

kennen, ist
n Kliniken
n. Weitere
eline.

KI-Zukunft
en aus den
llen werden
geführt und
aten aus der
Genomtests
mikroskopbil-
nte der Ärzte.
ritt dafür ist
tation von gro-
ie GPT-4. Es
erten Daten
ionen zu ge-
pe hat bereits
damit gesam-
em Datenwirr-
derte Therapie
Klein vom Uni-
f einen Blick
„Patho-Utopia“
unft mit KI. In
ntierten arXiv
nem Team um
n der Harvard
oliziert wurde,
e Visionen zu
„Foundation
II-Modell, das
Informationen
hat – ein Bild-
, der mit 100
Berichten von
spatienten und
en Gewebeauf-
de.

und klinische
ngeht, hat sich
Tests bewährt.
ntwicklung teu-
gewonnen, so
ft an, wenn die
beseitigt wer-
gen zur Datensi-
die KI-Modelle
zertifiziert wer-
errungen durch
wie mit halluzi-
nieren ist – so-
der Haftung, all
lle Bremskötze.
loge Arndt Hart-
bei aller KI-Eu-
nd zu Protokoll:
vind es sicher wei-
zwanzig Jahren

JAN MÜLLER-JUNG

werden muss.

Indigo auf der Faser: Blue Jeans.

Foto The Image Bank/Getty Images

gesunken der gesamten EU
im Jahr 2021.

wieder. Mögliche
Marline durch des
Die Forscher um
Humboldt-Univer
durch Drohnenau
nomen aufmerksa

Das Eis wird

Die weltgrößte C
Gletscher in der
Doomsday-Gletsch
reits in den 1940
nen, sich zurück
Studie von Geol
Houston nahe, d
zin „PNAS“ ersc
hatten Bohrkern
resbodens in der
nommen und u
radioaktiven Bl
konnten sie die C
im vergangenen
ren, und zwar bis
noch keine Satell
lich waren. Ve
Westantarktis, d
durch ein extre
nis damals erw
scher. Der Glet
Millionen Tonnen
wasser trägt jäh
balen Anstieg de

Zwerg Narb

Weiß Zwergst
tenweiß. Bei di
sich um verglü
schon welche
auf einen hohe
menten schlie
men pauschal
muss sich um
Asteroiden od
deln, die der S
kamen. Die N
aber immer ho
fläche verteilt
nomen in de
Letters“ von c
ßen Zwerges,
aus Planeten
vom Aufprall
der Größe de
Sonnensyste
bar an einem
Weißen Zwer
scher, es müs
schen Feld z
Material zus

La Ola in der Milchstraße

Sterne und Gaswolken der lokalen Galaxis schwingen in einer Riesenwelle – und das Sonnensystem tanzt mit

Obwohl mittlerweile gut erforscht, birgt unsere Heimatgalaxie noch jede Menge Geheimnisse – sogar direkt vor unserer galaktischen Haustür. So hatten amerikanische und österreichische Astronomen erst vor vier Jahren eine seltsame wellenartige Struktur aus Gaswolken und jungen Sternen in der Milchstraße entdeckt, die sich über eine gigantische Länge von etwa 9000 Lichtjahren erstreckt. Das ist fast ein Zehntel des Durchmessers unserer Galaxis. Gerade einmal 800 Lichtjahre von unserem Sonnensystem entfernt, durchzieht die wellenförmige Struktur den Spiralarm der Milchstraße, in der auch die Erde liegt. Bislang war unklar, ob diese Radcliffe-Welle bezeichnete großräumige Struktur, in der junge Sterne geboren werden, ein statisches oder ein dynamisches Gebilde ist.

Diese Frage hat nun eine Gruppe von Astronomen beantwortet: Demnach oszillieren die Sterne und das Gas in der Radcliffe-Welle nach einem ähnlichen Prinzip, wie man es zum Beispiel von der La-Ola-Welle im Fußballstadion kennt: Eine Stadionwelle schreitet mit den periodisch aufstehenden und sich setzenden Zuschauern durch die Ränge; die Radcliffe-Welle wandert aufgrund der periodisch um die galaktische Ebene schwingenden Sterne und Gaswolken durch die Milchstraße. „Anhand der Bewegung der Baby-Sterne, die in den Gaswolken entlang der Radcliffe-Welle geboren wurden, können wir die Bewegung ihres Geburtsgases verfolgen und damit zeigen, dass sich die Radcliffe-Welle tatsächlich bewegt“, erklärt Ralf Konietzka vom Zentrum für Astrophysik an der Harvard University (CfA), der Erstautor der Studie, die nun in „Nature“ erschienen ist.

Die Radcliffe-Welle – benannt nach dem Radcliffe Institute for Advanced Study der Harvard-Universität – wurde im Jahr 2020 in den Beobachtungsdaten des europäischen Weltraumteles-

kops Gaia entdeckt. Gaia hat im Zuge seiner Himmelsdurchmusterungen die Positionen und Bewegungen mehrerer Milliarden Sterne in der Milchstraße mit bislang unerreichter Präzision vermessen.

Die Forschergruppe um Konietzka, zu der auch Astronomen aus München und Wien gehören, hat nun eine weitere Veröffentlichungsrunde frischer Gaia-Daten für ihre Analysen genutzt. Das Ergebnis ist eindeutig – die Radcliffe-Welle durchzieht nicht nur als „richtige“ Welle unseren lokalen Milchstraßen-Spiralarm, sie driftet auch mit einer Geschwindigkeit von fünf Kilometern pro Sekunde vom galaktischen Zentrum fort. Die Wellenamplitude, also die maximale Auslenkung der Sterne aus der Nulllage, ist rund 700 Lichtjahre groß, die Wellenlänge etwa 6500 Lichtjahre. Die maximale Geschwindigkeit, mit der die Ob-

jekte in der Radcliffe-Welle schwingen, beträgt etwa 14 Kilometer pro Sekunde. Damit ist die Welle eine der größten zusammenhängenden oszillierenden Strukturen in der Milchstraße. Ihre kosmische Nähe wirkt sich auch auf unser Sonnensystem aus: Wie die Astronomen berechnet haben, oszilliert auch unsere Sonne mit einer Periode von rund 95 Millionen Jahren. Dadurch durchstößt das Sonnensystem immer wieder die galaktische Ebene der Milchstraße, wo Sterne und Gaswolken dichter stehen.

Allerdings kann bisher nicht schlüssig erklärt werden, wie die Radcliffe-Welle entstanden ist und warum sie sich durch die Milchstraße bewegt. Theorien für ihre Entstehung gibt es mehrere, keine passt allerdings bislang zu allen Beobachtungsdaten: Einige dieser Theorien, so Konietzka und Kollegen, versuchen die Entstehung der

Welle durch interne Vorgänge in der Milchstraße zu erklären – etwa durch gehäufte Explosionen massereicher Sterne in Supernovae. Einer Hypothese zufolge war die Radcliffe-Welle der Ursprung für die sogenannte Lokale Blase, in der sich auch unser Sonnensystem befindet. In diesem etwa 1000 Lichtjahre durchmessenden Volumen beläuft sich die Dichte der interstellaren Materie auf nur ein Zehntel der mittleren Dichte der Milchstraße. Die Astronomen glauben, dass die Lokale Blase vor etwa 15 Millionen Jahren durch die Explosion mehrerer Supernovae entstanden ist. Die Schwingungen der Radcliffe-Welle könnte dafür der entscheidende Auslöser gewesen sein.

Die wahrscheinlichste Erklärung ist aber ein Einfluss, der von außerhalb kam: Immer wieder passieren Galaxien wie die Milchstraße kleinere Galaxien, kollidieren sogar mit ihnen und verleihen sich die Zergalaxien dabei komplett ein. Ein solches Kollisionseignis unserer Galaxis könnte die periodische Bewegung der Sterne und Gaswolken der Radcliffe-Welle ausgelöst haben. In diesem Fall ließe sich die oszillierende großräumige Struktur mit Wasserwellen auf der Oberfläche eines Teichs vergleichen, in den man einen Stein geworfen hat.

Die entscheidende, die Schwingung bestimmende Wechselwirkung ist nach Ansicht Konietzkas und seiner Mitautoren die Gravitationskraft der sichtbaren Materie aus Atomen und Molekülen. Die unsichtbare Dunkle Materie hingegen, deren physikalische Natur nach wie vor ungeklärt ist, sei für die Erzeugung der Welle nicht notwendig und spielt allenfalls eine Nebenrolle. Die Forscher hoffen, dass sie mit verfeinerten Beobachtungsdaten des Gaia-Observatoriums und anderen Teleskopen herausfinden können, ob solche galaktischen Wellen eine Seltenheit sind oder ob sie auch in anderen Galaxien vorkommen.

JAN HATTENBACH



Die Radcliffe-Welle erstreckt sich über 9000 Lichtjahre. Die blauen Punkte sind junge Sterne. Der gelbe Punkt ist unsere Sonne.
Bild Harvard University