

Wetenschappers blikken terug op 2021

‘Onheil, maar ook hoop’

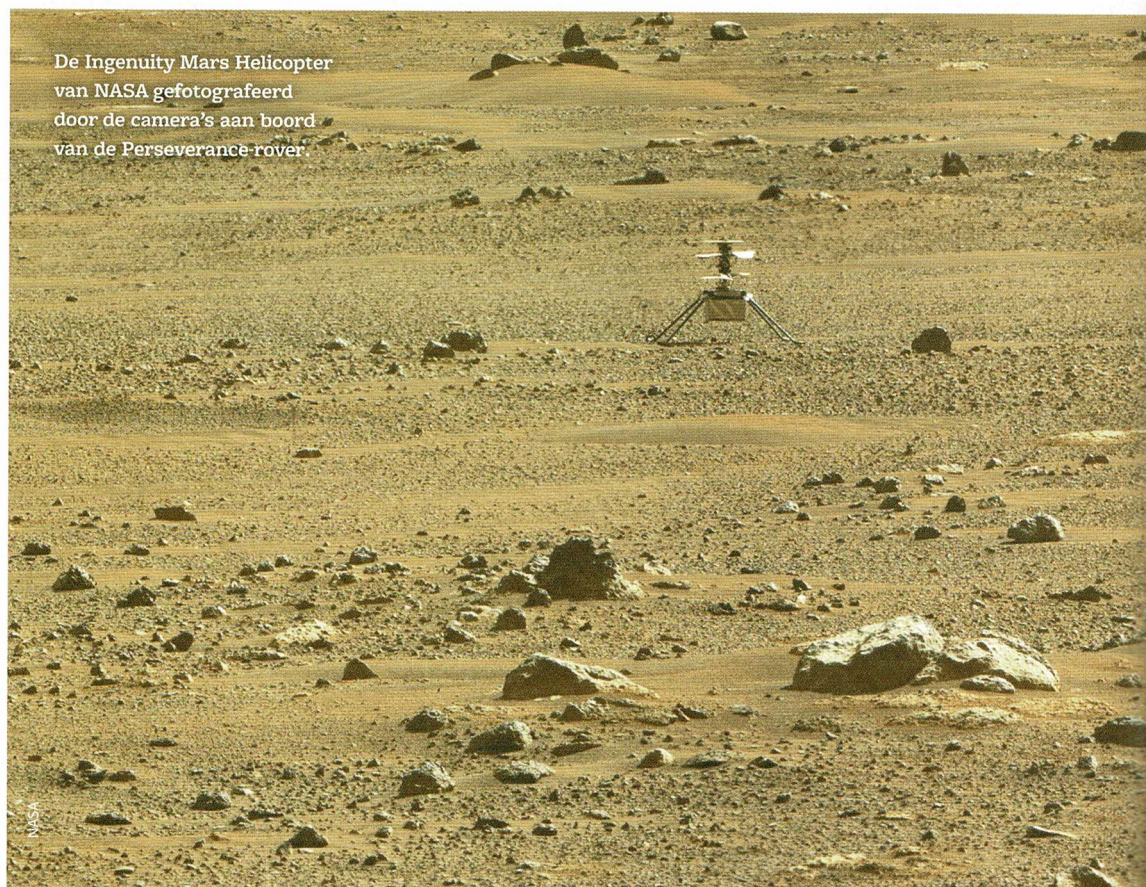
Eos vierde in 2021 zijn 38ste verjaardag. Sinds de start in 1983 wordt de redactie bijgestaan door een Raad van Advies. Die bestaat uit wetenschappers en experts die feedback geven, mee nadenken over toekomstige projecten en een brug slaan met de wetenschapswereld. We vroegen sommigen van hen wat zij beschouwen als hét wetenschappelijke feit van het voorbije jaar.

Kim Verhaeghe



BRAM VANDERBORGH • Roboticus (VUB)
‘HELIKOPTERVLUCHT OP MARS’

Op 18 februari 2021 plaatsten wetenschappers van NASA het zwaarste object ooit op Mars: de NASA-rover Perseverance met in zijn buik de helikopter Ingenuity. Ook die laatste schreef geschiedenis, door als eerste helikopter op een andere planeet te vliegen. Vanaf de aarde konden we het gewaagde manoeuvre live meevolgen op YouTube. Ingenuity beschikt onder andere over een robotarm waarmee wetenschappers de Marsbodem grondig willen onderzoeken. Ze gaan na of die sporen van leven bevat. Het design is geïnspireerd op Curiosity, die andere succesvolle Mars-rover, die ondertussen al meer dan tien jaar op de rode planeet rondrijdt.



De Ingenuity Mars Helicopter van NASA gefotografeerd door de camera's aan boord van de Perseverance-rover.

Het Amazonebekken met het Amazonewoud stoot nu meer broeikasgassen uit dan het in totaal absorbeert. Dat is vooral een gevolg van klimaatverandering en ontbossing in het gebied.

Shutterstock

SYLVIA WENMACKERS • Wetenschapsfilosoof (KU Leuven) 'DROMEN VAN KUNSTMATIGE ZONNE-ENERGIE'



In januari waarschuwde een groep van zeventien Amerikaanse, Australische en Mexicaanse biologen en ecologen voor de erosie van ecosystemendiensten waarvan de samenleving afhankelijk is. Het zijn belangrijke milieuproblemen die dringend actie vereisen maar die te weinig aandacht krijgen. Volgens hen zijn de toekomstige milieumomstandigheden zelfs voor specialisten nauwelijks te bevatten en veel gevaarlijker dan doorgaans aangenomen. In hun paper gaven ze een samenvatting van 'voorspellingen van een afschuwelijke toekomst van massale uitsterving, afnemende gezondheid, en klimaatverstorende omwentelingen (waaronder dreigende massale migraties) en conflicten over hulpbronnen deze eeuw'. In februari verscheen in het vakblad *Nature Geoscience* een rapport waaruit blijkt dat het golfstroomstelsel tijdens het voorbije millennium wellicht nog nooit zo zwak is geweest als nu, zoals voorspeld was door klimaatmodellen. In maart en juni verschenen twee studies die aantonen dat het Amazonebekken met het Amazonewoud nu meer broeikasgassen uitstoot dan het in totaal absorbeert. Dat is vooral een gevolg van klimaatverandering en ontbossing in het gebied. In april rapporteerde het Amerikaanse meteorologische en oceanografische

instituut NOAA dat de uitstoot van methaan in 2020 tot een nieuw record was gestegen. Dat ondanks lockdowns tijdens de coronapandemie. In mei schreven wetenschappers in *Environmental Research Letters* welke acties er op het vlak van methaan beschikbaar zijn die de opwarming meteen kunnen vertragen. Maatregelen gingen van lekopsporing tot het aanpassen van het dieet van koeien.

In juni publiceerden onderzoekers satelliet- en oceaangegevens die aantonen dat de opwarming van de aarde snel toeneemt. Een maand later waarschuwde een groep van elf wetenschappers nogmaals voor de klimaatnoodtoestand. Volgens hun rapport hebben achttien van 31 vitale functies van de aarde recordwaarden bereikt. De bewijzen stapelen zich op dat we omslagpunten van kritieke elementen van het aardsysteem naderen of overschrijden.

In augustus publiceerde het VN-klimaatpanel IPCC voor de zesde keer een evaluatierapport, intussen op basis van meer dan veertienduizend papers over de natuurkundige aspecten van klimaatverandering. De groep concludeerde dat de effecten van door de mens veroorzaakte klimaatverandering nu wijdverbreid zijn en nog snel toenemen. Het IPCC gaat uit van een groeiende economie

met stijgend bbp. Maar twee fysici, Lorenz Keyßer en Manfred Lenzen, modelleerden de *growth-scenario's* en toonden aan dat die scenario's belangrijke risico's voor de haalbaarheid en duurzaamheid minimaliseren. Ondertussen gingen overbevising, ontbossing en de achteruitgang van biodiversiteit gewoon verder, weliswaar steeds beter gedocumenteerd in wetenschappelijke studies. Er kwamen zelfs nieuwe zorgen bij. Zo verslindt de crypto-economie steeds meer energie.

Er wordt natuurlijk ook aan mogelijke oplossingen gewerkt. Ik haal mijn hart op telkens als er nieuws is over experimenten met fusiereactors. Volgens een Chinese nieuwszender heeft de tokamak in China (EAST) in mei een record gehaald: het plasma werd verhit tot 120 miljoen °C gedurende 101 seconden, met een piek van 160 miljoen °C gedurende 20 seconden. Zo komt de droom voor kunstmatige zonne-energie op aarde weer een stapje dichterbij. Het internationale fusiereactorproject ITER met locatie in Frankrijk moet dan weer plasma kunnen opwekken in 2025.

En in oktober werd het koelend effect van Europese bossen voor het eerst nauwkeurig in kaart gebracht. Hopelijk kan die kennis ook helpen voor een betere bescherming van bosgebieden.



WOUTER ROGIEST • Wachtlijntheoreticus en ICT-expert (UGent)

‘ONLY THE LONELY: DEZE PRIEMGETALLEN ZIJN ‘SLECHTS’ EVEN EENZAAM’

In 2020 was al bewezen dat er binnen de klasse van de zogenaamde delicate priemgetallen ook priemgetallen terug te vinden zijn die breed-delicaat zijn. En in 2021 ontdekten twee onderzoekers van de University of South Carolina dat die breed-delicate priemgetallen ‘slechts’ even eenzaam zijn als gewone priemgetallen. En dat in tijden van quarantaine.

Even opruisen: priemgetallen zijn enkel deelbaar door één en door zichzelf. Ze spelen een hoofdrol in de discrete wiskunde, misschien wel de elegantste tak van de wiskunde. Maar ze doen ook *en masse* hun werk in vele courante technologieën, zoals cryptografie. Delicate priemgetallen zijn priemgetallen die door een omschakeling van eender welk cijfer niet langer priemgetal zijn. Ze zijn dus wel priemgetal, maar tegelijk zijn ze ‘kwetsbaar’. Eender welke schrijffout, in en naar gelijk welk cijfer, maakt hen immers niet-priem. Het luistert nauw.

Neem bijvoorbeeld het getal 294.001. Een delicaat priemgetal? Jazeker, want elke vetgedrukte schrijffout in de onderstaande serie is ‘dodelijk’ en maakt het niet-priem:

094001, 194001, 394001, 494001, 594001, 694001, 794001, 894001, 994001
204001, 214001, 224001, 234001, 244001, 254001, 264001, 274001, 284001
290001, 291001, 292001, 293001, 295001, 296001, 297001, 298001, 299001
294101, 294201, 294301, 294401, 294501, 294601, 294701, 294801, 294901
294011, 294021, 294031, 294041, 294051, 294061, 294071, 294081, 294091
294000, 294002, 294003, 294004, 294005, 294006, 294007, 294008, 294009

Zijn deze priemgetallen dan zeldzaam? Ze zijn zeker zeldzamer dan de ‘gewone’ varianten. Maar alles welbeschouwd valt het wel mee. 294.001 is de kleinste, gevolgd door 505.447, 584.141, 604.171, en 971.767. En boven een miljoen zijn er nog veel meer, oneindig veel zelfs. Ter vergelijking: van de gewone priemgetallen hebben we er meteen al 25 die kleiner zijn dan honderd, en 78.498 die kleiner zijn dan een miljoen. Dus toch wat dunner gezaaid, die delicate.

Hoe zit het dan met die breed-delicate getallen? Elk getal kun je met of zonder leidende nullen noteren. 294001 of 0294001 of 00294001: het kan allemaal. Eind 2020 is bewezen dat er ook priemgetallen bestaan met deze bijzondere eigenschap: hoeveel nullen je er ook voor zet, toch blijven ze delicaat. Straf, toch? Klein detail: er is er zo geen enkel gevonden. Maar het is dus wel bewezen dat er priemgetallen bestaan waar je onbeperkt nullen voor mag zetten en waarvan je toch geen enkel cijfer verkeerd mag overpennen, of ze worden niet-priem.

En als we het nu over eenzaamheid gaan hebben? Met zijn internationale bestseller, *De eenzaamheid van de priemgetallen*, toont de Italiaanse romanschrijver Paolo Giordano dat het grote publiek wel degelijk wakker ligt van priemgetallen. En dat het eenzame aspect van deze bijzondere

hoeveelheden ons als mens niet onberoerd laat. Giordano heeft het in zijn roman over priemtwelingen, en hoe ze de eenzaamheid van de priemgetallen illustreren: ‘Alleen en verloren, vlak bij elkaar, maar niet dicht genoeg om elkaar echt aan te raken’.

Wat Giordano schrijft klopt inderdaad. Als je hogerop klimt in de toren van de priemgetallen zal je nooit twee priemgetallen vinden vlak boven elkaar. Ze zijn altijd gescheiden door minstens één verdieping tussenin. Die heten dan priemtwelingen, zoals 3 en 5, of 5 en 7. En vergis je niet, 2 en 3 raken elkaar wel, en (3, 5, 7) is zelfs een priemdrieling. Maar daarmee is het ook gedaan. Want behalve 2 en 3 zijn er geen priemgetallen die elkaar raken, en op (3, 5, 7) na zijn er geen priemdrielingen. Het is dus bijzonder eenzaam op deze toren.

Nu het goede nieuws van 2021: de breed-delicate priemgetallen, hoe zeldzaam ook, zijn eigenlijk niet eenzamer dan de gewone. Want ze komen in hele reeksen van twee, drie of zelfs een onbeperkt aantal van opeenvolgende priemgetallen. Niet per se als priemtwelingen, maar toch vlak bij elkaar in de priemgetallenreeks. Er zijn dus reeksen van twee breed-delicate priemgetallen. En ook reeksen van drie. Enzovoort. Al bij al zijn deze getallen niet eenzamer dan de gewone priemgetallen, ze zijn gewoon een beetje alleen en verloren, vlak bij elkaar, maar niet dicht genoeg om elkaar echt aan te raken.

En er is nog meer goed nieuws. Als deze gewone sterving het goed begrepen heeft, dan hebben de *beautiful nerds* achter deze ontdekking nog werk voor de boeg. Zoeken naar een eerste breed-delicaat priemgetal, bijvoorbeeld, en nagaan wat het precies is. Verder kunnen ze zich afvragen of ook breed-delicate priemtwelingen bestaan, en of ze met veel zijn? Met die onzekerheden kunnen we voorlopig leven, want over priemtwelingen weten we sowieso weinig. Behalve dat ze eenzaam zijn. Wiskundigen denken dat het er oneindig veel zijn, maar zeker is dat niet. Misschien iets voor 2022?

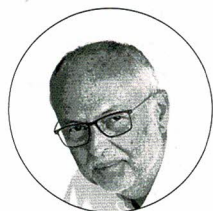
‘Er bestaan priemgetallen waar je onbeperkt nullen voor mag zetten en waarvan je toch geen enkel cijfer verkeerd mag overpennen, of ze worden niet-priem’

5 cm



Wetenschappers beschouwen de inkervingen in dit hertenbot als één van de meest complexe culturele uitingen bij neanderthalers.

V. Minkus, NLD



MARK NELISSEN • Bioloog en emeritus hoogleraar (UAntwerpen)
‘DE MODERNE MENS LEERDE VAN DE NEANDERTHALER, NIET OMGEKEERD’

Steeds meer nieuwe inzichten tonen aan dat de ‘primitieve’ neanderthaler eerherstel verdient. Zo weten we al langer dat de neanderthaler lang voor onze soort bijzondere technieken ontwikkelde, zoals scheepvaart. En dit jaar toonden onderzoekers onomstotelijk aan dat de neanderthaler kon spreken. Hij had dus een taal. Een ander inzicht, gepubliceerd in het tijdschrift *Nature*, verdient nog meer aandacht. Duitse archeologen vonden een bot afkomstig van de poot van een reuzenhart. Op het bot was een merkwaardige tekening gekerfd: een zestal rechte strepen

die samen meerdere v-vormige figuren maken. Het is duidelijk dat de inkervingen niet toevallig zijn ontstaan, bijvoorbeeld door de tanden van een roofdier. Onderzoekers dachten aanvankelijk aan menselijke makers, tot ze de leeftijd van het fossiel achterhaalden. De tekening bleek 51.000 jaar oud. Dat is lang voordat er mensen in Europa leefden. Maar de neanderthaler was er al een hele tijd.

De archeologen vonden in dezelfde grot als waar ze het bot hadden aangetroffen bovendien nog voorwerpen die door neanderthalers werden ge-

maakt. Ze stellen dat het om een intentionele daad met een symbolische betekenis gaat. Ze noemen het zelfs een van de meest complexe culturele uitingen van neanderthalers. Daarom suggereren ze terecht dat we onze visie op deze mensachtigen ten opzichte van mensen moeten herzien. Het idee dat onze soort zijn intelligente inzichten en cultuur doorgaf aan andere soorten is niet correct. Vandaag is er zelfs reden genoeg om te stellen dat het net omgekeerd was. Zouden wij vandaag staan waar we staan zonder de inbreng van de neanderthalers?



HENDRIK CAMMU • Gynaecoloog (VUB)
‘BLABLABLA OP KLIMAATCONFERENTIE’

Hét feit van 2021 ontspon zich begin november: de klimaatconferentie van Glasgow. Wat aangekondigd werd als de laatste kans is uitgedraaid op een flop van jewelste. China, wereldwijd de grootste vervuiler, en Rusland deden niet mee. Andere belangrijke landen, waaronder India, Brazilië, Indonesië en de VS ‘amendeerden’ volop eerder gemaakte afspraken. Ondertussen is er in de Europese Unie een opbod bezig om de beste leerling van de klas te zijn. Tekenend is dat Belgisch premier Alexander De Croo zijn speech hield voor een lege zaal. In de ogen van herkiesbare beleidsmakers is de toestand gewoon niet dramatisch genoeg. Ik waag me aan een sombere voorspelling: er komt een klimaatoorlog.





HANS VAN DYCK • Gedragsbioloog (UCL)

‘HOLISTISCHE KIJK VANUIT DE MUIL VAN EEN BEER’

Elk jaar levert een fascinerende oogst op aan nieuwe inzichten in mijn vakgebied. Het blijft lastig om er een favoriet uit te lichten. Na een stevige portie *kill your darlings* kies ik uiteindelijk voor een opmerkelijke studie over tandsteen bij Zweedse beren. Wat klinkt als een fait divers getuigt



in werkelijkheid van grote originaliteit en biedt een holistisch inzicht in onze verreichende impact op onze planeet. Tegelijk toont de studie, die gepubliceerd werd in het vakblad *Current Biology*, dat degelijk evidence-based beleid voor een ommekeer kan zorgen.

Sinds de jaren 1940 produceren we op industriële schaal antibiotica voor mens en vee. Een doorbraak voor de geneeskunde, maar ze bezorgde wetenschappers ook hoofdbrekers over resistente bacteriën. Die micro-organismen komen voor in ziekenhuizen, maar duiken ook op in de natuur, en bij wilde dieren. Hier komen de onderzochte beren in het verhaal. Wetenschappers gingen na welke bacteriën de voorbije 180 jaar in de muil van Zweedse beren leefden. Ze maakten daarvoor dankbaar gebruik van het tandsteen van geschoten beren. Tandsteen is de verkalkte vorm van tandplak, de biofilm die bacteriën op tanden vormen.

Uit dat tandsteen konden de onderzoekers de genomen van diverse

bacteriën isoleren. Ze hanteerden een zogenoemde metagenomische aanpak, waarbij genetisch materiaal van een gemengde gemeenschap van micro-organismen wordt bestudeerd. Dat leverde fascinerende inzichten op. Zo bepaalden de onderzoekers een baseline van de bacteriële diversiteit en genetische kenmerken voor het antibioticatijdperk. Vervolgens zagen ze in de reeks tandsteenmonsters dat het aandeel resistente stammen parallel met het antibioticagebruik in Zweden toenam. De jongste twee decennia voerde de Zweedse overheid een aangepast antibioticabeleid. Dat laat zich nu al zien in de berenmuilen van die periode, waarin minder resistentie bacteriën voorkomen.

De studie is een mooi voorbeeld van ecosysteemdenken. We maken deel uit van een holistisch systeem. Onze keuzes in de geneeskunde werken door tot in andere levensvormen. Een prima studie om verder gaten te schieten in het tussenschot tussen natuur- en menswetenschappen.



LUC VAN MEERVELT • Chemicus (KU Leuven)

‘EERSTE ORAAL ANTIVIRAAL GENEESMIDDEL VOOR COVID-19’

Verschillende vaccins bewezen hun nut in de strijd tegen het coronavirus. Maar naast vaccins zochten wetenschappers ook koortsachtig naar een antiviraal geneesmiddel voor de behandeling van coronapatiënten. De voorkeur gaat naar een pilletje dat je eenvoudig kan innemen en waarvoor je niet naar het ziekenhuis moet.

In oktober meldde de firma Merck & Co dat een eerste coronapil een feit was. Het middel, dat de naam Lagevrio kreeg, is gebaseerd op het antiviraal middel molnupiravir. Dat werd ontwikkeld aan de Amerikaanse Emory University en was oorspronkelijk bestemd om griep mee te behandelen. De actieve molecule kan zich inbouwen in het viraal RNA en daar mutaties veroorzaken. Bij genoeg mutaties sterft het virus af. De mutaties worden trouwens willekeurig ingebouwd, zodat het virus moeilijk resistentie kan opbouwen.

Ook andere firma's hebben goede molecules voor een toekomstige coronapil in de pijplijn zitten. Pfizer kwam recent naar buiten met informatie over zijn antiviraal middel paxlovid. Als het binnen de drie dagen na de eerste symptomen wordt toegediend, reduceert het middel het risico op een ziekenhuisopname met 89 procent. Het verhindert dat het virus zich nog kan vermenigvuldigen. De kans is groot dat heel wat landen de coronapil zeer binnenkort kunnen inzetten in de strijd tegen het virus.



imageselect



MANUEL SINTUBIN • Geoloog (KU Leuven)

‘SNELLE WETENSCHAP DANKZIJ TWITTER’

Meer dan ooit stond ik dit jaar versteld van de snelheid waarmee de wetenschap open en transparant gedeeld wordt via digitale kanalen, in het bijzonder de sociale media. Toen op 19 maart de IJslandse vulkaan Fagradalsfjall uitbarstte, was enkele minuten later de hele wereld op de hoogte, met dank aan enkele tweets. De uitbarsting kon je als het ware live vanuit je huiskamer volgen.

Diezelfde nabijheid ging op voor de wetenschap zelf. Geologen waren niet verlegen hun eerste resultaten met de wereld te delen, de eerste interpretatieve proefballonnetjes te lanceren. Iedereen kon over de schouders meekijken bij de onderzoekers op het terrein, de seismologen achter hun scherm, of de geochemici in hun laboratoria.

Ook het debat voltrok zich op Twitter. Online seminaries werden georganiseerd waar je de laatste stand van zaken voorgeschoteld kreeg van het lopende onderzoek. Dat was zo boeiend dat je er ook onmiddellijk mee aan de slag kon met studenten. Het deed me trouwens terugdenken aan de ‘Annales’ en ‘bulletins’ van het begin van de vorige eeuw, waarin je ook de neerslag kon vinden van wetenschappelijke discussies, en zo inzicht kreeg in de wijze waarop bepaalde ideeën tot stand kwamen. Nu gebeurde het gewoon online.

Dat verhaal herhaalde zich toen La Soufrière op Guadeloupe op uitbarsten stond. Elke ochtend kon je snel op Twitter even checken of de magmaprop het nu al gebeven had of niet. Op 8 april was het zo ver. Een derde keer dit jaar was het prijs op La Palma, toen de Cumbre Vieja-vulkaan weer van zich liet horen – en voelen. Ook toen volgden we de uitbarsting op de voet en kregen we dagelijkse updates over de vooruitgang van de lavastromen, de seismische activiteit, enzovoort.

Dat is de kracht van sociale media. Op hun best zijn ze een overvloedige



De uitbarsting van de Cumbre Vieja-vulkaan op La Palma.



Shutterstock

bron van de recentste bevindingen over fenomenen die zich op het ogenblik zelf ontvouwen. Die informatie is er niet alleen voor wetenschappers, maar ook voor de geïnteresseerde leek.

Dat alles zet wel aan tot nadenken over de klassieke vormen van communicatie onder wetenschappers en met het brede publiek. We hoeven niet meer te wachten tot onderzoeksresultaten in een ‘gepolijste’ versie en na peerreview te lezen zijn in een wetenschappelijke publicatie,

of tot de betrokken universiteit met een gehypte persmededeling naar buiten komt. Evenmin hoeven we nog te wachten tot het volgende congres om de nieuwste ontwikkelingen te horen over de onderhavige vulkaanuitbarstingen.

Wetenschappelijke publicaties en congressen blijven een essentiële rol spelen in het wetenschapsbedrijf. Toch krijgen ze een andere, misschien meer reflectieve betekenis in deze online wereld van snelle wetenschap. ■

‘Dit was het jaar van de open wetenschap, waarin onderzoekers niet verlegen waren om hun eerste resultaten met de wereld te delen’