

# SPEKTROGRAMM

## EINBLICKE IN DIE KINDERSTUBE DER STERNE

► Wo im Universum entstehen Sonnen? Und wo fehlt es an stellaren Kinderstuben, obwohl man sie theoretisch erwarten würde? Solchen Fragen geht das Projekt PHANGS nach, indem es Galaxienaufnahmen verschiedener Teleskope miteinander kombiniert. Jedes der Instrumente zeigt eine andere Eigenschaft des entsprechenden Himmelsobjekts. Kombiniert erlauben sie einen Einblick, wie komplex die Sternentstehung ist – und liefern quasi nebenbei beeindruckende, farbenfrohe Bilder aus dem All.

Die Europäische Südsternwarte hat nun eine Auswahl solcher Aufnahmen veröffentlicht. Sie zeigen fünf Galaxien, die mit dem Very Large Telescope (VLT) und dem Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), beide in Chile, gemacht wurden. Es sind jeweils nur bestimmte Wellenlängen im sichtbaren, Infrarot- und Radiobereich des elektromagnetischen Spektrums farblich dargestellt. Das gelblich warme Leuchten weist auf ionisierten Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel hin; an den entsprechenden Stellen befinden sich Gaswolken, die diese Elemente enthalten und in denen junge Sterne entstehen. Blaue Zonen hingegen repräsentieren Bereiche mit alten Sternen. Kaltes Gas, der Rohstoff der Sternentstehung, ist in einem gelbbraunen Ton abgebildet.

»Zum ersten Mal können wir individuelle Sternentstehungsgebiete an zahlreichen Orten und in vielen Umgebungen auflösen – bei einer Auswahl von Galaxien, welche die typische Verteilung von Galaxienarten widerspiegelt«, sagt der Astronom Eric Emsellem von der Europäischen Südsternwarte. Mit Hilfe des VLT haben die mehr als 90 Forscherinnen und Forscher zirka 30 000 Nebel aus warmem Gas beobachtet und rund 15 Millionen Spektren aus verschiedenen galaktischen Regionen gesammelt. Mit ALMA wiederum kartierten sie etwa 100 000 Regionen aus kaltem Gas in 90 nahen Sterninseln. Auch das altgediente Weltraumteleskop Hubble steuerte Galaxienaufnahmen bei.

*Pressemitteilung der Europäischen Südsternwarte (ESO) vom 16. 7. 2021*



ESO/PHANGS | WWW.ESO.ORG/PUBLIC/GALLERY/IMAGES/ESO21104/ | CC BY 4.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY/4.0/LEGALCODE)



## PHYSIK METALLISCHES WASSER IST GOLDEN

► Mittels freier Elektronen lässt sich Wasser zu einem Metall machen und sieht dann aus wie Gold. Das berichtet eine Arbeitsgruppe um Pavel Jungwirth von der Tschechischen Akademie der Wissenschaften in Prag. Der Effekt kommt zu Stande, wenn man Wasserdampf unter niedrigem Druck auf einer flüssigen Natrium-Kalium-Legierung kondensieren lässt. Dann gehen Elektronen aus der Legierung in die nanometerdicke Wasserschicht über und bewegen sich frei in ihr. Sie machen das Wasser zum Metall – und färben es ein.

Einen Stoff in den metallischen Zustand zu überführen, ist auf zweierlei Weise möglich. Zum einen durch Ausüben hohen Drucks, unter dem sich die Atome so nahe kommen, dass ihre Elektronen nicht mehr an spezifische Kerne gebunden sind. Bei Wasser ist das in bisherigen Experimenten nicht gelungen, vermutlich weil hierfür weit höhere Drücke nötig sind, als sie sich derzeit erreichen lassen. Zum anderen kann man frei bewegliche Elektronen in dem jeweiligen Stoff lösen, indem man sie beispielsweise aus Natrium oder Kalium, die sehr



**NICHT ALLES, WAS GLÄNZT...** Eine dünne Wasserschicht, die einen Tropfen aus Natrium und Kalium bedeckt, schimmert golden.

PHILIP E. WATSON, CZECH ACADEMY OF SCIENCES, PRAG

bereitwillig Elektronen abgeben, überreten lässt. Bislang war es schwierig, metallisches Wasser auf diesem Weg herzustellen, denn wenn  $H_2O$  auf Alkalimetalle trifft, reagiert es für gewöhnlich heftig.

Jungwirth und seinem Team gelang es, die Reaktion zu verlangsamen, indem sie flüssige Natrium-Kalium-Tropfen in eine Vakuumkammer schossen, in der ein sehr niedriger Wasserdampfdruck von etwa einem zehnmilliardenstel Bar herrschte. In der Schicht, die auf den Tropfen kondensierte, lösten sich Elektronen, ohne die  $H_2O$ -Moleküle sofort zu spalten. Dies verlieh dem Wasser einen goldenen Farbton.

Allerdings entsteht das Kolorit auf völlig andere Weise als bei echtem

Gold. Während beim Edelmetall ein relativistischer Effekt für das gelbliche Schimmern sorgt – die Elektronen bewegen sich mit einem nennenswerten Bruchteil der Lichtgeschwindigkeit, was ihr Absorptionsverhalten verändert –, sind es in der Wasserschicht kollektive Schwingungen der beweglichen Elektronen, so genannte Plasmonen. Zudem hält der Goldton dort nicht lange, denn die Elektronen bleiben in der wässrigen Phase nur kurze Zeit frei beweglich. Binnen Sekunden färbt sich die Schicht dunkler, wird rotviolett und schließlich von Flecken der Reaktionsprodukte Natriumhydroxid und Kaliumhydroxid durchsetzt.

*Nature* 10.1038/s41586-021-03646-5, 2021

## MEDIZIN ZELLEN LEGEN NANO- MINEN GEGEN BAKTERIEN

► Ein bisher komplett unbekannter Mechanismus des Immunsystems bekämpft Bakterien in Körperzellen. Wie eine Arbeitsgruppe um John D. MacMicking von der Yale University berichtet, setzen Zellen etwa der Schleimhäute und der Blutgefäßwand das Protein APOL3 in ihren Innenraum frei. Dringen anschließend krankmachende Bakterien ein, tötet APOL3 sie. Der Mechanismus sei nicht nur völlig überraschend, er verdeutliche ebenso, dass potenziell jede Körperzelle an der Immunabwehr beteiligt sein

könne, kommentiert der Immunologe Carl Nathan von der Cornell University diese Erkenntnisse.

Das Team um MacMicking untersuchte, wie der Botenstoff Interferon-gamma ( $IFN-\gamma$ ) den Organismus beeinflusst.  $IFN-\gamma$  ist an Entzündungsprozessen beteiligt und spielt eine entscheidende Rolle sowohl für das angeborene als auch für das erworbene Immunsystem. Der Stoff aktiviert jedoch ebenso Gene in Zellen, von denen bisher nicht bekannt war, dass sie an der Immunabwehr mitwirken. Mit Hilfe der Genschere CRISPR-Cas schalteten die Forscher insgesamt 19050 solcher Gene aus, um deren Funktion zu bestimmen. Dabei zeigte sich, dass APOL3 in der Lage ist,

Bakterien abzutöten und verschiedene Zelltypen vor bakteriellen Infektionen zu schützen. Das Molekül verlässt dabei nicht die Zelle.

Stattdessen funktioniert APOL3 im Zellplasma wie eine antibakterielle Mine. Dringt ein Erreger in die Zelle ein und stößt er auf das Protein, wird er vernichtet. Vermutlich zerfetzt das Eiweiß die Bakterienhülle: APOL3 gehört zur Gruppe der Apolipoproteine, die seifenähnliche Eigenschaften haben. Ein Teil des Moleküls ist wasser-, der andere fettlöslich. Dadurch binden sich diese Stoffe an Lipidmoleküle der Bakterienmembran und reißen sie aus ihrem Verband.

*Science* 10.1126/science.abb8113, 2021

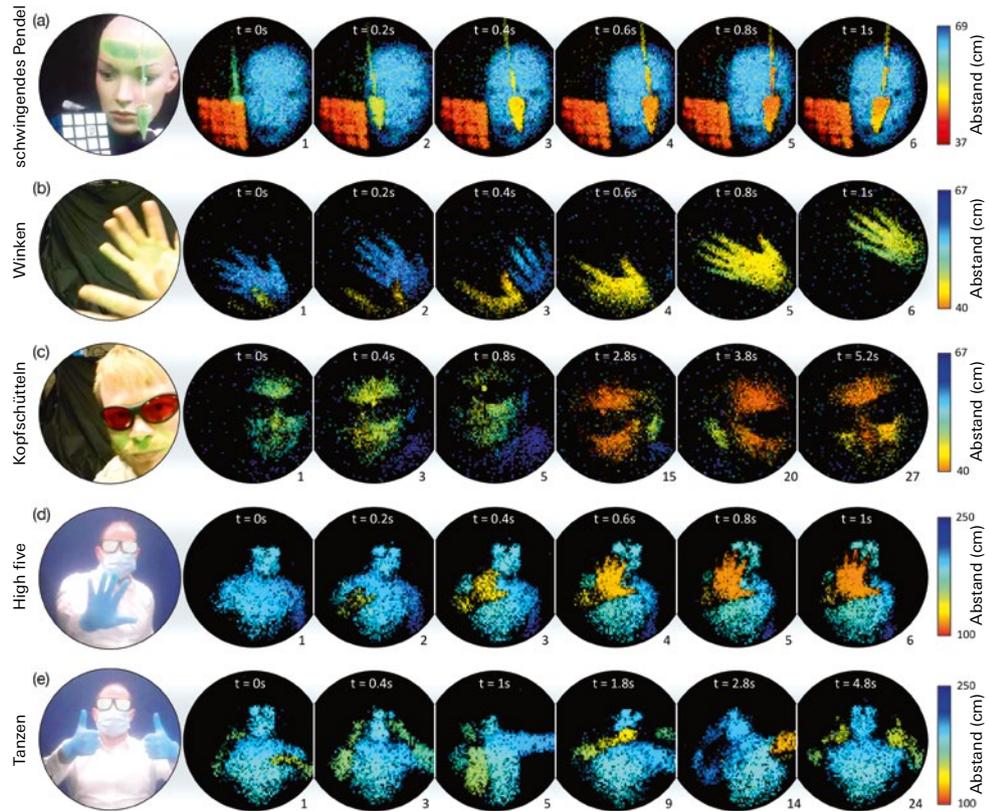
## TECHNIK EIN HAARDÜNNER LASERSCANNER

Wissenschaftler um Miles Padget von der University of Glasgow haben einen Laserscanner entwickelt, der ein dreidimensionales Abbild der Umgebung liefert und seine Signale dabei durch Glasfasern laufen lässt, die nur Bruchteile von Millimetern dick sind. Damit hoffen sie Endoskope bauen zu können, die durch winzigste Öffnungen hindurch filmen.

Das Grundprinzip lautet, einen Laserimpuls durch eine Glasfaser zu senden und dessen Reflexion mit einer weiteren Faser aufzufangen. Die Zeitspanne zwischen Aussendung und Empfang verrät millimetergenau, wie weit das reflektierende Objekt entfernt ist. Durch punktweises Abtasten lässt sich das Objekt abbilden. Noch aus einer Distanz von zweieinhalb Metern kann das System Aufnahmen anfertigen.

Die Wissenschaftler müssen die Laserpulse dabei exakt modulieren. Deren Wellenfront ist so geformt, dass jeder Puls auf einen einzigen, frei wählbaren Punkt fokussiert. In ersten Tests gelang es, pro Sekunde 23.000 Punkte abzutasten und deren Entfernungen zu ermitteln. Daraus entsteht im Computer ein dreidimensionales Bild.

Das größte Problem liegt darin, dass die 40 Zentimeter lange Glasfaser den Laserpuls stört und seine Modulierung verzerrt. Padget und sein Team erfassen deshalb, wie sich ein bestimmtes Signal während der Passage verändert. Bei der eigentlichen Messung formen



STELLINGA, D. ET AL.: TIME OF FLIGHT 3D IMAGING THROUGH MULTIMODE OPTICAL FIBRES. ARXIV 2107.11450, 2021. FIG. 2 (ARXIV.ORG/ABS/2107.11450) / CC BY 4.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/4.0/LEGALCODE)

sie den Laserpuls dann vorab so, dass erst die Störung ihm die gewünschte Gestalt gibt. Das funktioniert bislang allerdings nur, solange die Faser nicht bewegt wird, was einen Einsatz als Endoskop noch vereitelt.

Eine weitere Schwierigkeit stellt die zweite Glasfaser dar: Weil sie möglichst viel reflektiertes Licht sammeln muss, ließ sie sich in den Tests nicht dünner machen als einen halben Millimeter. Aber es gebe denkbare Alternativen, schreiben die Forscher.

**SCHLÜSSELLOCH-BLICK** Mit dünnen Glasfasern gelingt es, bewegte Objekte (ganz links) als Punktwolken abzubilden (Bildserien rechts).

So könnte man Fasern nutzen, die im Kernbereich den Laserpuls leiten und in der Peripherie das Lichtecho einfangen. In puncto Platzbedarf sei dies besonders effizient.

arXiv 2107.11450, 2021



**IN ENTWICKLUNG** Noch ist das Verfahren, Objekte durch schmale Glasfasern hindurch mit modulierten Laserpulsen abzulichten, im Laborstadium.

## PALÄOBIOLOGIE GAB ES TIERE SCHON VOR 890 MILLIONEN JAHREN?

► Etwa 890 Millionen Jahre alte Versteinerungen könnten von frühen Schwämmen stammen. Damit wären die ersten Tierfossilien nicht nur 350 Millionen Jahre betagter als die bisher ältesten bekannten Spuren von Vielzellern – sie würden zudem aus einer Zeit stammen, als es nach verbreiteter Ansicht noch gar nicht genug Sauerstoff für sie gab.

Elizabeth C. Turner von der Laurentian University in Kanada berichtet, in den Überresten eines einst von Zyanobakterien aufgebauten Riffs röhrenartige, verzweigte Strukturen gefunden zu haben. Diese ähnelten sowohl den Fasernetzen existierender Hornschwämme als auch jüngeren Fossilien, die nachweislich von solchen Schwämmen stammen. Zudem befanden sich

die Strukturen bevorzugt in Bereichen des früheren Riffs, die nicht von den Mikroben genutzt wurden, vermutlich weil dort nur wenig Licht hinkam. Sollte sich diese Annahme bestätigen, würde das nicht nur genetische Analysen stützen, denen zufolge die ersten Tiere vor rund einer Milliarde Jahren entstanden – es würde ebenso bedeuten, dass diese Lebewesen nicht notwendigerweise vom Sauerstoffgehalt der Atmosphäre abhingen.

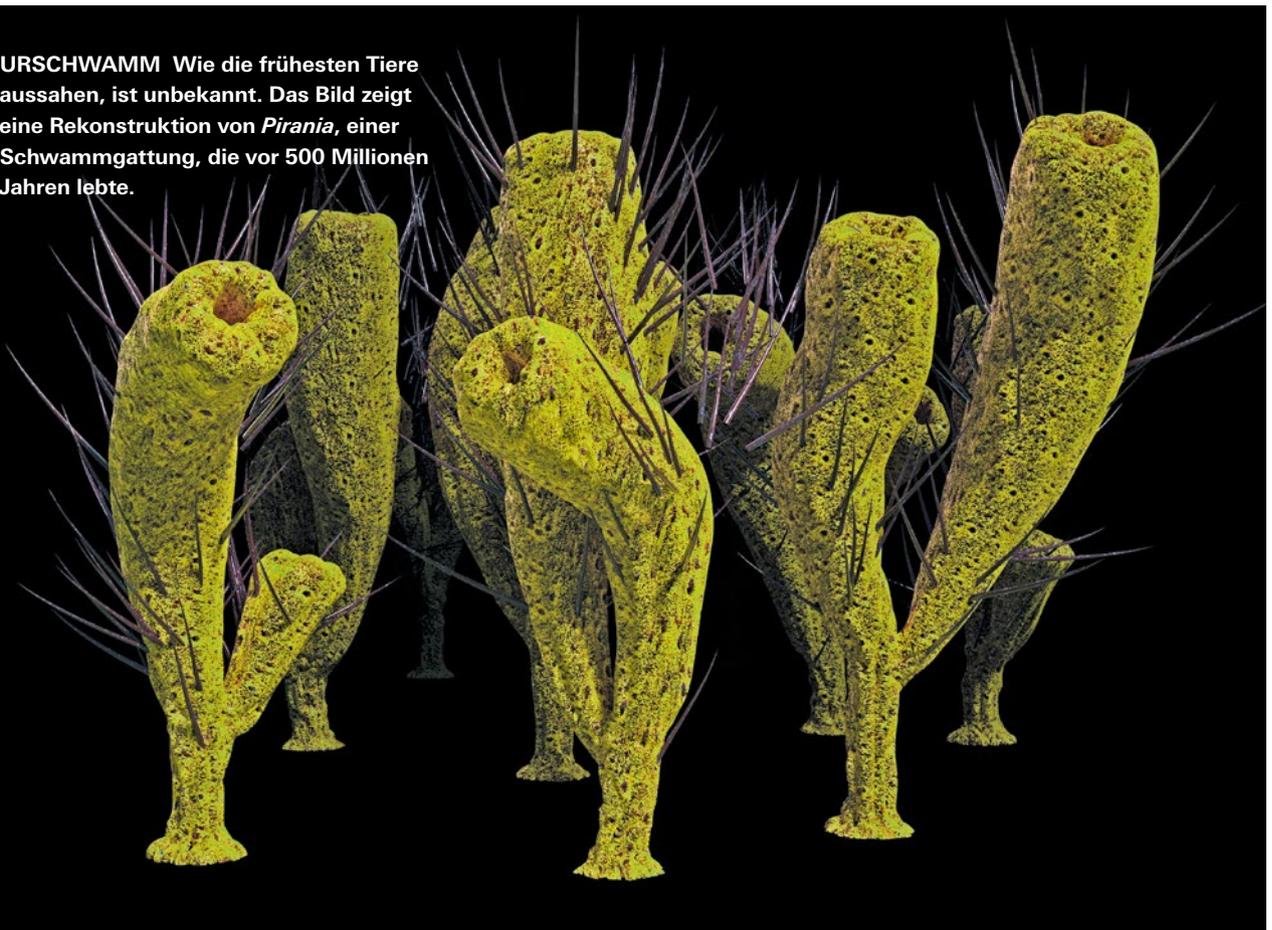
Tiere, auch Metazoen genannt, unterscheiden sich drastisch von Mikroben wie Bakterien. Ihre Zellen sind deutlich komplexer aufgebaut und bilden große gemeinsame Strukturen. Wann sie auf der Bühne der Evolution auftauchten, ist unklar. Molekulare Uhren deuten darauf hin, dass der gemeinsame Vorfahr aller Schwämme, der mutmaßlich ältesten Tiergruppe, vor knapp einer Milliarde Jahre lebte. Doch fehlen bisher Tierfossilien aus dieser Zeit. Lediglich chemische Marker

sprechen für die Existenz von Schwämmen vor mehr als 650 Millionen Jahren. Allgemein gehen Forscher davon aus, dass Tiere zwingend auf einen bestimmten Mindestsauerstoffgehalt angewiesen sind und deswegen erst erschienen, nachdem sich entsprechend viel Sauerstoff in der Umwelt angesammelt hatte, was vermutlich vor frühestens etwa 800 Millionen Jahren eintrat.

Turner schlägt eine Erklärung dafür vor, wie urtümliche Schwämme bereits 90 Millionen Jahre vorher existieren konnten. Vielleicht sei damals die Sauerstoffkonzentration rund um die Riffe, also in der Nähe der Fotosynthese betreibenden Bakterien, deutlich höher gewesen als im restlichen Ozean. Tiere seien womöglich auf diese sauerstoffreichen Oasen beschränkt gewesen. Einige moderne Schwämme seien zudem noch heute in der Lage, sehr niedrige Sauerstoffkonzentrationen zu tolerieren.

*Nature 10.1038/s41586-021-03773-z, 2021*

**URSCHWAMM** Wie die frühesten Tiere aussahen, ist unbekannt. Das Bild zeigt eine Rekonstruktion von *Pirania*, einer Schwammgattung, die vor 500 Millionen Jahren lebte.



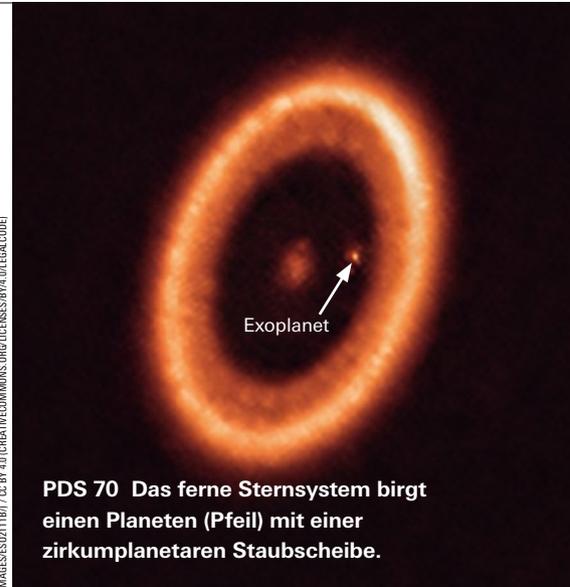
## ASTRONOMIE ENTSTEHT HIER EIN EXOMOND?

► In den Weiten des Universums existieren sicherlich Exomonde: Begleiter von Exoplaneten, von Planeten also, die in fernen Sonnensystemen kreisen. Sie sind allerdings schwieriger nachzuweisen als die Exoplaneten selbst. Letztere fallen meist dadurch auf, dass sie vor ihrem Mutterstern vorbeiwandern und diesen dabei geringfügig abdunkeln. Da Exomonde erheblich kleiner sind, dürften die von ihnen verursachten Abschattungen deutlich schwächer ausfallen und sich den heutigen Beobachtungsverfahren vielfach entziehen. Dementsprechend gibt es bisher nur indirekte oder unbestätigte Hinweise auf Exomonde.

Myriam Benisty von der Universität Grenoble Alpes und ihr Team haben nun möglicherweise einen Exomond bei der Entstehung beobachtet. Mit Hilfe des Radioteleskops Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) wies die Gruppe erstmals eine

zirkumplanetare Gas- und Staubscheibe um einen fernen Himmelskörper im Sternsystem PDS 70 nach. Das System befindet sich 370 Lichtjahre von uns entfernt und besitzt mindestens zwei große jupiterähnliche Planeten. ALMA registrierte die schwachen Radiowellen, die aus der Umgebung jener Planeten eintrafen, während das Very Large Telescope (VLT) der Europäischen Südsternwarte das sichtbare und infrarote Licht der Himmelskörper einfing. Die Messungen belegen: Um den äußeren der beiden Planeten erstreckt sich eine Staubscheibe, die einen Exomond hervorbringen könnte.

Im Gegensatz zu Ringen wie beim Saturn, die aus dem Zusammenprall von Kometen und anderen kleinen Himmelskörpern hervorgegangen sind, handelt es sich bei zirkumplanetaren Scheiben um Überbleibsel der Planetenentstehung. ALMA hat diesbezüglich deutliche Unterschiede zwischen den beiden Exoplaneten von PDS 70 registriert. Der innere ist ungefähr so weit von seinem Stern entfernt wie Uranus von der Sonne. Er verfügt über einen kräftigen Staub-



**PDS 70** Das ferne Sternsystem birgt einen Planeten (Pfeil) mit einer zirkumplanetaren Staubscheibe.

ALMA (ESO/NAOJ/BENISTY ET AL. (WWW.ESO.ORG/PUBLIC/GERMANY/IMAGES/0211/1703174) ICHIBATA/REGIMONS.09010005.074.01.GCALCODE)

schweif, den er hinter sich herzieht. Der äußere hat etwa den gleichen Abstand zu seinem Stern wie Neptun von der Sonne und besitzt bis zu zehnmal mehr Masse als der Jupiter, was ihn zu einem wahren Giganten macht. Daher erscheint es plausibel, dass er eine eigene Staubscheibe besitzt, in der Monde entstehen.

*Astrophysical Journal Letters 916, 2021*

## GENETIK FALSCH GENSEQUENZEN IN HUNDERTEN PUBLIKATIONEN

► DNA- und RNA-Sequenzdaten in humangenetischen Fachartikeln enthalten erstaunlich oft Fehler, wie eine computergestützte Analyse belegt. Eine Arbeitsgruppe um Jennifer Byrne von der University of Sydney hat rund 12000 Veröffentlichungen untersucht und bei mehr als 700 Studien festgestellt, dass die DNA- oder RNA-Sequenzen der dort aufgeführten Versuchsreagenzien falsch angegeben waren. Ein bedenklich großer Anteil dieser Arbeiten sei unzuverlässig, schließen die Forscher.

Das Team hat ein Softwaretool namens Seek & Blastn entwickelt, mit dem sich Fehler in Gendaten finden lassen. Es extrahiert kurze Nukleotid-

sequenzen aus Dokumenten und gleicht sie mit der öffentlich zugänglichen Datenbank Blastn ab, um zu ermitteln, ob sie zu einem menschlichen Gen passen. Ist das nicht der Fall, markiert das Tool die jeweilige Sequenz und die Forscher überprüfen sie anschließend manuell.

Von den insgesamt 712 als fehlerhaft aufgefallenen Studien (rund sechs Prozent aller untersuchten Arbeiten aus 78 Fachzeitschriften) seien bislang lediglich 11 zurückgezogen worden, berichtet das Team. Falsche Sequenzen kämen besonders häufig in Arbeiten vor, die sich mit Krebsgenetik befassen – etwa mit der Wirksamkeit einschlägiger Arzneistoffe oder mit der Funktion von Tumorgenen. Manche Fehler passieren wohl unbeabsichtigt, betont Byrne, allerdings seien auch zahlreiche Ungenauigkeiten aufgefallen, die sich kaum plausibel erklären ließen. So seien, um menschliches Erbmateriale zu vervielfältigen, mitunter

Reagenzien eingesetzt worden, die überhaupt nicht auf menschliche Sequenzen abzielen. Viele der problematischen Arbeiten haben Autoren verfasst, die mit chinesischen Krankenhäusern in Verbindung stehen. Studien aus diesem Umfeld sind schon früher in Verdacht geraten, aus so genannten Publikationsfabriken zu stammen; hunderte wurden allein im Jahr 2020 zurückgezogen.

Unklar sei, ob die Ergebnisse repräsentativ für die gesamte Genetikfachliteratur stehen, kommentiert Olavo Amaral von der Federal University of Rio de Janeiro. Gleichwohl seien sie ein Warnzeichen und ein Hinweis darauf, dass die üblichen Peer-Review-Prozesse sehr schlecht abschnitten, wenn es um die Prüfung von Sequenzdaten geht. Es mangle an systematischeren Formen der Qualitätskontrolle.

*bioRxiv 10.1101/2021.07.29.453321, 2021*