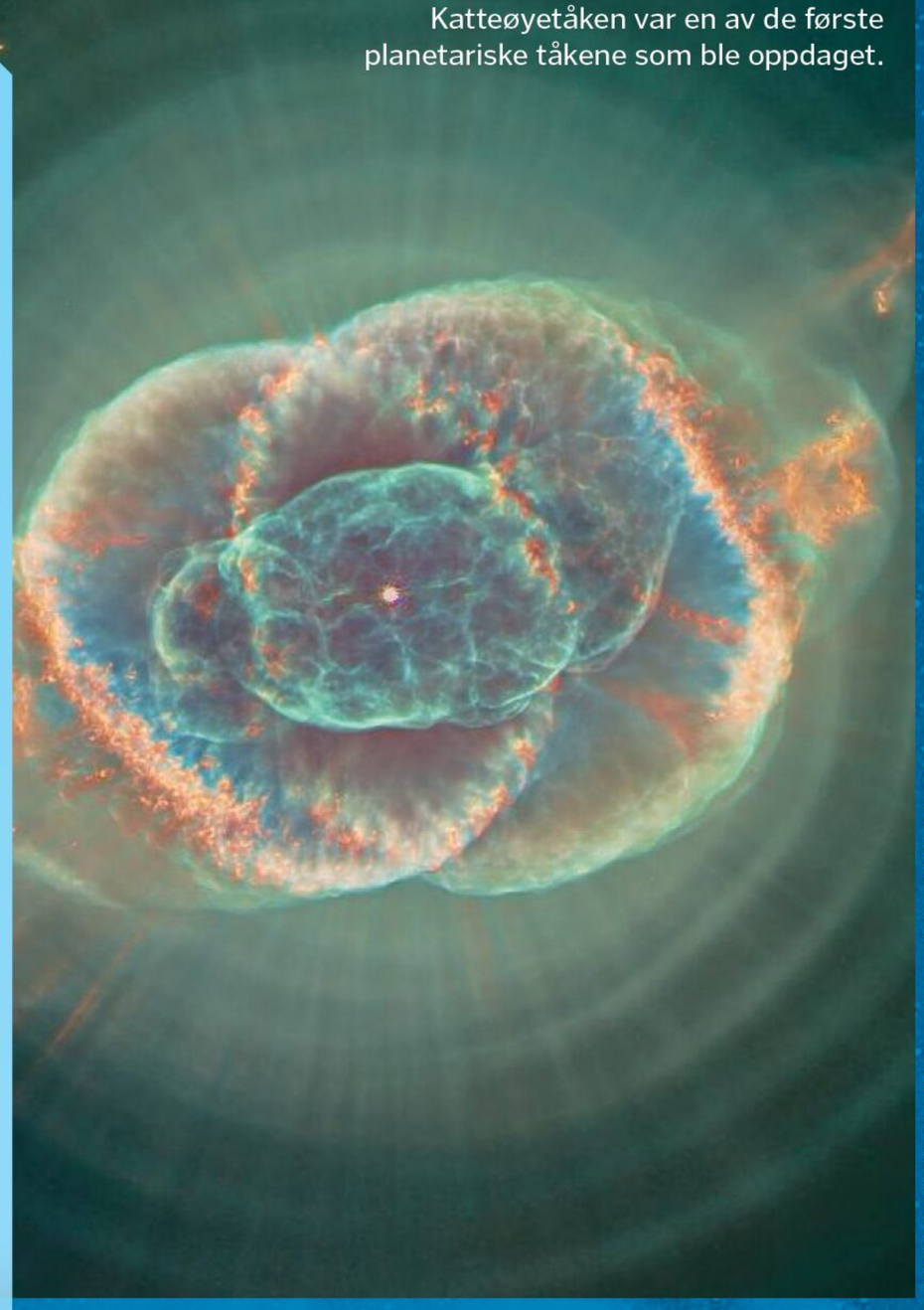
Et døende øye

Den abstrakte ovalen som utgjør denne planetariske tåken, har en lyssterk ball av lys i sentrum som forvandler den til en katts gjennomborende øye. De gjentatte skallene av støv ble dannet av en serie eksplosjoner da stjernen frigjorde gass fra de ytre lagene sine. Tåker kan dannes i en rekke abstrakte former, og denne har likheter med en mystisk kattepupil.

Tåken, som kalles Katteøyetåken (NGC 6543), har rundt elleve ringer. Hver og en ring er en sfærisk boble med en lys ytre kant som skaper øyets omkrets. Da den døende stjernen begynte å eksplodere, kastet den ut innholdet i 1500 års intervaller. For tusen år siden ble den en tåke da den mistet det siste av materialet sitt.

I dag kan øyet ses over Melkeveien i det nordlige stjernebildet Dragen. Dette bildet av tåken har holdt sin form i århundrer og brukes av forskere som en fossilisert oversikt over en av de siste stadiene i denne stjernens liv.

Katteøyetåken var en av de første planetariske tåkene som ble oppdaget.



© NASA, MAST, STScI, AURA and Vicent Peris (OAUV/PTeam)

VERDENSROMMETS SPØKELSESAKTIGE SOUNDTRACK

SKAN FOR Å HØRE!

JUPITERS BRØLENDE BARRIERE

Som det mest massive objektet i solsystemet etter Sola har Jupiter også et kolossalt magnetfelt. Da NASAs romfartøy Juno passerte denne barrieren i 2016, registrerte det et to timer langt brøl da feltet avbøyde solvinden.

KOMETSTØV

Selv de minste støvpartiklene kan være dødelige i rommet. Når de slynger seg gjennom rommet, kan de påvirke hva som helst i deres vei med stor kraft. I 2011 registrerte NASAs Stardust-romfartøy lyden av å bli slått av stein og støv fra kometen Tempel 1.

SATURNS RADIOPLYSTRING

Saturns naturlige radiobølger kan fanges opp som en isolert plystring og gir en hjemsøkende melodi til vinden. Disse bølgene produseres av planetens skiftende magnetfelt.

PLASMA-PERKUSJON

Vi kan kanskje ikke høre lyden av romplasma, men sonder har registrert emuleringen av stormfulle plasmahav. Disse rasende, rytmiske bølgene kan høres gjennom overfloden av ekstremt varm gass i verdensrommet.

SLIK KARTLEGGER VI MELKEVEIEN

Romfartøyet Gaia måler den nøyaktige posisjonen til en milliard stjerner.

Av **Andrew May**

Gaia er kanskje ikke et like kjent teleskop som NASAs Hubble-teleskop, men som rombasert observatorium er dette teleskopet like avansert og like verdifullt for astronomene. Det er ikke beregnet på å ta slike praktbilder av galakser og stjernetåker som Hubble er kjent for. I stedet er det konstruert for å fastslå posisjonene til stjerner og andre himmellegemer mer nøyaktig enn vi har kunnet gjøre før.

Den europeiske romfartsorganisasjonen ESA skjøt opp Gaia 19. desember 2013, ikke til jordbane, men til et fjernere sted som heter «andre Lagrange-punkt», eller L2. Det ligger omtrent 1,5 millioner kilometer borte. Fire ganger avstanden til Månen, i motsatt retning av Sola. Det kan høres ut som et tilfeldig sted å plassere teleskopet, men det er ideelt for et astronomisk observatorium, noe vi skal se på senere.

Gaia kom fram noen uker etter oppskytningen, deretter brukte fartøyet flere måneder på å teste og kalibrere det komplekse settet av instrumenter, før det begynte å foreta seriøse observasjoner i juli 2014. Det var opprinnelig meningen at Gaia skulle vare i fem år, men siden er driftsperioden blitt forlenget til tidligst slutten av 2020, og kan komme til å fortsette enda lenger.



©ESA

Gaias primæroppgave gjelder en astronomisk disiplin som heter astrometri. Det er kunsten å bestemme en stjernes nøyaktige posisjon. Da snakker vi ikke bare om plassen på himmelhvelvingen, men avstanden fra Jorda også. I prinsippet kan avstanden beregnes ved å måle stjernens parallakse – forskyvningen i dens stilling på himmelen når teleskopet følger Jordas bane rundt Sola. Problemet er at den aktuelle vinkelen er svært liten, og mindre blir den jo lenger borte stjernen er. Før den første astrometriske satellitten, Hipparcos som også var i ESAs regi, ble skutt opp i 1989, hadde ikke mer enn 8000 stjerner stor nok parallakse til at teleskoper på bakken kunne registrere dem. Hipparcos femtendoblet det tallet og fikk det opp i nesten 120 000, men det var bare første skritt. Gaia skal måle parallaksen til en milliard stjerner, 8000 ganger flere enn Hipparcos. Dette enorme tallet representerer omtrent én prosent av alle stjerner i Melkeveien. Like viktig er det at utvalget skal være jevnt fordelt over hele

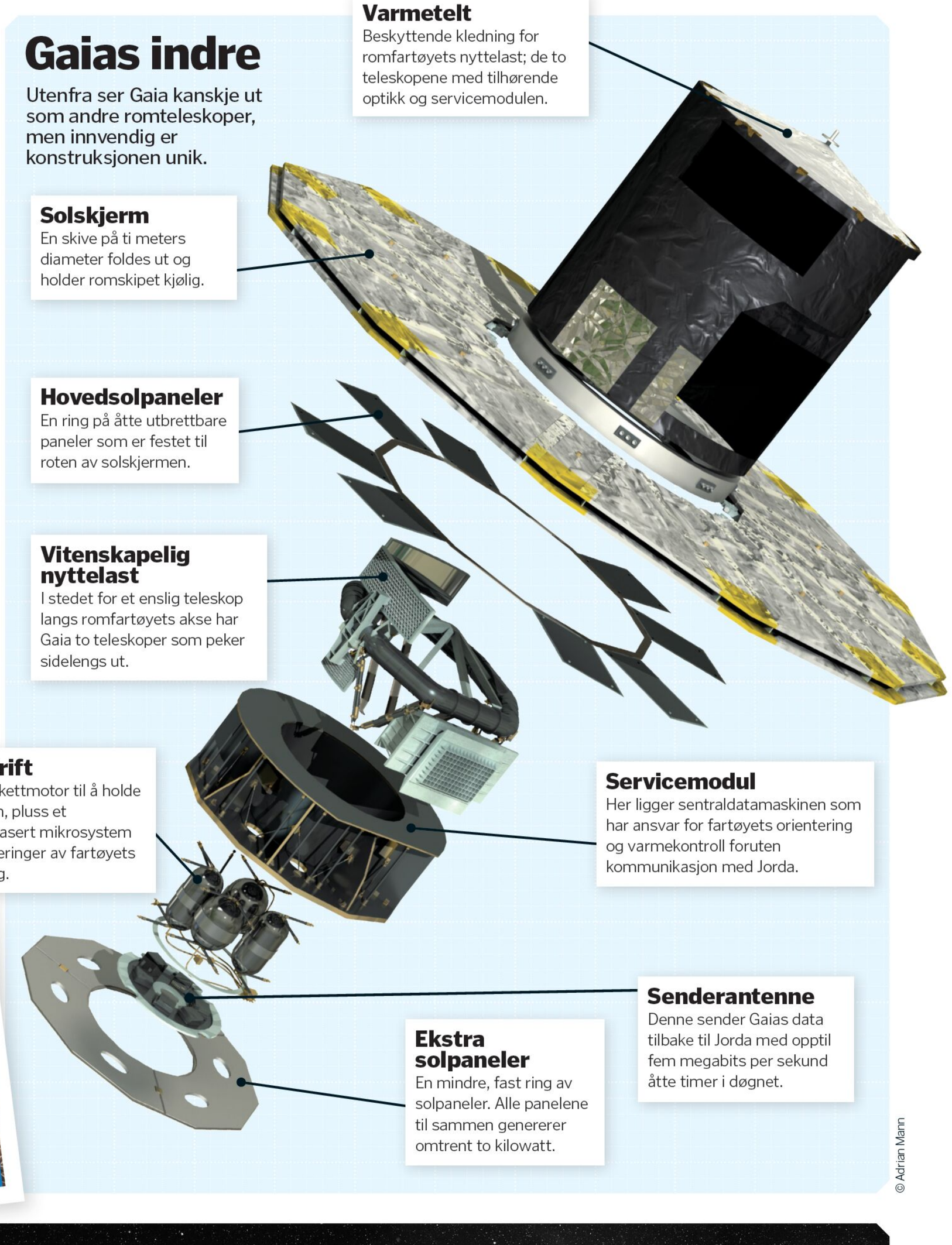


Gaia ble skutt opp med en Sojus-rakett 19. desember 2013.

© ESA

Gaias indre

Utenfra ser Gaia kanskje ut som andre romteleskoper, men innvendig er konstruksjonen unik.



Varmetelt
Beskyttende kledning for romfartøyets nyttelast; de to teleskopene med tilhørende optikk og servicemodulen.

Solskjerm
En skive på ti meters diameter foldes ut og holder romskipet kjølig.

Hovedsolpaneler
En ring på åtte utbrettbare paneler som er festet til roten av solskjermen.

Vitenskapelig nyttelast
I stedet for et enslig teleskop langs romfartøyets akse har Gaia to teleskoper som peker sidelengs ut.

Framdrift
En liten rakettmotor til å holde posisjonen, pluss et kaldgassbasert mikrosystem for finjusteringer av fartøyets orientering.

Servicemodul
Her ligger sentraldatamaskinen som har ansvar for fartøyets orientering og varmekontroll foruten kommunikasjon med Jorda.

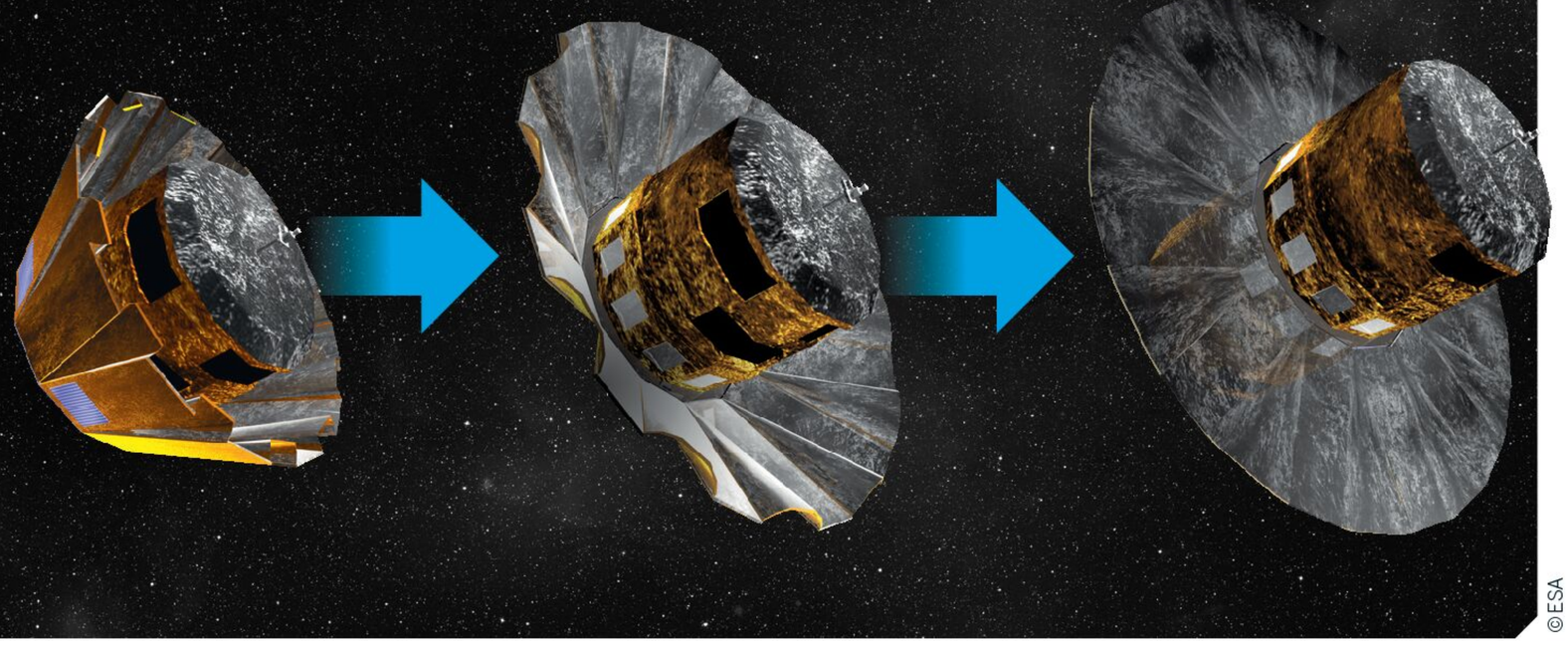
Senderantenne
Denne sender Gaias data tilbake til Jorda med opptil fem megabits per sekund åtte timer i døgnet.

Ekstra solpaneler
En mindre, fast ring av solpaneler. Alle panelene til sammen genererer omtrent to kilowatt.

© Adrian Mann

Utbrettbar solskjerm

Gaias optiske instrumenter må operere i svært lav temperatur, 110 kuldegrader, for å få den ønskede nøyaktigheten i målingene. Samtidig må romfartøyet ligge i direkte solskinn slik at solpanelene kan få nok energi til å drive alt utstyret. For å forene disse motstridende kravene har Gaia en stor, tallerkenformet solskjerm på over ti meters diameter. Den består av tolv hengslede segmenter, og den lå pent sammenbrettet rundt romfartøyet under oppskytningen, før den åpnet seg til operativ stilling da den var trygt ute i rommet.



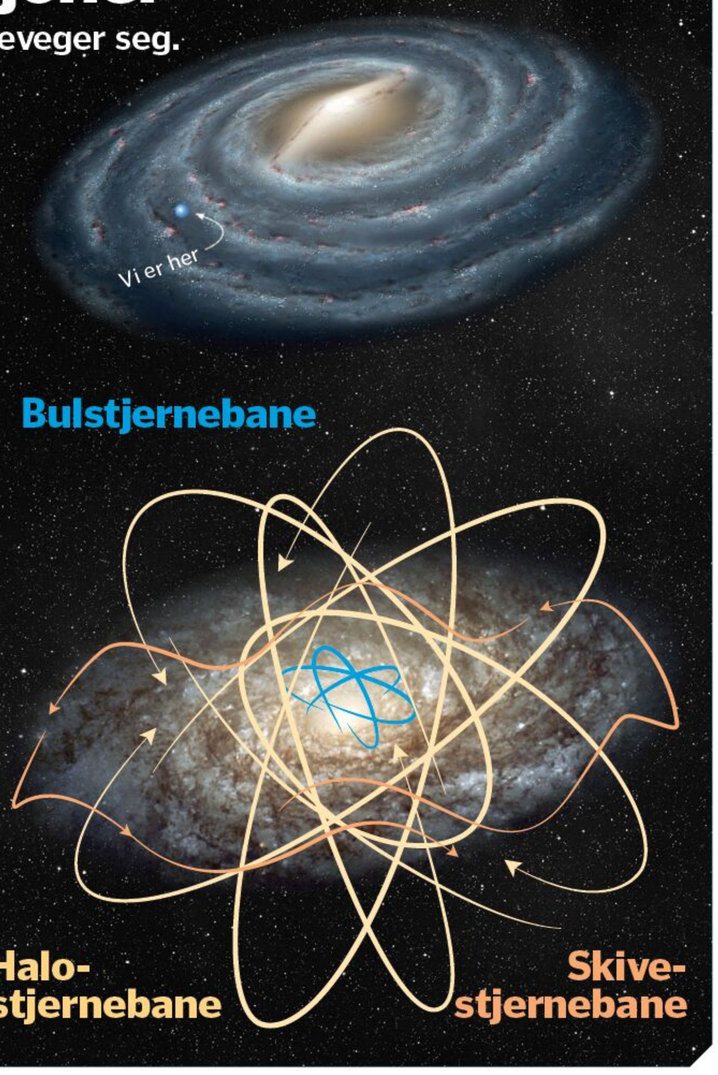
© ESA

Nattehimmelens variasjoner

Det er vanskelig å kartlegge stjernene når de beveger seg.

Gaias viktigste oppgave er å fastslå avstanden til en stjerne ved å måle parallaksen, altså hvor mye stjernen ser ut til å forskyve seg rundt på himmelen i løpet av et år. Om stjerner alltid holdt seg på samme punkt i galaksen, ville den eneste bevegelsen i løpet av den tiden være Gaias årlige kretsløp rundt Sola. Eventuelle tilsynelatende forandringer i stjernens stilling på himmelen måtte skyldes parallaksen og intet annet, og da ville Gaias oppgave vært enkel.

I virkeligheten henger ikke stjerner stille i verdensrommet; det gjør heller ikke vår egen sol. De beveger seg i store kretsløp rundt sentrum av galaksen. I motsetning til planeter i et solsystem beskriver de ikke alltid ryddige sirkler eller ellipser, banene kan være komplekse. Sett fra Gaias perspektiv innebærer det at hver stjerne har sin egen unike «ekte bevegelse» som reflekterer den virkelige ferden gjennom rommet, og den kommer i tillegg til parallaksesvingningen Gaia prøver å måle. Det betyr at Gaia må foreta en hel serie målinger fordelt over mange år for å kunne skille stjernens jevne forflytning (ekte bevegelse) fra de årlige svingningene som skyldes parallaksen.



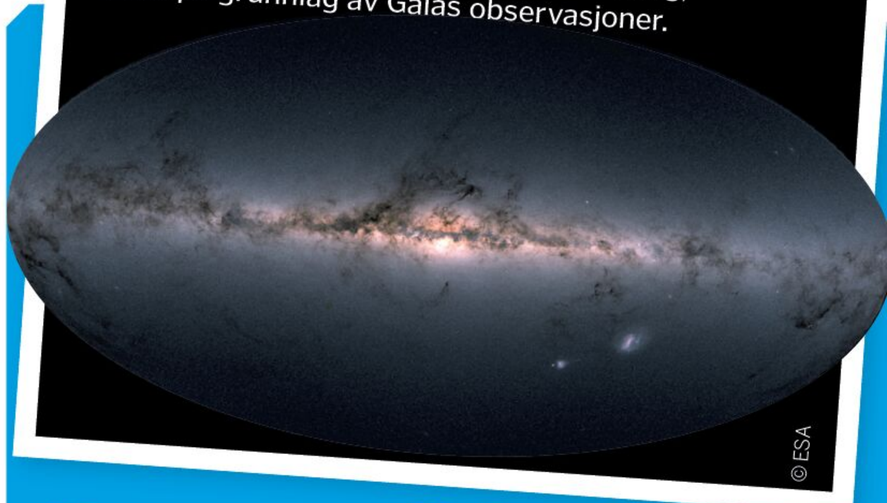
© NASA/ESA



Dette bildet av Gaia før oppskytningen gir et inntrykk av de store dimensjonene.

© ESA

Et bilde av Melkeveien og rommet omkring, skapt på grunnlag av Gaias observasjoner.



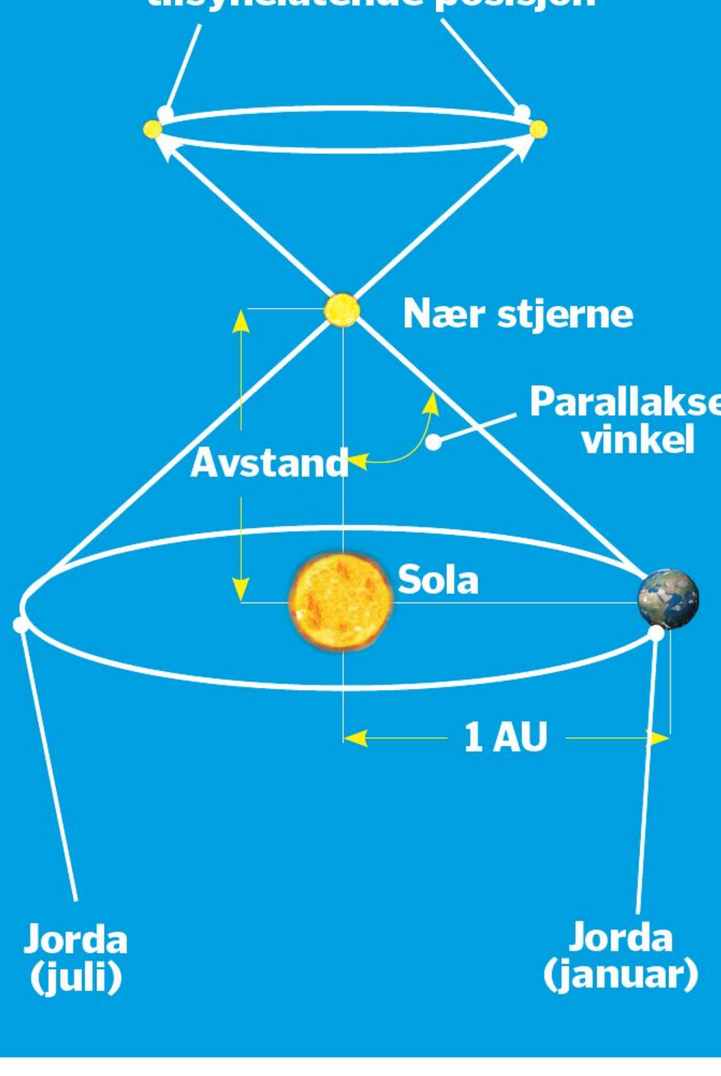
© ESA

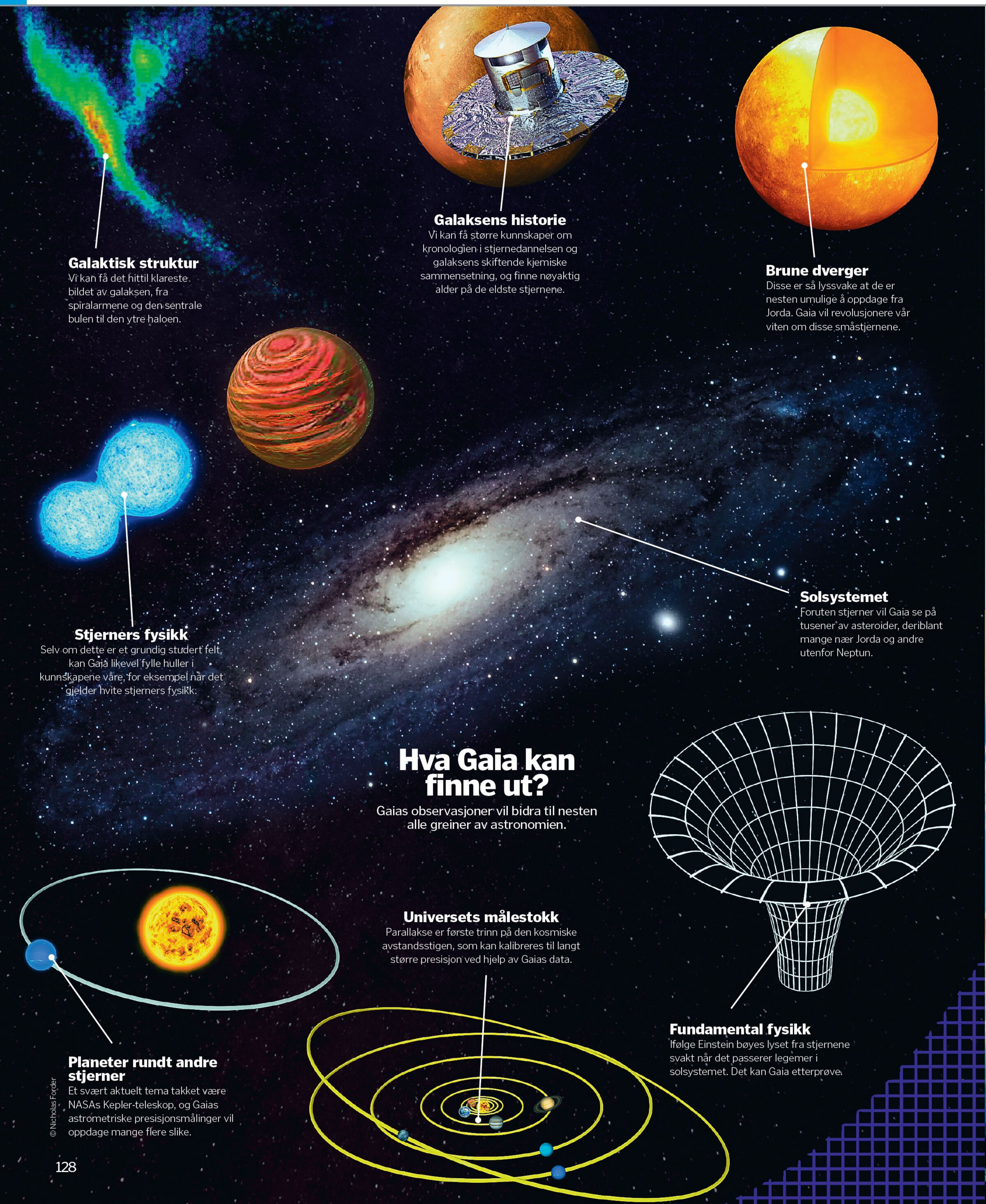
Hva er parallakse?

Parallakse er den mest pålitelige av de forskjellige metodene astronomer bruker til å måle avstander til legemer utenfor solsystemet. Det er basert på det samme prinsippet som når vi ser på en hevet finger vekselvis med høyre og venstre øye. Da ser det ut som om fingeren hopper fram og tilbake mot bakgrunnen, og det er fordi øynene ser den fra hver sin vinkel. Hvis vi måler størrelsen på vinkelforskyvelsen, og vi vet hvor stor avstanden mellom øynene er, kan vi beregne avstanden til fingeren.

Astronomer utnytter samme effekt ved å måle vinkelforskyvningen i en stjernes posisjon på himmelen mellom to stikk motsatte punkter på Jordas bane rundt Sola, med seks måneders mellomrom. Her er det snakk om bittesmå vinkler, mindre enn ett buesekund, og det er like mange buesekunder i en grad som det er sekunder i en time. På grunn av Jordas uklare atmosfære kan bakkebaserte teleskoper bare måle parallakser ned til omtrent et hundredels buesekund, men Gaia arbeider i et mye mer stabilt miljø og kan komme ned i vinkler på et hundretusendels buesekund. Det blir som å se på en femkrone som ligger på Månen.

En nær stjernes tilsynelatende posisjon





Galaktisk struktur
Vi kan få det hittil klareste bildet av galaksen, fra spiralarmene og den sentrale bulen til den ytre haloen.

Galaksens historie
Vi kan få større kunnskaper om kronologien i stjernedannelsen og galaksens skiftende kjemiske sammensetning, og finne nøyaktig alder på de eldste stjernene.

Brune dverger
Disse er så lyssvake at de er nesten umulige å oppdage fra Jorda. Gaia vil revolusjonere vår viten om disse småstjernene.

Stjerners fysikk
Selv om dette er et grundig studert felt, kan Gaia likevel fylle huller i kunnskapene våre, for eksempel når det gjelder hvite stjerners fysikk.

Solsystemet
Foruten stjerner vil Gaia se på tusener av asteroider, deriblant mange nær Jorda og andre utenfor Neptun.

Hva Gaia kan finne ut?

Gaias observasjoner vil bidra til nesten alle greiner av astronomien.

Universets målestokk
Parallakse er første trinn på den kosmiske avstandsstigen, som kan kalibreres til langt større presisjon ved hjelp av Gaias data.

Fundamental fysikk
Ifølge Einstein bøyes lyset fra stjernene svakt når det passerer legemer i solsystemet. Det kan Gaia etterprøve.

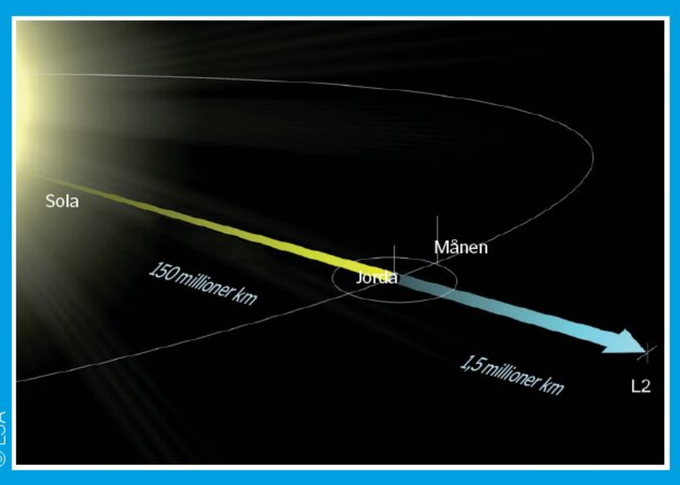
Planeter rundt andre stjerner
Et svært aktuelt tema takket være NASAs Kepler-teleskop, og Gaias astrometriske presisjonsmålinger vil oppdage mange flere slike.

© Nicholas Forder

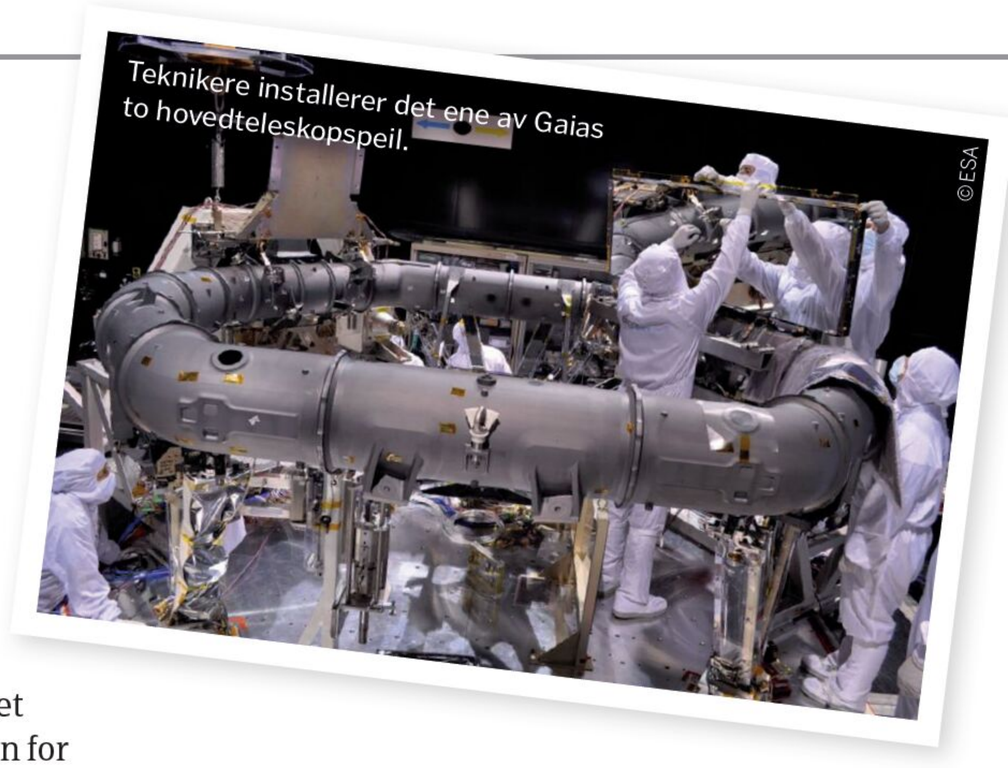
Et bra sted å ha et romteleskop

I likhet med andre romobservatorier må Gaias instrumenter holdes på en nøye regulert temperatur. Det er ikke ideelt å legge observatoriet i jordbane slik som Hubble, for da utsettes det vekselvis for intens sol og dyp skygge. Det kunne vi unngå ved å legge det i sin egen bane rundt Sola slik som NASAs Kepler-teleskop, men da ville det drive lenger og lenger vekk fra Jorda.

Heldigvis finnes det et sted som gir begge alternativenes fordeler. Det heter L2 eller andre Lagrange-punkt. Omtrent én prosent lenger fra Sola enn Jordas bane sammenfaller tyngdekraften fra de to legemene akkurat slik at Gaia kan holde følge med Jorda uten å gå i kretsløp rundt den.



© ESA


Teknikere installerer det ene av Gaias to hovedteleskopspeil.
© ESA

galaksen, ikke begrenses til stjerner i nærområdet, slik tilfellet var med Hipparcos og de tidligere bakkebaserte parallaksemålingene.

Gaia bruker et triks Hipparcos innførte for lettere å kunne måle ufattelig små parallaksevinkler. I stedet for et enslig teleskop har observatoriet to like teleskoper som peker i forskjellig retning. Når man slår sammen de to bildene og behandler dem under ett, behøver man bare å måle stjerners relative posisjoner, ikke de absolutte, og det gjør oppgaven atskillig enklere. ESA går inn for å registrere parallaksen til hver eneste stjerne Gaia ser på; et imponerende mål i seg selv. Men i tillegg har Gaia andre instrumenter som skal brukes på et mindre sett av observerte stjerner, for eksempel for å måle stjernenes hastighet langs siktelinjen ved hjelp av Doppler-forskyvning, foruten en del fysiske egenskaper hos stjerner, som temperatur og kjemisk sammensetning.

Å observere en milliard stjerner kan virke krevende nok, men Gaia skal ikke bare se én eller to ganger på hver enkelt av dem, de skal observeres omkring 70 ganger hver. Det er nødvendig for å få tilstrekkelig nøyaktige målinger av parallaksen, og av stjernens bevegelse gjennom galaksen. Resultatet blir en av de største databasene som noen gang har vært skapt, med over 100 terabyter rådata, og kanskje ti ganger mer når alt er ferdigbehandlet. To porsjoner av resultatet er allerede gjort fritt tilgjengelig, og når alt er fullført, blir det den største og mest komplette galaktiske opptellingen som noen gang har vært gjort.

«Resultatet blir en av de største databasene som noen gang har vært skapt – over 100 terabyter rådata»

Tolke materialet

I løpet av driftstiden skal Gaia sende hundrevis av terabyter data til Jorda. En mekanisk styrt radioantenne ville forstyrre de presise astronomiske målingene, så en elektronisk antenne uten bevegelige deler brukes i stedet. Når NASAs nett av bakkestasjoner har tatt imot rådataene, sendes de til ferdens ekspertgruppe for databehandling og analyse, et team på 450 vitenskapsfolk rundt om i Europa og i andre verdensdeler. Jobben deres, en av de største og mest utfordrende i databehandlingens historie, er å finne vitenskapelig mening i alle rådataene. Når det er gjort, gjøres informasjonen offentlig tilgjengelig omtrent en gang i året.

© ESA

SLIK REDDET JUPITER KLODEN VÅR

Allerede før Jorda ble dannet, avgjorde kjempeplaneten framtiden vår.

Av **Andrew May**

5,2
Jupiters snittavstand (i astronomiske enheter) fra Sola – 780 millioner km.

10
Typisk superjords masse i forhold til Jordas.

0,02%
En femtusendel av Jordas samlede masse er vann.

0
Antall superjorder i solsystemet.

© NASA

Det har lenge vært kjent at solsystemets planeter fortettet seg fra en virvlende sky av gass og støv, den protoplanetariske skiven, som kretset rundt den nydannede Sola. Men bildet er blitt mye klarere i de senere år takket være en kombinasjon av datasimulasjoner og en revolusjon i observasjonsastronomi, noe som betyr at vi nå kan se planetsystemer og protoplanetariske skiver rundt andre stjerner.

Ett resultat er den såkalte Grand Tack-modellen som et vitenskapelig team under NASAs ledelse utviklet i 2011, og som professor Brian Cox nylig åpnet for et større publikum i TV-serien *The Planets*.

Jupiter, den største av de åtte planetene, var den første som dannet seg. Det skjedde for omtrent 4,6 milliarder år siden. Den gangen var planeten nærmere Sola enn den er i dag, omtrent to tredeler av den nåværende avstanden. Men den ble ikke værende der. Den interstellare skiven rundt, som fortsatt var fylt med gass og støv, begynte å suge energi fra den nydannede planeten gjennom en prosess som kan sammenliknes med aerodynamisk motstand.

Det sendte Jupiter i spiral inn til en enda nærmere bane, og den utviklingen stoppet ikke før solsystemets andre planet, Saturn, kom inn i bildet. Saturn kretset lenger fra Sola og trakk Jupiter utover igjen til de to planetene endte i nærheten av sine nåværende baner.

Alt dette skjedde veldig raskt etter astronomiske mål. Det tok omtrent en halv million år, ikke de milliardene av år astronomer vanligvis snakker om. Grand Tack var over før Jorda og de andre solnære steinplanetene i det hele tatt hadde begynt å danne seg. Men framtiden deres var sikret. Jupiters ferd innover i systemet skjøv store mengder løs romstein inn i Sola. De massene kunne ellers ha samlet seg til en indre kjempeplanet. I stedet ble det igjen akkurat nok materiale til å danne Merkur, Venus, Mars og Jorda, og Jorda havnet akkurat passe langt fra Sola til å få overflatetemperaturer i det smale spillerommet hvor liv kunne utvikle seg.

«Alt dette skjedde veldig raskt etter astronomiske mål»



© NASA

En pussig turistplakat NASA lagde til den ugjestmilde superjorda 55 Cancri e.

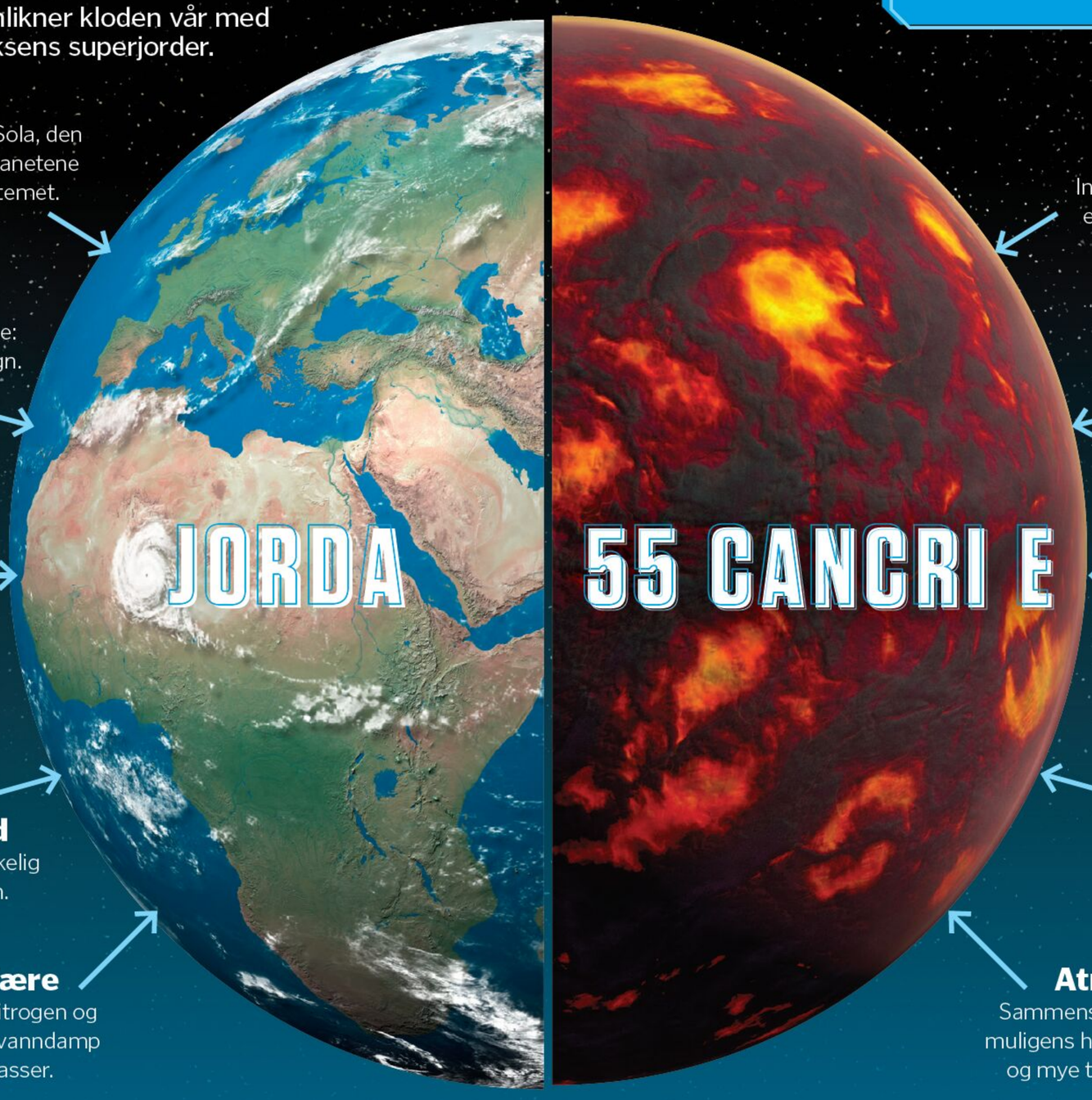
Hvor er superjordene?

Om vi går utenfor vårt eget solsystem og ser på de mange andre planetsystemene som er blitt oppdaget i de senere år, er det tydelig at «superjorder» er vanlige i galaksen. Dette er steinverdener med en sammensetning som minner om Jordas, men de er betydelig større, med opptil dobbelt så stor radius og ti ganger større masse. Superjorder befinner seg ofte svært nær moderstjernen, for eksempel er 55 Cancri e bare en seksdel så langt fra stjernen som Jorda er fra Sola.

Men hvis superjorder er så vanlig, hvorfor har ikke solsystemet en slik? Det er mulig at en begynte å danne seg, men ble revet i stykker av Jupiters tyngdekraft under Grand Tack, og at mesteparten av bruddstykkene falt inn i Sola.

Jorda mot superjord

Vi sammenlikner kloden vår med en av galaksens superjorder.



Jorda
Tredje planet fra Sola, den største av steinplanetene innerst i solsystemet.

Vitale mål
Diameter: 12 700 km; masse: 6 trilliarder tonn; år: 365 døgn.

Indre sammensetning
Godt klarlagt, en tett metallkjerne omgitt av konsentriske steinlag.

Overflateforhold
Snittemperatur 15 grader, rikelig med vann i flytende form.

Atmosfære
Hovedsakelig nitrogen og oksygen, pluss vanndamp og andre gasser.

55 Cancri e
Innerste planet hos 55 Cancri A, en stjerne litt mindre enn Sola.

Vitale mål
Diameter: 23 800 km; masse: 48 trilliarder tonn; år: 0,6 døgn.

Indre sammensetning
Ukjent, men antakelig karbonrik, muligens i form av massiv diamant.

Overflateforhold
Snittemperatur 2300 grader, enorme sjøer av lava i stedet for vann.

Atmosfære
Sammensetning ukjent, men muligens hovedsakelig nitrogen og mye tykkere enn Jordas.

GRAND TACK

Jupiters sikksakkbane gjennom det nyfødte solsystemet

CA. 4,6 MRD ÅR SIDEN: T=0

Jupiter dannes i nærheten av «islinjen» i den protoplanetariske skiven, mellom de indre delene av stein og de ytre av is. De andre store planetene begynner også å fortette seg.

SOLA

Steinasteroider

JUPITER

SATURN

T = 70 000 ÅR

Motstanden i det protoplanetariske materialet får Jupiter til å vandre innover og skyve mye av steinmaterialet inn i Sola.

T = 100 000 ÅR

Saturn følger Jupiter innover, innhenter den nesten og stanser begges innoverbevegelse. Da trekkes enkelte isasteroider inn i det indre solsystemet.

T = 300 000 ÅR

Jupiter og Saturn vandrer utover igjen og etterlater en blanding av løst steinmateriale og løs is som vil danne de indre planetene.

T = 500 000 ÅR

Mot slutten av Grand Tack er Jupiter nær sin nåværende plass, men de ytre planetene er mye nærmere Sola enn i dag.

CA. 4,5 MRD ÅR SIDEN

Nå har også de indre planetene dannet seg, og de ligger nær sine nåværende plasser. Etter en halv milliard år til vil Uranus og Neptun vandre utover til sine endelige plasser.

MERKUR VENUS JORDA MARS

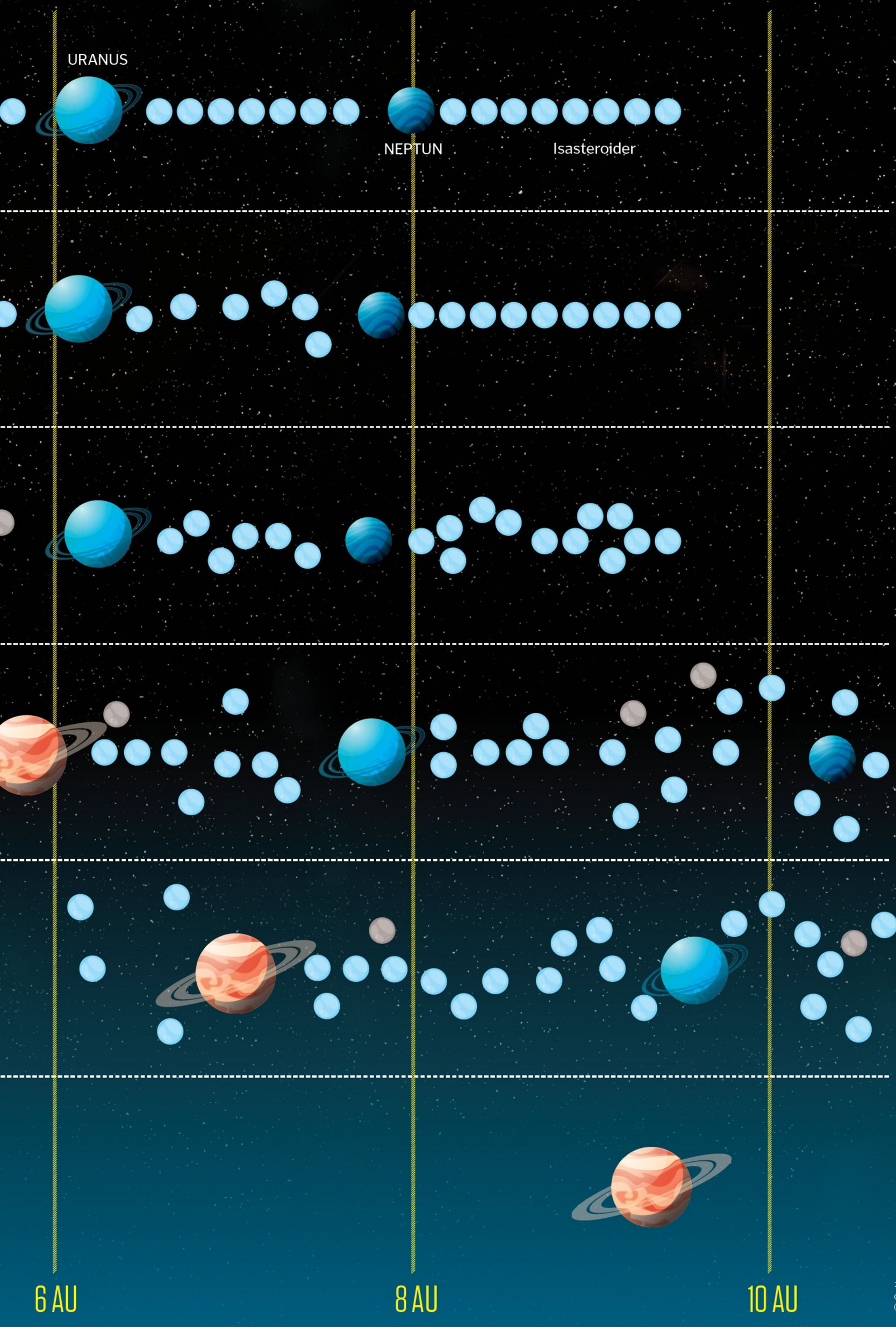
2 AU

4 AU

1364
Antall superjorder oppdaget av Kepler-teleskopet.

22000
Antall asteroider som traff Jorda under LHB-bombardementet.

3,5
Forholdet mellom Jupiters største og minste avstand til Sola.



© Getty

Hva skjedde etterpå i solsystemet?

Omtrent en halv milliard år etter Grand Tack og etter at alle de åtte planetene var dannet, opplevde solsystemet en ny dramatisk planetvandring. Den begynte da kretsløpene til de to største planetene ble låst til hverandre slik at Saturn gjorde én runde rundt Sola for hver annen runde Jupiter gjorde. Dette kalles resonans, og det skapte en gravitasjonsmessig ustabilitet som holdt på å lage kaos i det ytre solsystemet. Uranus og Neptun, som opprinnelig hadde dannet seg like utenfor Saturns bane, ble i løpet av noen millioner år slengt ut i de langt fjernere banene hvor vi ser dem i dag.

De indre planetene kom heller ikke upåvirket fra episoden. Banene deres ble ikke forstyrret så mye, men den mektige uroen lenger ute sendte en enorm sverm av asteroider innover og skapte det vi kaller det «sene storbombardementet», LHB, der tusener av steinlegemer rammet Jorda og naboklodene.



Slik fikk Jorda vann

Da Jorda dannet seg, var den så het at eventuelt vann raskt ville kokt bort. Men i dag er kloden dekket av hav, og vann er avgjørende for livet som florerer på overflaten. Vitenskapen tror at det meste av dette vannet kom fra isasteroider som braste inn i Jorda da den var ung, da solsystemet hadde mange flere smålegemer enn det har nå. Også her spilte Jupiter en avgjørende rolle i å skape den Jorda vi har i dag. Det var tyngdekraften til denne kjempeplaneten som destabiliserte kretsløpet i det ytre solsystemet og skapte LHS-bombardementet, og det var nok da mesteparten av vannet vårt kom.



© NASA

Den unge Jorda ble bombardert av asteroider som kan ha ført med seg mye av klodens vann.

10 KOSMISKE GÅTER

Universet vårt er fullt av underlige gåter, og vi har ikke alle svarene. Her ser vi på vitenskapen bak de mest spennende fenomenene.

Å svare på spørsmål og løse gåter har vært drivkraften bak astronomi i tusenvis av år. Men ofte ser det ut til at for hvert mysterium som løses, dukker det opp et nytt. I dag tror astronomer at de har en ganske god forståelse av hvordan universet vårt fungerer, inkludert prosesser i stjernenes livssyklus til galaksenes utvikling, og det er absolutt sant at vi vet mye mer enn vi gjorde for et århundre siden. Men det er fortsatt mange løse tråder, og nye dukker opp hele tiden.

Noen av disse mysteriene er funn som kan se ut til å bryte med våre allerede etablerte forklaringer på hvordan universet fungerer. Vi kan selvfølgelig ikke være sikre før disse gåtene er løst, men ofte er det bare et spørsmål om tid. Når et merkelig og mystisk objekt som den «umulige stjernen» SDSS J102915+172927 eller den rektangulære galaksen LEDA 074886 viser seg for oss, kan forskere samarbeide og ta i bruk et stort utvalg av observasjonsteknikker for å lære mer om det og forstå hvorfor de nye funnene bryter med det vi allerede tror.

Andre funn krever litt mer tålmodighet. For eksempel vil nye bilder av Uranus' måne Miranda helt sikkert avsløre mer om planetens turbulente historie, men det er dessverre lite sannsynlig at vi sender en romsonde dit med det første. Det samme gjelder Solas korona som har vært et mysterium for oss i mange år, og vil fortsatt være det inntil det utvikles nye teknikker og romfartøy for å studere det. Så har vi mørk materie, som hele kosmos er fullt av, og det fortsetter å skape hodebry for forskerne.

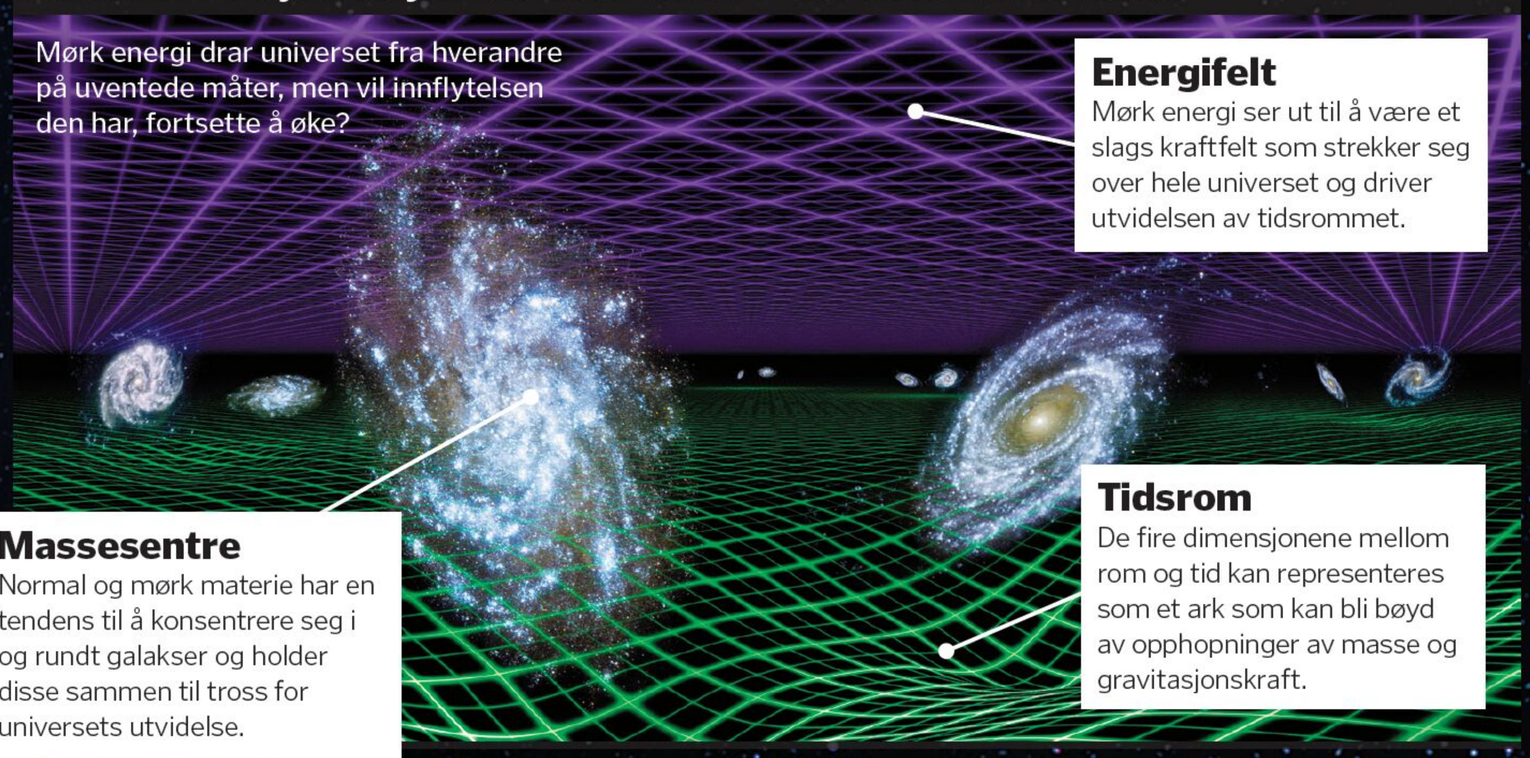
Kanskje er de mest spennende mysteriene dem som kommer helt ut av det blå, for eksempel mørk energi som akselererer universets utvidelse. For tretti år siden visste ikke astronomene engang at dette var en gåte som skulle løses, men nå er mørk energi et av de største temaene i fagfeltet. Funn som dette vil uten tvil bli forklart i framtiden, og det vil bidra til å fremme vår forståelse av universet og vår plass i det.

1 Mye av universet mangler

Astronomer har prøvd å løse et mysterium som langt på vei plukker fra hverandre det vi tidligere trodde vi visste om kosmos. Vi trodde en gang at universet ble dominert av to stoffer: «vanlig» materie, materie som samhandler med lys og andre former for stråling og som vi omgir oss med hver dag, og usynlig «mørk» materie, som er gjennomsiktig for lys og hvor materiens tilstedeværelse bare er synlig gjennom dennes gravitasjonskraft.

Men på slutten av 1990-tallet kom kosmologer over en uventet oppdagelse: Universets utvidelse, som burde avta på grunn av gravitasjonskraften fra all materien som universet inneholder, øker i hastighet. Bevisene for dette kommer fra fjerne supernovaeksplosjoner i galakser milliarder av lysår fra Jorda. De ser svakere ut enn vi forventer hvis vi stoler på tidligere modeller for den kosmiske utvidelsen.

Fenomenet som står bak utvidelsen, kalles mørk energi og ser ut til å omfatte svimlende sytti prosent av universet. Ingen vet nøyaktig hva mørk energi er, men kanskje det mest spennende og foruroligende aspektet med funnet er at mengden ser ut til å øke. Inntil for rundt 7,5 milliarder år siden var utvidelsen avtagende. Men så overvant mørk energi styrken til gravitasjonskraften, og utvidelsen tok seg opp igjen. Hvis mengden av mørk energi fortsetter å øke, spår noen at universet kan ende i en «big rip» (en stor revne) mange milliarder av år fram i tid. Da har mørk energi blitt så kraftig at galakser, stjerner og til og med individuelle partikler blir revet fra hverandre.



2 Opprinnelsen til kosmisk stråling

Kosmisk stråling er partikler fra verdensrommet med høy hastighet og høy energi som vi vanligvis oppdager via de mindre energiske partiklene de produserer når de kommer inn i Jordas øvre atmosfære. Astronomer deler dem inn i flere klasser basert på hastighet og energi, og de fleste ser ut til å stamme fra fjerne supernovaer. Kanskje er de mest utfordrende kosmiske strålene dem med ultrahøy energi, bitte små partikler som kan bære samme mengde energi som en tennisball som beveger seg i hundre kilometer i timen.

I noen år syntes det mest sannsynlige opphavet til partikler med ultrahøy energi å være gammaglimt. Dette er enorme utbrudd av energi knyttet til døende stjerner eller kolliderende sorte hull, men studier som brukte IceCube Neutrino Observatory, en partikkeldetektor som er gravd ned under Antarktis, klarte ikke å finne de forutsagte nøytrinopartiklene som ville være knyttet til dette opphavet. Så hvis gammaglimt ikke er kilden til strålene med høyeste energi, hva er da forklaringen? Astronomer vurderer ideen om at de er dannet av naturlige partikkelakseleratorer rundt supermassive sorte hull i fjerne aktive galakser.



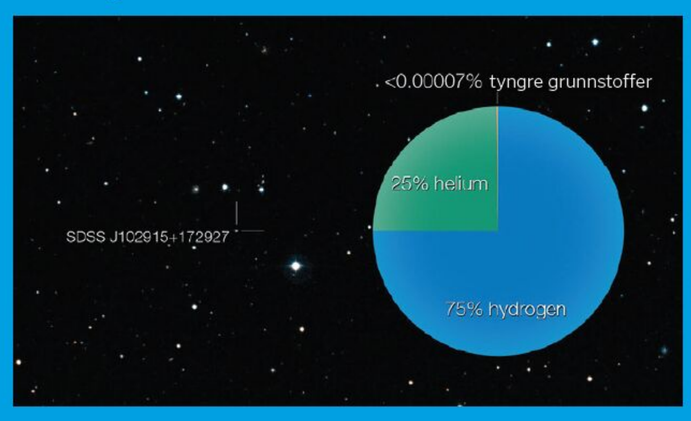
Hvis eksploderende stjerner eller sorte hull som kolliderer, ikke kan produsere kosmiske stråler med høy energi, må astronomer finne et enda kraftigere fenomen ...

3 Umulige stjerner

I 2011 gjorde forskere ved European Southern Observatory en underlig oppdagelse i form av SDSS J102915+172927, eller Caffaus stjerne, en stjerne omtrent 4500 lysår fra Jorda, i stjernebildet Løven. Denne stjernen har en masse på omtrent fire femdeler av Sola og består nesten utelukkende av hydrogen og helium, de to letteste grunnstoffene i universet. Til sammen utgjør det rundt 99,99993 prosent av hele sammensetningen, mens tyngre grunnstoffer som metaller nesten er helt fraværende.

En slik ren, lett stjerne må ha blitt dannet for over 13 milliarder år siden, av de kosmiske materialene som var igjen etter det store smellet. Problemet er at ifølge aksepterte modeller for stjernedannelse skulle den aldri ha blitt født.

For å produsere nok gravitasjonskraft til å kollapse og danne en stjerne tror astronomer at en protostellar sky enten må ha en betydelig mengde tyngre metaller eller en større totalmasse. Små stjerner med lav tetthet som denne burde rett og slett ikke eksistere.

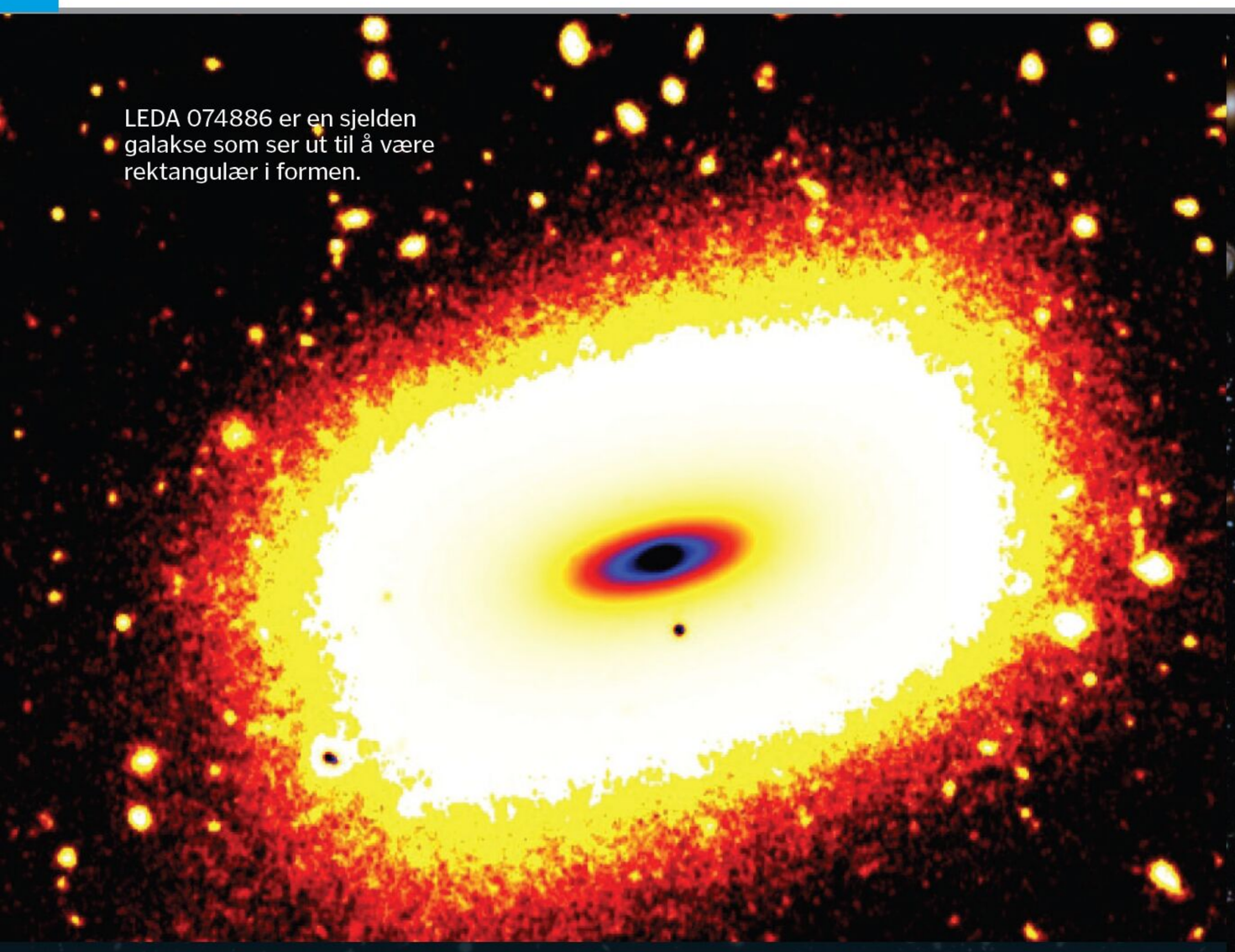


4 Miranda-mysteriet

Da Voyager 2 fløy forbi Uranus i 1986, ble alle overrasket av nærbildene av planetens nærgående måne Miranda. Denne lille månen viser mange forskjellige overflatetrekk som ser ut til å bryte regelen om at mindre himmellegemer ikke viser geologisk aktivitet. Astronomer ga den raskt kallenavnet Frankenstein-månen, siden den ser ut til å ha blitt brutt opp og satt sammen igjen, kanskje i et interplanetarisk sammenstøt for lenge siden. Men det er et problem med denne teorien: Miranda går i bane så nær Uranus at hvis den hadde brutt opp fullstendig, kunne den ikke ha trukket seg sammen igjen. I stedet tror nå noen forskere at den ble omformet av ekstreme tidevannskrefter.



Mirandas lappeteppeutseende er bevis på en turbulent fortid, men ble den virkelig brutt fra hverandre og satt sammen på nytt?



LEDA 074886 er en sjelden galakse som ser ut til å være rektangulær i formen.

5 Rektangulære galakser

Ifølge tyngdeloven følger stjernene alltid en elliptisk bane på grunn av tyngdekraften. I store grupper danner de derfor enten flate, skiveliknende spiralgalakser eller kuleformede elliptiske galakser. En rektangelform med sine skarpe hjørner skal være fysisk umulig, men likevel har astronomer funnet flere galakser med tilsynelatende rektangulære trekk. For eksempel er LEDA 074886 i stjernebildet Eridanus en kompakt, rektangulær galakse som befinner seg i en nærliggende galaksehop. Det store spørsmålet er om formen er en langvarig struktur eller en kortvarig tilfeldighet. Astronomer som har studert galaksen med det gigantiske japanske Subaru-teleskopet, tror den siste forklaringen er mer sannsynlig. De tror at en kollisjon og sammenslåing mellom to galakser kan ha spredt de ytterste stjernene til deres nåværende boksliknende fordeling og utløst en bølge av stjernedannelse i det nye galaksesenteret.

6 Den vandrende planet

I henhold til standarddefinisjonen er en planet et objekt i bane rundt en stjerne, dannet av rusk som ble til overs i kjølvannet av stjernefødselen. Så hvordan ender noen planeter med å sveve alene gjennom verdensrommet, langt fra noen stjerner? Astronomer har oppdaget flere av disse, hvorav den nærmeste og mest spennende går under katalognavnet til CFBDSIR J214947.2-040308.9.

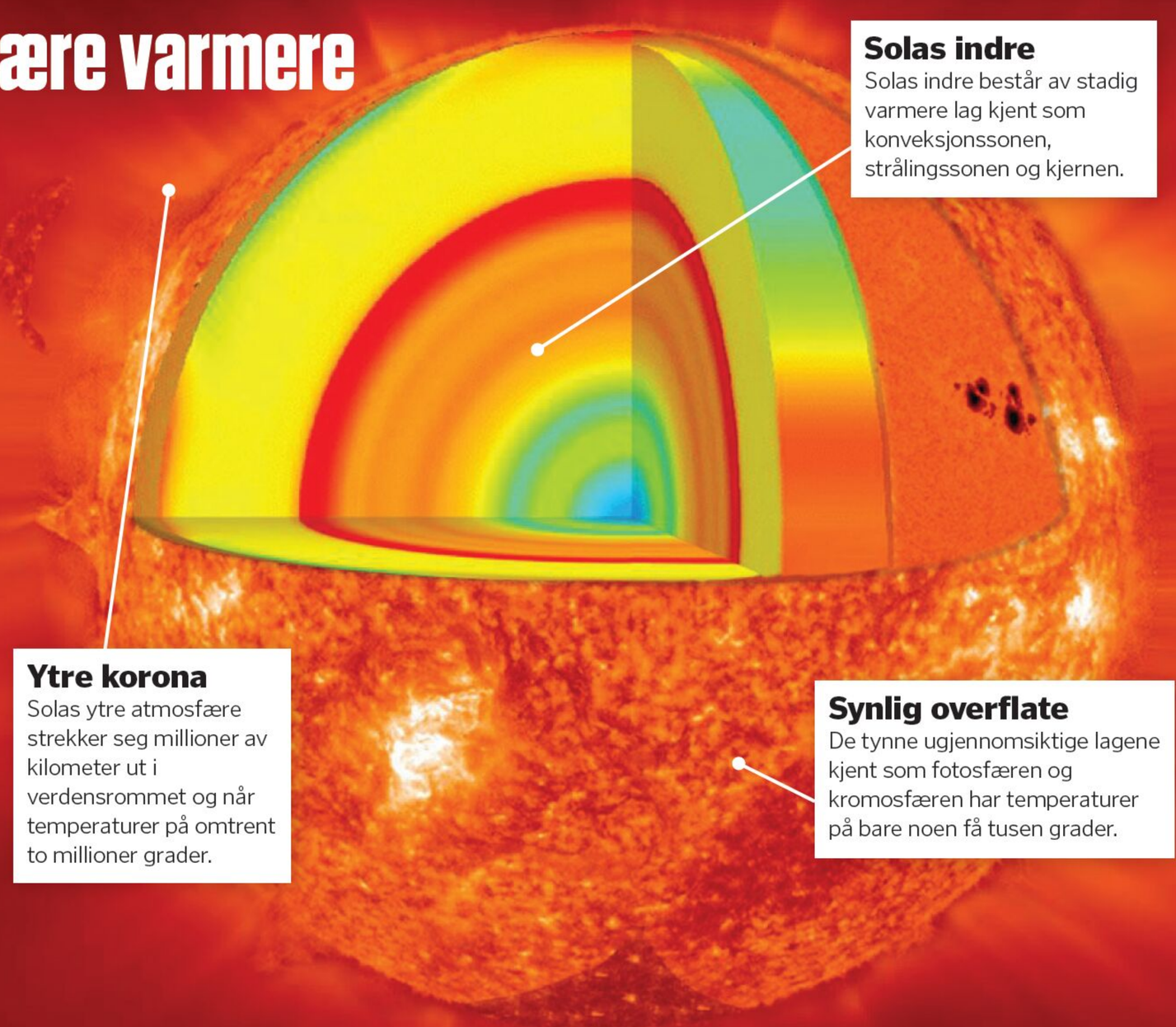
Denne vandrende planeten, som først ble oppdaget i 2012, befinner seg rundt 100 lysår unna i AB Doradus-gruppen, en hop av unge stjerner. Med en overflatetemperatur på rundt 400 grader er den sannsynligvis en gassplanet som er mye tyngre enn Jupiter, enten fremdeles varm fra dens dannelse eller kanskje på grunn av en egen indre energikilde drevet av gravitasjonssammentrekning. Planeten er for langt unna en stjerne til å skinne ved å reflektere lys, men ble oppdaget takket være den infrarøde gløden fra overflaten. Som med alle vandrende planeter er ikke astronomer sikre på om den startet livet i bane rundt en stjerne før den ble kastet ut i verdensrommet, kanskje i et nært møte med en annen stjerne, eller om planeten ble dannet uavhengig av en stjerne i samme tåke som den omkringliggende stjernehopen. I det siste tilfellet er det ikke en planet, men en liten «brun dvergstjerne».

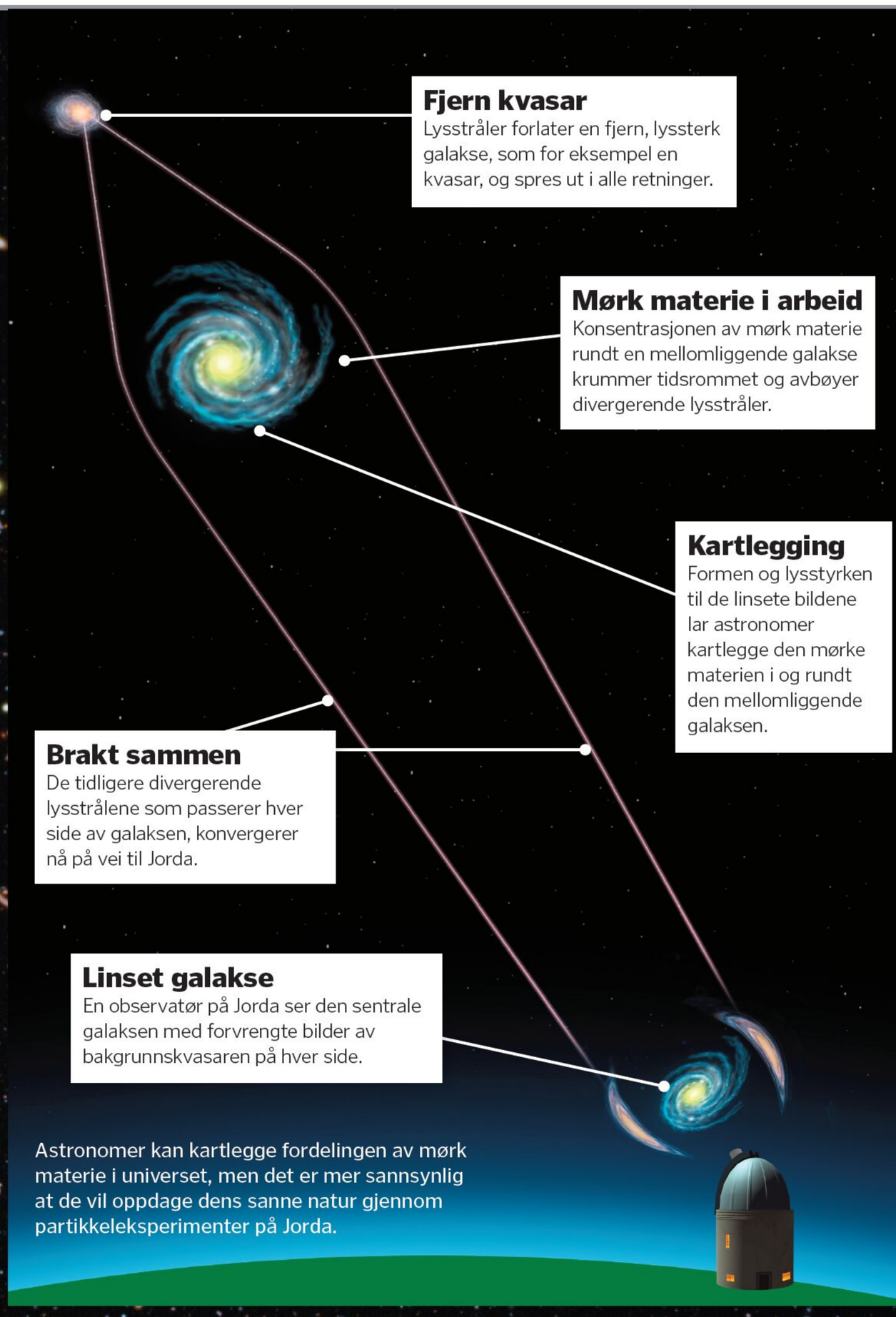


Denne vandrende planeten, som svever midt i AB Doradus-hopen, gir astronomer et sjeldent innblikk i en planet langt fra noen stjerner.

7 Solas korona skal ikke være varmere enn overflaten

Solas synlige overflate er et av de kaldeste områdene på Sola, med en gjennomsnitts-temperatur på rundt 5500 grader. Selv om det ikke er noen overraskelse at temperaturene inn mot kjernen stiger til rundt 15 millioner grader, er det et faktum at Solas tynne ytre atmosfære, koronaen, som bare er synlig fra Jorda under en solformørkelse, raskt stiger til rundt to millioner grader. Denne enorme temperaturøkningen skjer i en slags overgangsregion som er omtrent hundre kilometer tykk, og solfysikere er fremdeles ikke sikre på hva det skyldes. De mest framtredende teoriene er sjokk forårsaket av lydbølger som beveger seg over overflaten, og «nanoflares», utbrudd av energi som frigjøres når Solas magnetiske felt endres. Fototeknologien om bord på NASAs Solar Dynamics Observatory er med på å kartlegge begge disse fenomenene i enestående detalj, og det kan snart gi noen definitive svar på denne gåten. Parker Solar Probe ble skutt opp i 2018 og vil også inspisere koronaen.





Astronomer kan kartlegge fordelingen av mørk materie i universet, men det er mer sannsynlig at de vil oppdage dens sanne natur gjennom partikkeleksperimenter på Jorda.

8 Jakten på mørk materie

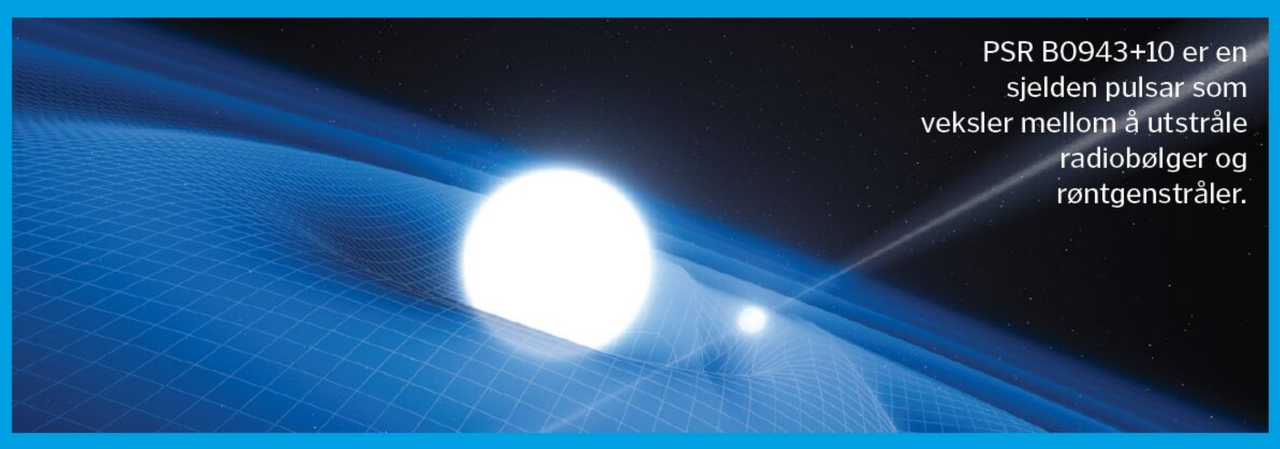
Siden 1930-tallet har astronomer forstått at det er mye mer i universet enn bare materien vi kan se. «Vanlig» materie kan ikke unngå å samhandle med lys og andre former for elektromagnetisk stråling: Stjerner avgir synlig lys, varm gass avgir røntgenstråler, og selv det kaldeste materialet i universet avgir radiobølger og infrarødt lys, og tåker av vanlig materie absorberer også stråling som går gjennom dem. Men det er en annen type materie som ignorerer lys fullstendig, såkalt «mørk materie». Den er ikke bare mørk, men helt gjennomsiktig for alle typer stråling. Den avslører seg bare gjennom tyngdekraften den utøver på synlige objekter rundt seg, for eksempel ved å påvirke stjernenes bane i galakser og galaksenes bevegelse i galaksehoper. Nylig har astronomer også utviklet teknikker for å kartlegge fordelingen av mørk materie gjennom gravitasjonslinser, det vil si store konsentrasjoner av materie som endrer retningen til forbipasserende lysbølger.

Forskere har funnet at det finnes seks ganger så mye mørk materie som vanlig materie. Men hva er den laget av? Før antok astronomene at noe av den kan komme fra massive kompakte halo-objekter, eller MACHO-er, det vil si vanlig materie i former som er for mørke og svake til å oppdages, som enslige planeter og sorte hull. Men etter hvert som teleskopene våre har blitt bedre, har det blitt klart at disse objektene ikke eksisterer i store nok mengder. I stedet tror nå kosmologer at mørk materie i stor grad består av svakt samvirkende massive partikler, forkortet til WIMP-er. Dette er eksotiske subatomære partikler som ikke interagerer med stråling eller vanlig materie, men som har betydelig masse. Men hva WIMP-er faktisk er, jobber man fortsatt med å finne ut.

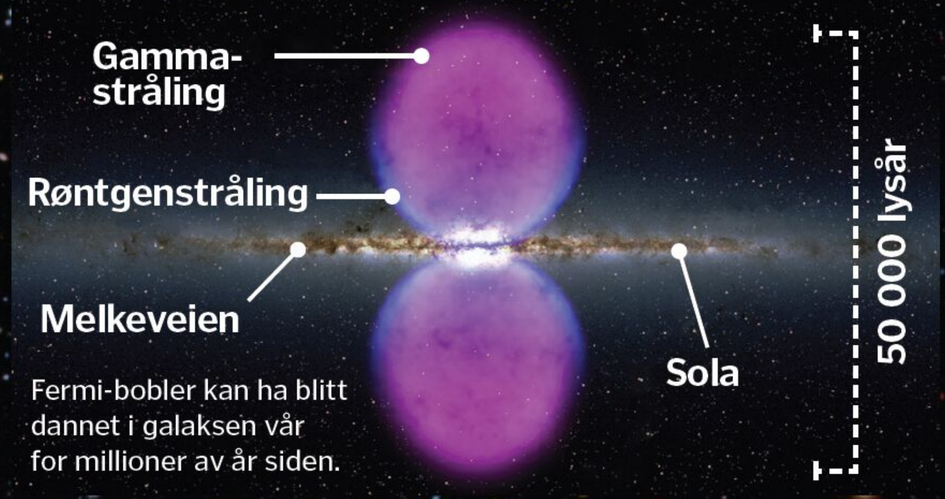
9 Uforutsigbare pulsarer

Pulsarer regnes som de mest pålitelige klokkene i universet. Disse kollapsede nøytronstjernene er de supertette kjernene til forhenværende massive stjerner som for lenge siden eksploderte som en supernova. De sender intense stråler ut i verdensrommet langs sine kraftige magnetfelt og skaper et kosmisk fyrtårn som ser ut til å slå seg av og på mange ganger i sekundet fra vårt synspunkt på Jorda. De fleste pulsarer sender ut røntgenstråler, radiobølger eller begge deler. Men tidlig i 2013 oppdaget astronomer en unik pulsar kjent som PSR B0943+10. Denne pulsaren veksler på å avgi stråler i radio- og røntgenbølge-lengder og skifter fra en type stråling til den andre på bare noen få sekunder.

Kanskje er denne oppførselen knyttet til «stjerneskjelvene» på nøytronstjernens overflate, som astronomer mener også kan forårsakes av at pulsarens periode endrer hastighet, eller det kan være noe rart som foregår.



PSR B0943+10 er en sjelden pulsar som veksler mellom å utstråle radiobølger og røntgenstråler.



Fermi-bobler kan ha blitt dannet i galaksen vår for millioner av år siden.

10 Galaktiske bobler

To bobler av supervarm gass strekker seg over og under galaksen vår, Melkeveien. Disse Fermi-boblene ble funnet i 2010 av Fermi Gamma-ray Space Telescope og er noen av de største strukturene i vår del av universet. Men hvordan ble de dannet? Boblene har skarpe ytterkanter og er hule på innsiden, noe som tyder på at de utvider seg fra ett enkelt opphav i en hendelse som kanskje inntraff for millioner av år siden. En teori er at de er restene av sjokkbølger som ble generert da sentrum av galaksen vår gikk gjennom en svært aktiv periode med stjernedannelse etterfulgt av en bølge av supernovaer. Den andre teorien er at boblene ble kastet ut som følge av aktivitet fra galaksens normalt sovende, sentrale supermassive sorte hull.

© NASA; SPL; ESO; ESA; AWM Graham


FACE "F"
C FRONT 90
ISSUED



SOLAS KRAFT

Sola er livskraften som holder Jorda i live. Klarer vi å gjenskape denne grunnleggende energikilden på Jorda?

Tekst av **Laura Mears**

Sola er solsystemets kraftverk, og denne gigantiske fusjonsreaktoren er livsviktig for livet på Jorda. Nesten hver organisme på planeten er avhengig av vår nærmeste stjerne. Solas puls avhenger av det minste og letteste grunnstoffet i universet, hydrogen, og en reaksjon kalt proton-proton-kjeden.

Hydrogenatomer er så enkle som det går an å få det. Den grunnleggende versjonen har et positivt ladet proton som kjerne, og rundt det går et negativt ladet elektron i bane. Normalt holder atomer avstand til hverandre ved at de positive ladningene i kjernene deres frastøter hverandre, som like poler på en magnet. Men innerst i Sola er temperaturen og trykket intenst. Atomene der beveger seg så raskt at de overvinner de frastøtende atomkreftene, og kolliderer med hverandre i høy hastighet. Når disse kollisjonene skjer, kan kjernene slå seg sammen.

Kjernefusjon foregår i trinn og starter med en kollisjon mellom to protoner. Når denne kollisjonen skjer, spytter et proton ut et positron (et positivt ladet elektron) og et nøytrino (et elektron uten lading). Når disse to partiklene forsvinner, blir et proton til et nøytron, og paret danner en tyngre isotop av hydrogen kalt deuterium.

Neste trinn skjer når deuteriumet treffer et annen proton. Denne fusjonen frigjør et utbrudd av gammastråling og skaper en ny type atom, en lett versjon av helium kalt helium-3. Nå som atomet har to protoner og ett nøytron, er dette atomet klart for sluttfasen av fusjonsprosessen.

Når to helium-3-atomer kolliderer, smelter de sammen for å lage en alfapartikkel (helium-4). Denne partikkelen inneholder to protoner og to nøytroner, akkurat som en normal heliumkjerne. De resterende to protonene skyter av sted, klare til å gå gjennom syklusen på nytt.

© Illustration by Nicholas Forder

Men hvordan produserer denne prosessen energi? For å forstå Solas kraft må vi se på likningen til en av de største forskerne som noensinne har levd: Albert Einstein. I sin spesielle relativitetsteori forklarte Einstein at masse og energi er det samme, og at den ene kan bli til den andre. Hans berømte likning, $E = mc^2$, beskriver forholdet deres. Energien (E) til et objekt er lik dens masse (m) multiplisert med kvadratet av lysets hastighet (c). Dette er forholdet som driver atomreaktoren i sentrum av stjernen vår.

Heliumkjernene som Sola produserer, har mindre masse enn hydrogenkjernene som produserte dem. Når atomene smeller sammen, slipper en liten del av massen unna, mindre enn én prosent. Det kan høres veldig lite ut, men et raskt tilbakeblikk på Einsteins likning forklarer hvordan atomfusjon produserer så mye kraft. Lysets hastighet er 299 792 458 meter per sekund, så det tar bare en liten frigjøring av masse for å slippe ut en enorm mengde energi.

Sola har omgjort masse til energi i mer enn fire milliarder år, og den har allerede brent mye drivstoff. Hvis du så på kjernen i dag, vil du oppdage at rundt 62 prosent av hydrogenkjernene allerede har smeltet sammen til å bli helium. Det er imidlertid mye hydrogen igjen, og prosessen skjer sakte, noe som er heldig for oss, fordi nesten alt liv på Jorda er avhengig av Sola for å overleve.

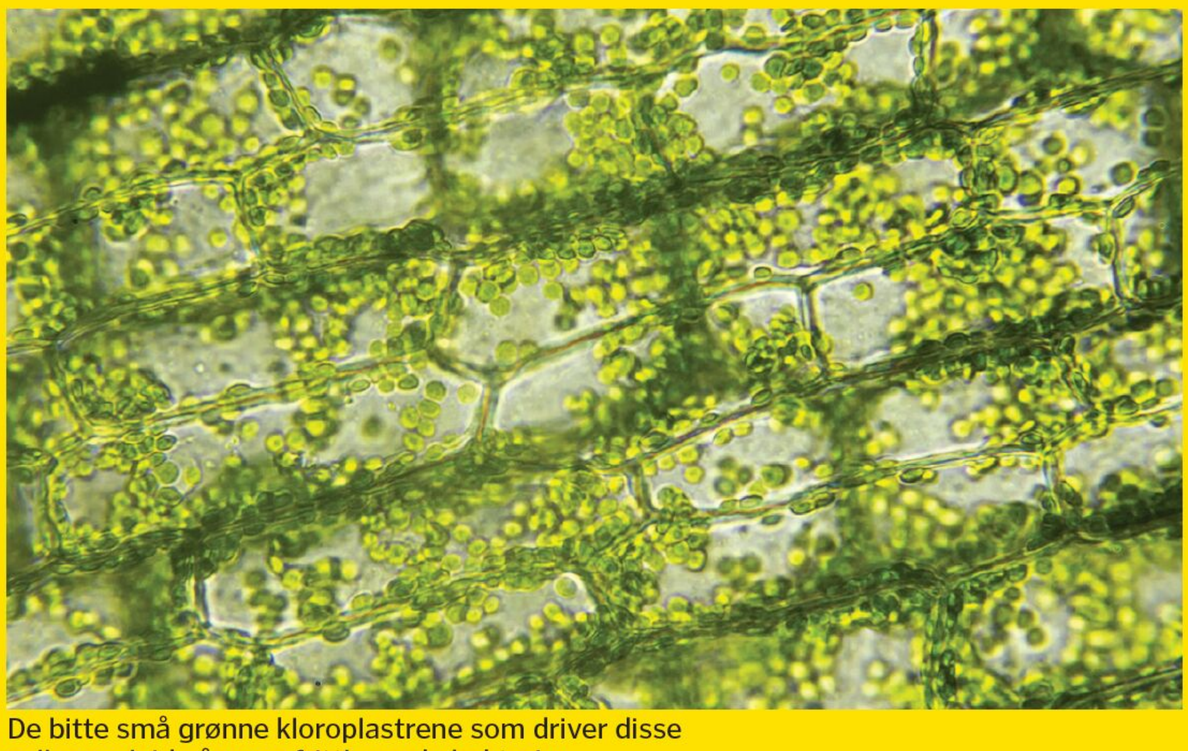
Selv om vi ennå ikke vet nøyaktig hvordan livet oppsto, vet vi at Sola spilte en viktig rolle. Før liv eksisterte, hadde ikke Jorda oksygen i atmosfæren. Luften var en tykk tåke av karbondioksid, metan og svovelholdige gasser som ble sluppet ut fra de smeltede bergartene. Liv dukket opp for rundt 3,8 milliarder år siden, sannsynligvis i varme ventiler dypt under havet.

Noen få typer moderne mikrober lever fortsatt i disse rare miljøene, inkludert bakterier kalt acetobacter og erkebakterier kalt metanogener. De høster kjemikalier fra Jordas steiner, stripper bort elektroner og bruker energien til å bryte oksygen ut av karbondioksid. Dette gjør dem i stand til å lage organiske molekyler som acetat og metan, og energibærende molekyler som adenosintrifosfat (ATP). Problemet med disse reaksjonene er at de ikke produserer så mye energi. For at livet skulle oppstå på Jorda, trengte organismer en bedre måte å drive kjemi på.


Hydrogenbomben Ivy Mike utløste en atomfusjon på Jorda for første gang.

«Sola har omgjort masse til energi i mer enn fire milliarder år»


Når Sola går tom for hydrogen, vil den blåse seg opp til å bli en rød kjempe.


De bitte små grønne kloroplastrene som driver disse cellene, pleide å være frittlevende bakterier.

Omdanning av sollys til mat

Planter fanger Solas kraft i to høyenergiske molekyler, NADPH og ATP, før de frigjør den igjen for å lage sukker og oksygen. Prosessen begynner med to lavere energimolekyler, NADP+ og ADP, og to typer klorofyll, P680 og P700.

Klorofyllene fungerer sammen med andre pigmenter for å fange lysfotoner. P680 går først ved å absorbere et foton og spytte ut et elektron. Elektronet går inn i en transportkjede og frigjør energi når det går fra lenke til lenke. Denne energien driver produksjonen av ATP.

På slutten av kjeden når elektronene P700, som tar opp sitt eget foton og fører elektronene inn i en annen transportkjede. Denne gangen driver de produksjonen av NADPH.

NADPH- og ATP-molekylene fortsetter å drive en serie kjemiske reaksjoner som kalles Calvin-syklusen. Syklusen kombinerer karbondioksid med hydrogenioner for å lage sukker, noe som sørger for byggesteinene som holder Jorda i live.

HVORDAN PRODUSERER SOLA ENERGI?

Inni Solas atomreaktor omformes materie til energi.

Kjernefysisk fusjon
Hydrogenatomer i Solas kjerne smelter sammen, danner helium og frigjør pulserende gammastråling.

Strålingssonen
Stråling skyter rundt i det indre av Sola i over 170 000 år før den finner veien ut.

Konveksjonssonen
Stråling varmer opp et lag med ioniserte atomer og danner et virvlende basseng med boblende plasma.

Kollisjoner
Ioner i det varme plasmaet smelter sammen og frigjør energi i form av fotoner av lys.

Kjernen
Temperaturen i hjertet av Sola er 15 millioner grader.

Gammastråling
Energien som frigjøres ved kjernefysisk fusjon, beveger seg utover gjennom strålingssonen.

Kromosfæren
Den rødfargede indre atmosfæren i Sola inneholder lysende fingre av gass som bryter ut nedenfra.

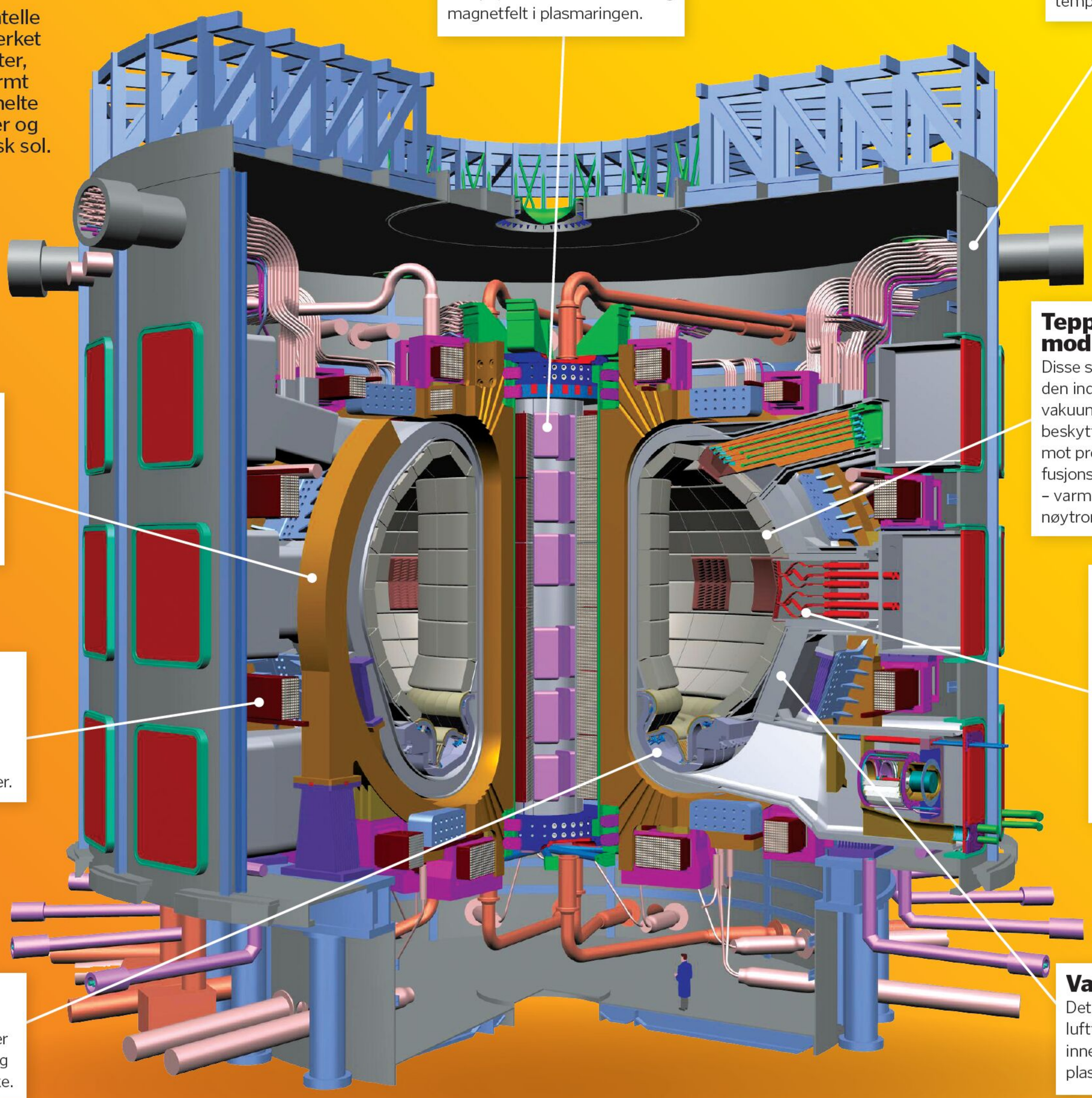
Fotosfæren
Sola avgir en strøm av energi som elektromagnetisk stråling (varme og lys) og ladede partikler (solvind).

Koronaen
Overflødig varme i den hvite haloen rundt Sola øker hastigheten på ladede partikler og spytter dem ut i verdensrommet.

© Getty; NASA

EN STJERNE BLIR FØDT

Det eksperimentelle tokamak-kraftverket bruker magneter, vakuum og varmt plasma for å smelte sammen atomer og skape en syntetisk sol.



Magnetfelt
Når den sentrale magneten slås på, induserer den et kraftig magnetfelt i plasmaringen.

Isolasjon
Et stålskall omslutter systemet i et vakuum og holder temperaturen nede.

Teppe-moduler
Disse skjoldene dekker den indre overflaten av vakuumkaret og beskytter magnetene mot produktene fra fusjonsreaksjoner – varme og bortkomne nøytroner.

Partikkel-kanon
Ionsyklotron-systemet akselererer stråler av partikler og fyrer dem mot plasmaet, noe som varmer det opp.

Vakuum-kar
Dette forseglede, luftfrie kammeret inneholder plasmaringen.

Smultring-magneter
Toroidfeltspiraler holder plasmaet under kontroll ved å tvinge det til en smultringform.

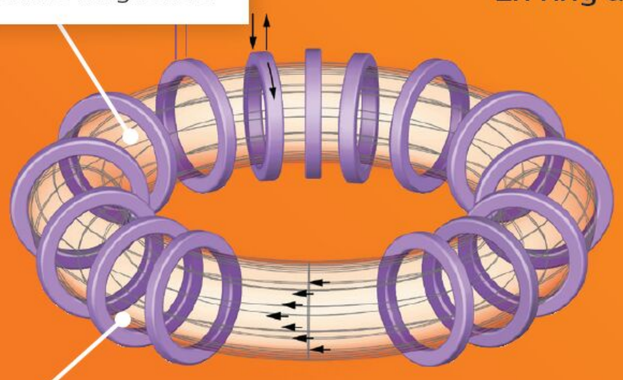
Plasma-beskyttelse
Ringformede magneter holder plasmaet borte fra vakuumkarets vegger.

Avledere
Avfallshåndterings-systemet sitter under vakuumkammeret og fjerner varme og aske.

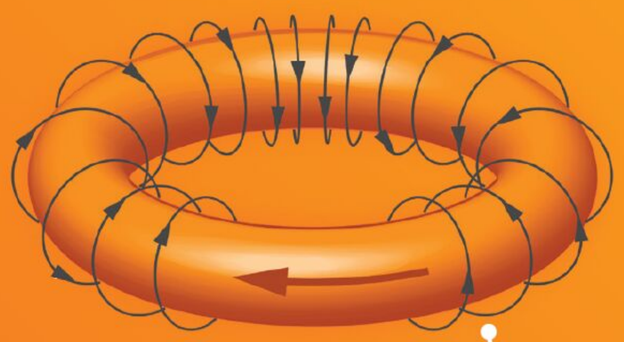
Å LAGE STRØMMER

En ring av supervarmt plasma virvler innerst i tokamak-reaktoren.

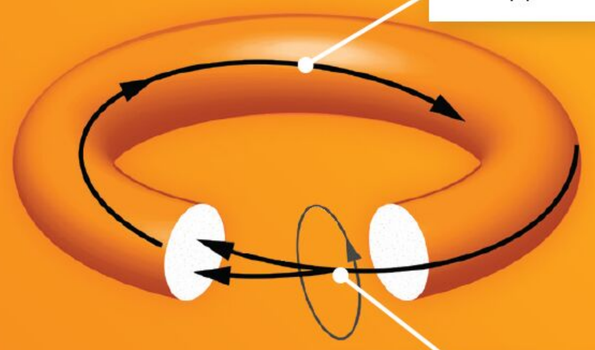
Magnetisk bur
En konstant strøm gjennom toroidemagnetene skaper et smultringformet magnetfelt.



Begrensning
Magnetfeltet samhandler med de ladede partiklene i plasmaet og fanger dem inne i ringen.



Kortvarige felt
Pulser fra de poloidale magnetene induserer en strøm i plasmaet og skaper magnetiske felt som beveger seg rundt smultringen.



Plasma
I denne høyenergiske tilstanden bryter elektronene seg bort fra atomene i materien, og skaper en suppe med ladede partikler.

Omrøring av suppen
Feltene fra toroidemagnetene samvirker med feltene fra poloidmagnetene og vrir plasmastrømmen.

Her kommer fototrofer inn i bildet. Fototrofer er organismer som bruker energien fra lys til å bryte inn i kjemiske bindinger.

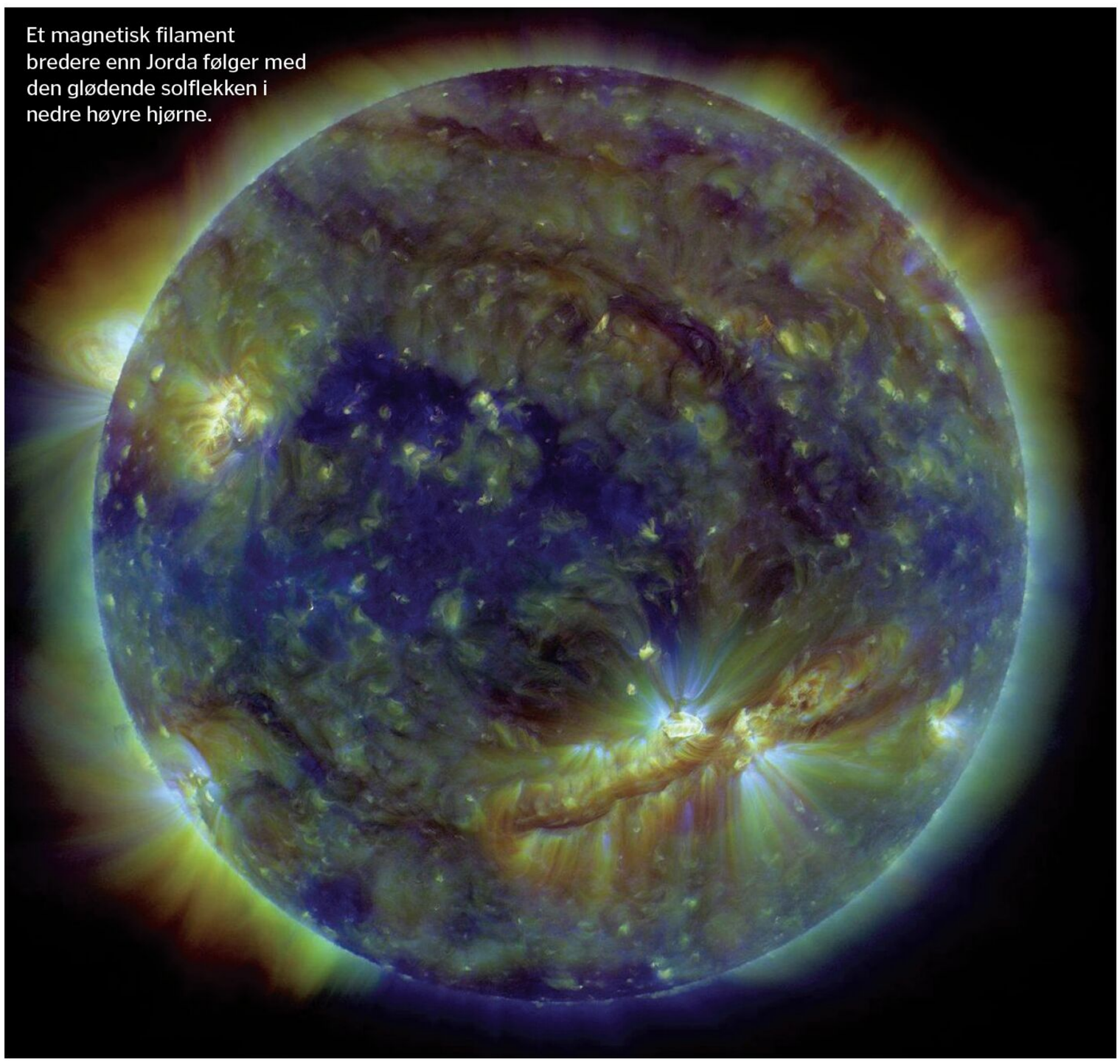
De mest kjente fototrofene er planter. Plantecellene inneholder dusinvis av kloroplaster, hver fylt med plater som kalles thylakoider. I thylakoidene finnes molekylære maskiner kalt fotosystemer, som inneholder klorofyllpigmenter. Disse fanger opp lysfotoner fra Sola og utnytter energien deres.

Å utvikle evnen til å lage klorofyll er så komplisert at forskere tror det bare skjedde én gang. Dette betyr at hver organisme som bruker klorofyll, må ha kommet fra samme stamfar – fotosyntetiske cyanobakterier som levde for mer enn 2,15 milliarder år siden. Disse rare cellene klarte å produsere mat og oksygen fra lys, og andre celler ønsket å gjøre det samme. Større celler begynte å leve sammen med bakteriene og delte ressursene sine. Forholdet ble så nært at de større cellene til slutt absorberte de mindre. De to celletypene utviklet seg sammen, og bakteriene mistet evnen til å leve på egen hånd og ble til kloroplastrene vi ser i planteceller i dag. Fotosyntese gir nå råvarene til nesten hver matkilde på planeten.

Soldrevet evolusjon forandret altså Jorda. Men mens vi har vært opptatt med å tilpasse oss sollys, har Sola også endret seg. Den har fusjonert hydrogen i 4,5 milliarder år, og på den tiden har den blitt lysere. For hvert fjerde hydrogenatom som den fusjonerer for å lage en heliumkjerne, avtar massen inne i kjernen. Det er nå langt færre atomer i sentrum av Sola enn før, og det betyr at det er færre partikler for å balansere gravitasjonskraften som trekker innover og gasstrykket som skyver utover. Dette får Solas kjerne til å trekke seg sammen og bli varmere, noe som framskynder kjernefysiske reaksjoner og gjør Sola lysere. Når dette skjer, utvides gassen ytterst i Sola. I løpet av de siste fire milliarder årene har Sola blitt rundt tjue prosent større, og den vokser fremdeles.

På kortere tidsskalaer har Solas effekt også svingt. Atmosfæren er stormfull, og magnetisk aktivitet under overflaten skaper solaktivitet i form av solflekker. De starter nær Solas poler og beveger seg mot ekvator, og vokser til magnetiske virvler på størrelse med planeter. På begynnelsen av 1800-tallet la William Herschel merke til at når antall solflekker falt, steg prisen på hvete. Været på Solas overflate sammenfalt med en periode med tørke på Jorda; det så ut til å påvirke været her. Folk begynte å følge med på solflekker og la merke til sykliske mønstre: Hvert ellevte år øker antall solflekker, for deretter å avta igjen.

Vi vet fortsatt ikke hvorfor denne solsyklusen er elleve år lang, men det kan skyldes dynamoeffekten inne i stjernen. Solas konveksjonssone inneholder en suppe av ladede partikler kalt plasma. Disse partiklene er i konstant bevegelse. De blir oppvarmet nedenfra



Et magnetisk filament bredere enn Jorda følger med den glødende solflekken i nedre høyre hjørne.

Nedtelling til fusjonskraft

Kan TAE Technologies plugge et fusjonskraftverk til nettet innen 2023?

1998

Utvikling og testing begynner, noe som fører til mer enn 800 patenter.

2009

Bygging av en fullskalamaskin er fullført, og utstyrstesting begynner.

2013

Systemet er oppgradert med en kraftig plasmainjektor, bygget av Budker Institute of Nuclear Physics i Russland.

2015

Temperaturen i reaktoren når ti millioner grader – for full fusjon trenger den å nå tre milliarder grader.

2018

Etter 4000 eksperimenter når systemet nesten tjue millioner grader.

2023

Temperaturmålet vil bli nådd, teknologien vil bli lisensiert, og bygging av fusjonskraftverk vil begynne.

«Fotosyntese gir nå råvarene til nesten hver matkilde på planeten»

© Getty; US Department of Energy; NASA;
Illustration by The Art Agency/Andy Cauchie

«Sola vil svelge Merkur og Venus, og Jordas overflate vil dekkes av bassenger av smeltet metall»

og virvlet rundt som følge av Solas rotasjon. Dette skaper kraftige strømmer som setter opp magnetiske felt som er toroidale (ringer som følger breddegradene) og poloidale (ringer som følger polene). På forskjellige punkter i solsyklusen endres feltene i styrke, noe som endrer måten de samhandler på, og endrer solflekkene på overflaten. Variasjonene i Solas produksjon gjennom hele syklusen er små, men noen ganger gir de store endringer på Jorda. Fra 1500-tallet til midten av 1800-tallet stupte verden inn i den lille istiden etter hvert som antall solflekker avtok.

Istidene blekner i sammenlikning med det som skal skje i framtiden. Sola er omtrent halvveis i livet sitt, og etter hvert som den eldes, vil produksjonen endre seg dramatisk. Når Sola går tom for hydrogen i kjernen, vil den begynne å bruke hydrogenet i skallet utenfor. Helium vil fortsette å samle seg i kjernen, og etter hvert som kjernen blir større, vil Sola begynne å svelle. Det vil bli lysere og varmere, og fusjonsreaksjonene fortsetter raskere og raskere, til den brenner mer enn to ganger så voldsomt som i dag. Dette vil svi av overflaten på Jorda og øke temperaturen til mer enn 300 grader.

Etter hvert vil Sola gå tom for hydrogen. Deretter vil Sola antennes i et heliumglimt, kjernen vil begynne å fusjonere heliumkjerner og omdanne dem til tyngre grunnstoffer som karbon og oksygen. I prosessen vil Solas ytre lag svelle enda mer, og Sola vil bli til en rød kjempe, 34 ganger lysere enn den er nå. Sola vil svelge Merkur og Venus, og Jordas overflate vil dekkes av bassenger av smeltet metall. På dette tidspunktet vil Sola være hundrevis av ganger lysere og varmere enn den er i dag, og fjellmassene på Jorda vil begynne å koke bort.

Når alt heliumet er borte, vil Solas fusjonsreaktor slå seg av. De ytre lagene vil kjølne, og atomene vil blåse ut i verdensrommet og danne en virvlende planetarisk tåke og en hvit, varm kjerne. Denne kjernen, en hvit dverg, vil til slutt kjølne til den er sort og død, og lyset i solsystemet vårt vil slukkes for alltid.



Lav dannes når alger og bakterier fanger energi fra Sola og deler den med sopp.

LIVET I SKYGGENE

Hvor på Jordas mørkeste steder lager mikrober sin energi uavhengig av Sola?



Hydrotermiske ventiler

RIFTER I HAVBUNNEN

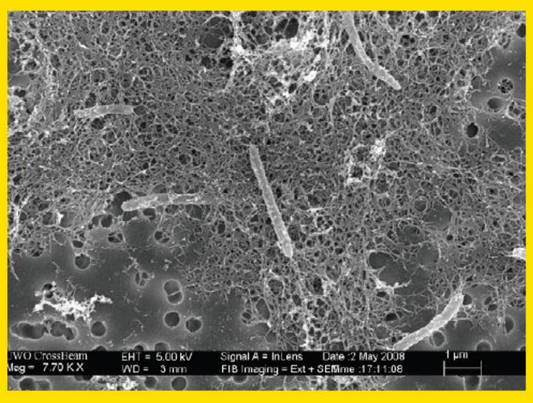
Noen organismer har oppdaget en måte å lage energi på fra hydrogensulfid som lekker ut fra varme vulkanske ventiler under havet. Mikrober kombinerer hydrogensulfid med vann og karbondioksid for å lage svovel og glukose. Kjemperørormer lagrer deretter mikrober og bruker avfallet for å holde seg i live i mørket.



Metan-ventiler

SPREKKER I JORDSKORPEN

Kalde ventiler kan også opprettholde liv uten sollys. Disse biomene på havbunnen lekker bobler av metan og hydrogensulfid ut i vannet, som deretter kan mate kolonier av bakterier. Bakteriene danner matter på havbunnen, og de kan gi nok energi til å opprettholde senger av blåskjell og også grupper av kjemperørormer.



Vulkanske bergarter

SPREKKER MELLOM GULLGRUVEBERGARTER

Gullgruvebakterien *Desulforudis audaxviator* lever i totalt mørke, nesten tre kilometer under Sør-Afrikas overflate. Den overlever ved temperaturer over 60 °C uten annet å spise enn steiner. Den får kraft fra det radioaktive avfallet av uran og er i stand til å trekke karbon og nitrogen ut av steinene.



Under den antarktiske isen

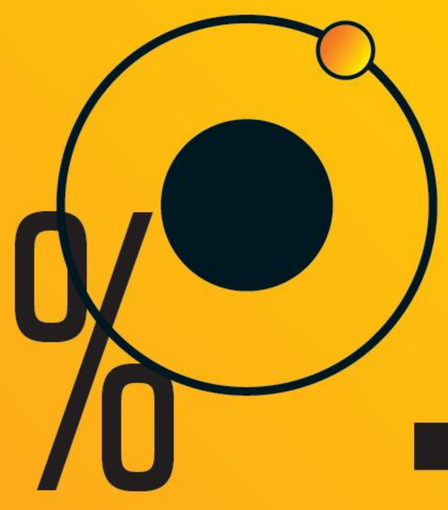
UNDER DEN POLARE INNLANDSISEN

Bergspisende mikrober funnet 0,8 kilometer under overflaten av den antarktiske innlandsisen kan også overleve uten Sola. I likhet med sine artsfrender i de varme hydrotermiske ventilene utvinner disse mikrobene energi fra forbindelser som inneholder svovel, samt jern. Men temperaturen i dette miljøet er under frysepunktet.

LA DET BLI LYS

Sola er kraftverket til solsystemet. Her får du noen strålende fakta som vil opplyse deg.

91 %
Andel atomer som er hydrogen





70,6 %
Andel masse som er hydrogen

5500 grader
Temperatur på overflaten



$3{,}8 \times 10^{26}$ watt
Effekt hvert sekund





150 millioner kilometer
Avstand mellom Sola og Jorda

2 millioner grader
Temperaturen i Solas atmosfære



1 391 016 kilometer
Diameteren ved ekvator



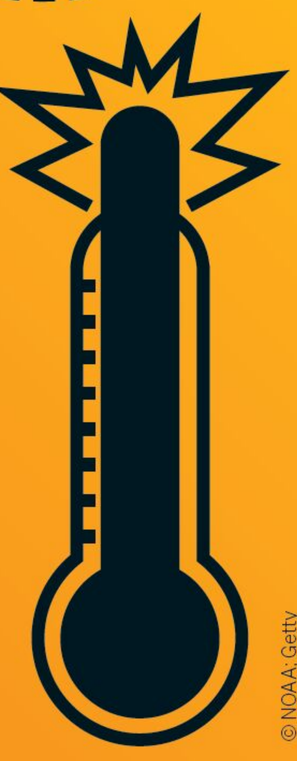
600 millioner tonn
Hydrogen som blir brukt opp hvert sekund



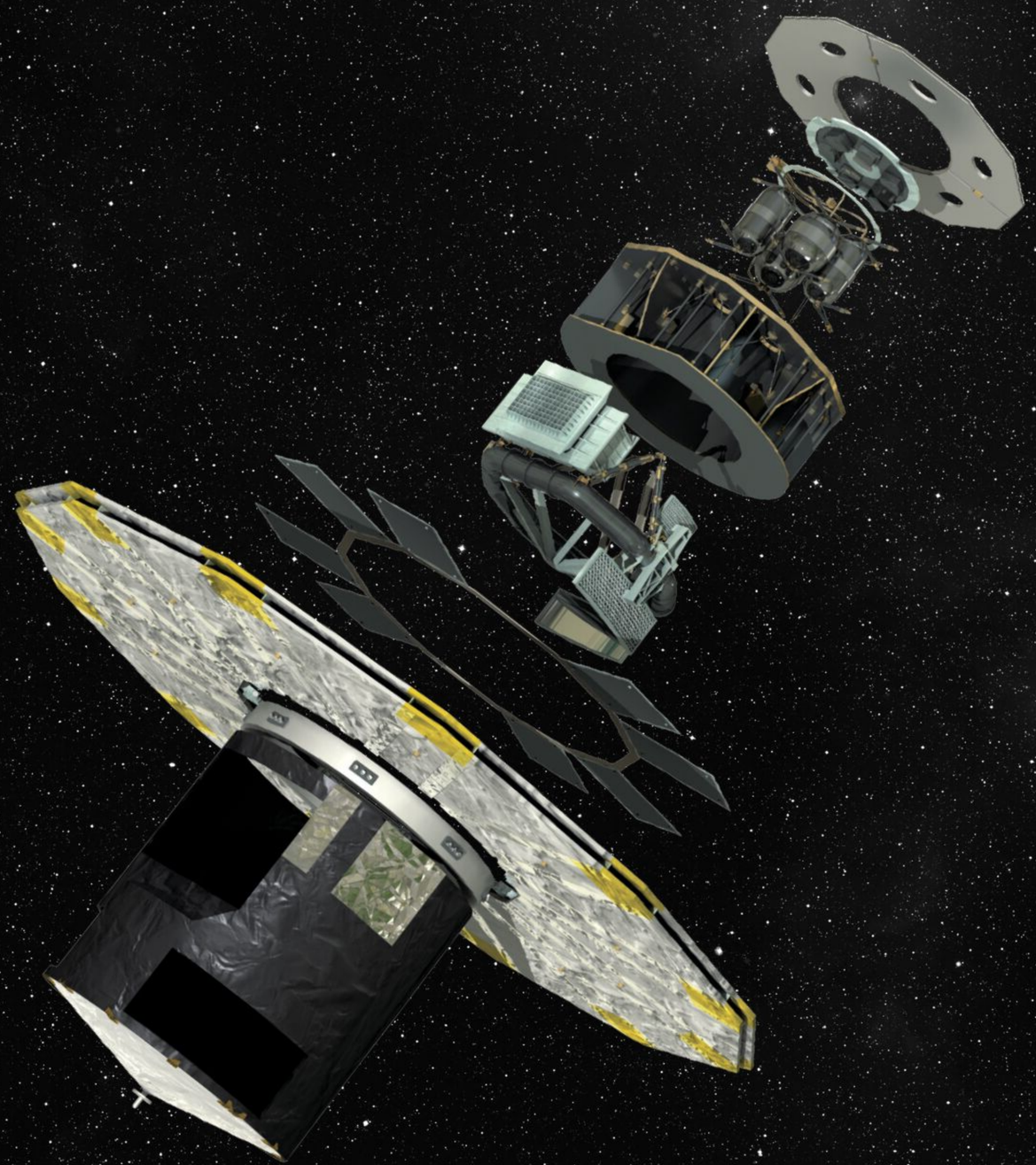
5 milliarder år
Til heliumet begynner å forbrenne



15 millioner grader
Temperaturen i kjernen



© NOAA; Getty



SPENNENDE VITENSKAP



KROPPENS MIKROBER
Kroppen vår er et av verdens mest komplekse økosystemer – slik virker den!



TENK DEG SMART
Ta kontroll over din egen IQ og bli smartere!



REDNINGSPLANETEN
Slik reddet jupiter jordkloden allerede før den ble dannet.



PÅ SJOKOLADEFABRIKKEN
Vi følger kakaobønnens vei fra treet til munnen din!

2025 / Kr. 179,90
ISBN: 978-82-8447-480-9

ORAGE