

# WISSEN

## EINE MINUTE CHEMIE

### Edles Gas für die Narkose

Im Universum ist Helium das zweithäufigste Element, doch auf der Erde wird es knapp

WOLFGANG W. MERKEL

Helium ist nach Wasserstoff das häufigste chemische Element im Kosmos – wenn man die mysteriöse Dunkle Materie außen vor lässt. Im All entstand der (ebenfalls nach Wasserstoff) zweitleichteste Stoff schon in den ersten Minuten nach dem Urknall durch Fusion aus Wasserstoffatomen. Seither wabert er durch das Universum. Doch auf der Erde, wo sich überwiegend schwere Elemente zu Gesteinen materialisierten, ist Helium selten und entsprechend teuer. Experten warnen vor einer Verknappung. In Industrieländern ist der Verbrauch zwar stabil, doch weltweit steigt er an.

Da könnte die Gewinnung bald an ihre Grenzen kommen, weshalb intensiv nach Möglichkeiten gesucht wird, Helium zu ersetzen. Im Prinzip kann man das Edelgas aus verflüssigter Luft destillieren, aber bei einem Anteil von 0,00052 Prozent ist das zu aufwendig. In Erdgas steckt Helium immerhin mit einem Gehalt von sieben Prozent, da lohnt das „Abschöpfen“.

Helium wird vor allem zur Tiefst Kühlung benötigt. Auf minus 269 Grad Celsius heruntergekühlt (vier Grad über dem absoluten Nullpunkt) und verflüssigt, ist es die einzige Kühlflüssigkeit für supraleitende Spulen in Magnetresonanztomografen und den eng mit ihnen verwandten NMR-Spektrografen, mit denen man die chemische Zusammensetzung von Stoffen analysieren kann. Auch Teilchenbeschleuniger nutzen Helium zur Kühlung ihrer Magnetspulen. Bekannt sind Helium-gefüllte Luftschiffe und Ballons. Außerdem wird das Edelgas zum Schweißen benötigt, wenn man die Schweißstelle vor korrodierendem Sauerstoff schützen muss. In manchen Analysegeräten steckt Helium als chemisch neutrales Trägergas für Spurenstoffe, zudem wird es manchen Atemgasen für Taucher und OP-Patienten beigemischt.

So weit die technisch-physikalische Bedeutung. Aber welche chemischen Reaktionen geht Helium ein? Gar keine wichtigen – es ist schließlich ein Edelgas, was nichts anderes bedeutet, als dass seine Atome extrem ungern Verbindungen mit anderen Atomen eingehen. Das liegt daran, dass das Heliumatom eine einzige mit zwei Elektronen „abgefüllte“ Elektronenhülle hat. Das ist ein sehr stabiler Zustand, der die Verbindung mit anderen Elektronenhüllen ausschließt. Allenfalls unter ganz extremen Laborbedingungen bringen Forscher kurzfristig sehr instabile Helium-Helium- und Helium-Wasserstoff-Verbindungen zustande. Eine praktische Bedeutung haben die nicht.

sig, ist es die einzige Kühlflüssigkeit für supraleitende Spulen in Magnetresonanztomografen und den eng mit ihnen verwandten NMR-Spektrografen, mit denen man die chemische Zusammensetzung von Stoffen analysieren kann. Auch Teilchenbeschleuniger nutzen Helium zur Kühlung ihrer Magnetspulen. Bekannt sind Helium-gefüllte Luftschiffe und Ballons. Außerdem wird das Edelgas zum Schweißen benötigt, wenn man die Schweißstelle vor korrodierendem Sauerstoff schützen muss. In manchen Analysegeräten steckt Helium als chemisch neutrales Trägergas für Spurenstoffe, zudem wird es manchen Atemgasen für Taucher und OP-Patienten beigemischt.

So weit die technisch-physikalische Bedeutung. Aber welche chemischen Reaktionen geht Helium ein? Gar keine wichtigen – es ist schließlich ein Edelgas, was nichts anderes bedeutet, als dass seine Atome extrem ungern Verbindungen mit anderen Atomen eingehen. Das liegt daran, dass das Heliumatom eine einzige mit zwei Elektronen „abgefüllte“ Elektronenhülle hat. Das ist ein sehr stabiler Zustand, der die Verbindung mit anderen Elektronenhüllen ausschließt. Allenfalls unter ganz extremen Laborbedingungen bringen Forscher kurzfristig sehr instabile Helium-Helium- und Helium-Wasserstoff-Verbindungen zustande. Eine praktische Bedeutung haben die nicht.

■ Bei Stotterern arbeiten zwei Hirnareale schlecht zusammen. Das eine erkennt gehörte Worte, das andere sendet zu sprechende Worte an die Sprachmuskulatur

■ Betroffene steuern bereits die Sprechmuskulatur an, bevor die Planung der Wörter im Gehirn überhaupt abgeschlossen ist

BEATRICE WAGNER

In dieser schweren Stunde ... wahrscheinlich ... der schicksalhaftesten in unserer Geschichte ...“ Die Rede gelang nur mit Pausen, aber sie war denkwürdig: Anlässlich der Kriegserklärung Englands an Deutschland am 3. September 1939 sprach der britische König George VI. zu seinem Volk. Es glückte dem Monarchen nicht nur mithilfe der neuen Rundfunktechnik, sondern auch durch die Unterstützung seines Sprechtherapeuten.

Dies wissen wir seit dem Film „The King's Speech“ aus dem Jahr 2010. Und seit Kurzem wissen Wissenschaftler sogar, wo die Hauptursachen des Stotterns liegen, sie haben damit auch die Basis für effektive Stottertherapien gefunden. Denn klar scheint nun: Stotternde nutzen ihr Gehirn beim Sprechen anders als Nichtstotternde. Die Sprechstörung basiere, so wisse man, auf einer Veranlagung und betreffe ein Prozent der Bevölkerung, so die Bundesvereinigung Stotterer-Selbsthilfe zum Welttag des Stotterns am kommenden Samstag.

Normalerweise benötigen wir zum Sprechen Regionen im Gehirn, die sich überwiegend in der linken Hälfte befinden. Dazu gehört das sogenannte Wernicke-Areal, ein Bereich, der grundlegende Höreindrücke weiterverarbeitet und der Laut- und Spracherkennung dient. Die Höririnde, wo wahrgenommene Laute auch dahingehend interpretiert werden, ob es sich wohl um echte Wörter oder doch nur um Geräusche handelt, liegt beidseitig etwa in der Gegend der Ohren. Sie filtert Wörter aus der Geräuschkulisse und gibt sie an das in der linken Hirnhälfte liegende Wernicke-Areal weiter, wo sie entschlüsselt werden.

Ebenfalls in der linken Hirnhälfte liegt ein als Broca-Areal bekanntes Gebiet, das wir beispielsweise brauchen, um Objekte zu benennen und die richtigen Wörter zu finden. „Die Verbindung zwischen Broca-Areal und Wernicke-Areal ist bei Stotternden nicht gut ausgebildet. Möglicherweise ist ein Grund dafür, dass bei ihnen das Hör-Feedback der eigenen Sprache gestört ist“, erklärt Katrin Neumann, Professorin für Sprach-, Stimm- und kindliche Hörstörungen an der Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde der Universität Frankfurt. Man hört sich also selbst nicht richtig, was verwirrend sein kann. In „The King's Speech“ beinhaltet die Therapie deswegen auch, dass dem Patienten George VI. Musik auf die Ohren eingespielt wurde, er sich somit selbst nicht hören konnte und unter diesen Umständen einen Text rezitieren sollte. Und das gelang.

Das Broca-Areal ist normalerweise gut vernetzt mit verschiedenen weiteren Regionen im Gehirn, so zum Beispiel mit den Teilen der Hirnrinde, die für die Ansteuerung der Sprechmuskulatur zuständig sind (sprechmotorischer Cortex) und dem linken Schläfenhirn (temporale Cortex), was für das Hören und Verstehen von Sprache wichtig ist. Es ist auch vernetzt mit dem cingulären Cortex, der dazu da ist, Aufmerksamkeit zu schaffen. Auf diese Weise kann das Broca-Areal die gesuchten Laute und Wörter finden, die gesprochen werden sollen.

Es ist außerdem an der Sprachproduktion beteiligt, denn es enthält ein Gedächtnis für feinmotorische Befehle. Hier werden also die Muskelbewegungen codiert, die zum Sprechen der Wörter erforderlich sind. Und deswegen ist es auch mit dem Kleinhirn und den Basalganglien verbunden, die wichtige sprechmotorische Koordinationsaufgaben erfüllen. Sprechen und Sprache verstehen sind also vernetzte Aktionen, die überwiegend im linken Teil des Hirns stattfinden. Bei stotternden Menschen sind diese Vernetzungen gestört. Die Areale arbeiten nicht gut zusammen. Das haben die Frankfurter Wissenschaftler unter anderem mithilfe der funktionellen Magnetresonanztomografie (fMRT) sichtbar gemacht, die Hirnaktivitäten registrieren kann.

Unsere Sprachproduktion spielt sich in kurzen, nur wenige Millisekunden dauernden Schritten ab, die zeitlich fein aufeinander abgestimmt sind und sich teilweise überlappen. Zeitlich hochauflö-



Am 3. September 1939 erklärte George VI. Deutschland den Krieg. Zugleich errang er den Sieg über sein Sprechproblem (Filmfoto)

## Wenn Sprache im Großhirn stecken bleibt

Welttag des Stotterns: Moderne Bildgebung deckt die Ursachen dieser Sprechstörung auf

### BERÜHMTE STOTTERER

König **George VI.** von Großbritannien ist spätestens seit dem Kinofilm „The King's Speech“ der bekannteste Stotterer der Geschichte. In der Leidens- und Erlösungsgeschichte mit Colin Firth in der Hauptrolle spielt Geoffrey Rush den etwas respektlosen, aber erfolgreichen Sprachtherapeuten Lionel Logue. Der war zunächst Lehrer für Schauspielkunst und freie Rede, therapierte dann aber auch traumatisierte Soldaten. Ab 1924 arbeitete er in London. Paradox erscheint es, wenn einem Stotterer geraten wird, mit Sprache zu arbeiten, nämlich zu schauspielern: So kam **Bruce Willis** zu Ruhm. Rowan Atkinson ging als „Mr. Bean“ lange den umgekehrten Weg: Er

überzeugte durch Mimik. Mittlerweile hat er als James-Bond-Parodie Johnny English sein Sprechproblem überwunden. Ebenfalls im mimischen Milieu wurde Marilyn Monroe ein Star. Auch die Wissenschaftsgenie **Sir Isaac Newton** und Charles Darwin litten unter dem Problem. Das Alte Testament berichtet von **Moses** als Stotterer. In klassischen Altertum plagten sich Vergil, Aesop und Demosthenes, der mit Kieselsteinen im Mund Sprechen übte. Aufs Schreiben konzentriert(e) sich dagegen die stotternden Autoren W. Somerset Maugham, **Lewis Carroll** und John Updike. In der Politik nicht zu vergessen: Georges VI. Zeitgenosse **Winston Churchill**.

sende Messungen der magnetischen Aktivität des Gehirns (Magnetencephalografie, MEG) zeigten, dass bei Stotternden die Reihenfolge verdrert ist, mit der verschiedene Areale ansteuern. Während wir normalerweise zuerst die Zusammensetzung der Wortlaute planen und dann die Motorik abrufen, ist das bei Stotternden umgekehrt: Sie steuern die Sprechmuskulatur an, noch bevor die Wortplanung abgeschlossen ist.

Zu mehr als 80 Prozent ist dafür die genetische Veranlagung die Ursache, glauben die Hirnforscher. Auf diese Weise kämen Anomalien in der Struktur des Gehirns zustande, insbesondere eben in den Sprachregionen der linken Hirnhemisphäre. Dem versucht das Hirn gegenzusteuern, erklärt Katrin Neumann. „Kompensatorisch ist das Gehirn von Stotternden dazu übergegangen, rechts-hemisphärische Regionen zum Sprechen zu benutzen, obwohl diese gar nicht darauf spezialisiert sind.“ Auch das zeigt die fMRT. „Kein Nichtstotternder, aber alle Stotternden zeigten in unseren Untersuchungen ein Ausweichen auf die dem Broca-Areal gegenüberliegende Hirnseite“, berichtet Neumann.

So gesehen ist das Stottern nicht nur Ausdruck einer Störung, sondern auch eines – ungenügenden – Ausgleichversuches: Um sprechen zu können, versucht das Gehirn das Bestmögliche aus der Situation zu machen – es weicht in die andere Hirnhälfte aus. Dieses Phänomen ist in der Hirnforschung auch in anderen Bereichen bekannt und wird als „homologe Area-Adaptation“ bezeichnet.

Das Ausweichen kann funktionieren, wenn ein Stotternder beispielsweise völlig flüssig mit seinem Haustier spricht. Aber unter kommunikativem Stress ist es nicht besonders erfolgreich. Dann kommt es zu einer gestörten Steuerung

der am Sprechen beteiligten Muskeln. Die Mundartikulations-, Stimm- und Atemmuskulatur, mit deren Hilfe die Wörter geformt werden, erhalten keine präzisen Kommandos aus dem Gehirn. Das führt zu Silbenviederholungen, wie bei „Va-Va-Va-Vater“ oder Dehnungen wie in „Mmmmmutter“ oder einem Hängenbleiben am Wortanfang oder mitten im Wort, wie zum Beispiel bei „...itte“. Stottern kann aber auch gut versteckt sein hinter Füllwörtern wie „eh, na, also“ und Selbstkorrekturen und Umgehungsmanövern gefürchteter Wörter. All das unterbricht den Redefluss.

Wenn eine Stottertherapie Erwachsene wieder flüssiger sprechen lässt, werden ineffektive Kompensationsversuche in anderen Hirngebieten aufgegeben, und Hirnaktivitäten verlagern sich beim Sprechen wieder mehr in die linke Hirnhälfte – zurück in jene Seite, die eigentlich auf das Sprechen spezialisiert ist. Allerdings nicht genau in die defekten Sprechregionen, denn diese sind schließlich nach wie vor nicht ganz funktionsfähig, sondern nur in ihre Nähe. Offenbar kann so das durcheinandergeratene Zusammenspiel von Sinnesverarbeitung und Muskelsteuerung normalisiert werden. „Dabei wird die Rückmeldung, die wir fortlaufend über das eigene Sprechen erhalten, zum Beispiel durch das Hören der eigenen Sprache, exakt in die Planung unserer sprechmotorischen Aktivitäten eingepasst“, so Neumann. Leider hält dieser Effekt meist nicht dauerhaft an. Oft sind lebenslang wiederholte Therapien nötig.

Nun gibt es aber auch noch Personen, die das Stottern von selbst wieder verlieren. Das ist bei den meisten stotternden Kinder so. Bei Erwachsenen, die ihr Stottern erst nach der Pubertät spontan losgeworden sind, fanden die Hirnforscher im fMRT erstaunliche Unterschiede der Hirnaktivität verglichen mit stotternden, aber auch mit nicht stotternden Erwachsenen. Gemeint sind die Mehraktivierungen im linken unteren Stirnhirn (orbitofrontaler Cortex) ganz in der Nähe von weißen Fasern, die bei Stotternden Defekte aufweisen. Diese Gebiete scheinen für die dauerhaft korrekte Integration des Feedbacks in die Sprechmotorik zuständig zu sein, um der Muskulatur die richtigen Befehle zu geben – eine wichtige Erkenntnis, um Stottertherapien künftig effektiver zu machen.

Flüssiges Sprechen kann bei Stotternden zum Beispiel mithilfe eines vorgegebenen Sprechrhythmus oder einer vorgegebenen Melodie erreicht werden. Singen oder Gedichtrezitieren gelingt stotterfrei. Hier wird der Takt der Musik oder des Gedichts offensichtlich zum Dirigenten, der es dem Gehirn erleichtert, die Funktionen der verschiedenen Sprechareale zu synchronisieren. Therapeutisch wird dieses Prinzip in der Fluency-Shaping-Therapie eingesetzt. Hierbei wird ein zunächst langsamer Sprechrhythmus über einen Computer vorgegeben, und es wird mit weichen Stimmglocken und bewusstem Atmen gesprochen. Die Pausen in der Rede von George VI. lassen vermuten, dass auch er damit gearbeitet hat. Über das langsame und häufige Üben lernen die Patienten, den äußeren Taktgeber in einen inneren zu überführen und damit die Areale zu synchronisieren. „Die Bahnen zwischen den Sprechzentren sind ja nicht komplett kaputt, sie funktionieren wieder, wenn man günstige Bedingungen schafft“, sagt Katrin Neumann.

Wirksame Therapien setzen auch auf das Modifizieren des Stotterns und auf die Konfrontation mit dem Sprachfehler. Dabei lernen die Betroffenen, sich dem Stottern zu stellen, es nicht zu fürchten, sogar bewusst zu stottern und sich geschickt aus Stotterereignissen wieder herauszuziehen. Sie üben so, mit der psychischen Anspannung besser umzugehen, die das Stottern so oft begleitet. Denn Selbstgespräche oder Gespräche mit vertrauten Menschen laufen meist stotterfrei ab. Das selbstbewusste, angstfreie Sprechen vor und mit Fremden steht im Mittelpunkt dieser Behandlung. Beide Therapiearten lassen sich kombinieren.

Da kindliches Stottern am besten in der Kindheit heilbar ist, nach der Pubertät hingegen nur noch selten, gilt: Stottern, das länger als ein halbes Jahr besteht und keine Rückbildungstendenz zeigt, gehört behandelt. Fluency- und Stottermodifikationstherapien funktionieren bei Kindern besonders gut. Für das Alter von drei bis fünf Jahren schließlich gibt es das australische „Lidcombe-Programm“. Die Eltern werden zu Co-Therapeuten herangebildet und lernen, Kinder in strukturierten Spielsituationen für flüssiges Sprechen zu loben und hin und wieder unverkrampt auf das Stottern hinzuweisen. Eine solche Verhaltenstherapie funktioniert allerdings nur bei den Kleinen. Sie sind für Zusammenspiel von Lob und Lernen besonders empfänglich.

### ONLINE

Was hilft Stotterern, ihr Sprechproblem zu überwinden? Wie kann man sie dabei am besten unterstützen? Weitere Artikel zu diesem Thema finden Sie unter

welt.de/stottern

## KOMPAKT

### ASTRONOMIE

#### „Herschel“ findet gefrorene Ozeane bei jungem Stern

Astronomen haben weitere Hinweise darauf entdeckt, wie das Wasser auf die Erde kam. Mit dem Weltraumteleskop „Herschel“ spürten sie große Mengen an Eis in der Nähe eines jungen Sterns auf. Die Beobachtungen



legen nahe, dass die Gas- und Staubscheibe um den Stern TW Hydrae gefrorenes Wasser im Umfang von mehreren tausend irdischen Ozeanen enthält, berichtet Michiel Hogerheijde vom Observatorium Leiden in „Science“. Dieses Eis könnte zur Wasserquelle für noch nicht entstandene Planeten des Sterns werden.

### MEDIZIN

#### Handy-Telefonieren erhöht Krebsrisiko nicht

Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der häufigen Nutzung des Handys und der Häufigkeit von Hirntumoren. Das berichten dänische Forscher nach der bisher größten Studie zum Thema im „British Medical Journal“. Das Team hatte die Daten von mehr als 350 000 Handy-Nutzern ausgewertet, die über 18 Jahre hinweg beobachtet worden waren. Selbst in der Gruppe derjenigen, die ihr Mobiltelefon seit mehr als 13 Jahren nutzen, waren es aber kaum mehr Erkrankte als unter Nichtnutzern. Durch die Begrenzung der Studie auf 15 Jahre wollen die Forscher aber nicht gänzlich ausschließen, dass extreme Vieltelefonierer nach noch längerer Zeit ein leicht erhöhtes Risiko tragen.

### ANTHROPOLOGIE

#### Schon erste Menschen in Amerika jagten Großwild

Nicht erst die stark verbreitete Clovis-Kultur hat in Nordamerika Großwild gejagt und dessen Ausrottung betrieben, sondern schon frühere Menschengruppen, berichten Forscher um Michael Waters von der Texas A&M University in „Science“. Sie hatten 13 800 Jahre alte Überreste von Amerikanischen Mastodonten untersucht. Die elefantenähnlichen Rüsseltiere wurden demnach schon 800 Jahre vor dem Auftauchen der Clovis-

Kultur mit Speeren gejagt. Die Forscher hatten einen Mastodon-Rippenknochen gefunden und datiert, in dem noch ein Teil einer Waffenspitze steckte. Damit seien die Clovis-Menschen nicht allein verantwortlich für das spätere Aussterben dieser großen Tiere in Nordamerika.

### HIRNFORSCHUNG

#### Sprachliche Intelligenz schwankt bei Kindern

Der Intelligenzquotient (IQ) kann sich während der Teenagerjahre ändern, berichten Wissenschaftler vom University College in London im Journal „Nature“. Es bestehe die Tendenz, Kinder früh im Leben zu beurteilen und ihren Ausbildungsweg festzulegen. Die Ergebnisse zeigten aber, dass sich die Intelligenz noch steigern könne. Leistungsstarke Kinder hielten ihr Potenzial andererseits nicht immer. Die Wissenschaftler hatten 33 Jugendliche zwischen zwölf und 16 Jahren untersucht. Von ihrem Gehirn wurden Magnetresonanztomogramme gemacht, zudem unterzogen sie sich einem gängigen Intelligenztest. Dies wurde vier Jahre später wiederholt.

### CHEMIE

#### EU-Kommission legt Definition für „Nano“ vor

Was bedeutet „Nano“ genau? Die EU-Kommission gibt jetzt eine Definition: Nanomaterialien umfassen Partikel mit einer Größe von ein bis 100 Nanometer Durchmesser. Diese Definition soll es EU-Stellen ermöglichen, Listen von Stoffen zu erarbeiten, die auf gesundheitliche Unbedenklichkeit zu testen sind. Bis zum Abschluss solcher Tests sollen bestehende Nano-Produkte nicht vom Markt genommen werden, so die EU-Kommission. Die Europäische Verbraucherschutzorganisation BEUC fordert indes Unbedenklichkeitsprüfungen vor der Marktzulassung.

### RAUMFAHRT

# 3,1

Kilometer höher fliegt die Internationale Raumstation (ISS), nachdem die Triebwerke des Service-Moduls Swesda für knapp zwei Minuten gezündet wurden. Jetzt fliegt die ISS auf einer Höhe von 387,8 Kilometer um die Erde. Die Bahnkorrektur soll günstige Bedingungen für die Ankopplung der nächsten Raumschiffe schaffen.