

Schärferer Blick auf die Nanowelt

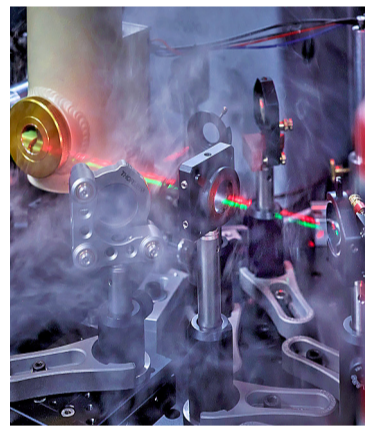
Physiker der Uni Halle entwickeln Methode.

HALLE/MZ/MM. Wissenschaftler der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) und des Max-Planck-Instituts für Mikrostrukturphysik haben eine neue Methode zur Untersuchung magnetischer Nanostrukturen entwickelt. Mit einer Auflösung von rund 70 Nanometern übertrifft diese Technik die Auflösung herkömmlicher Lichtmikroskope, die nur etwa 500 Nanometer erreichen. Zur Einordnung: Ein Nanometer ist ein millionstel Millimeter.

Die Forschung ist ein bedeutender Schritt für die Entwicklung energieeffizienter Speichertechnologien auf Basis der Spin-Elektronik. Die Ergebnisse wurden kürzlich in der Fachzeitschrift „ACS Nano“ veröffentlicht.

Höhere Auflösung

„Ein Laserstrahl fokussiert auf die Spitze eines Kraftmikroskops und erzeugt so ein räumlich begrenztes Temperaturgefälle“, erklärt Prof. Dr. Georg Woltersdorf vom Institut für Physik der MLU. Diese Methode nutzt den anomalen Nernst-Effekt (ANE), um eine elektrische Spannung in einem magnetischen Material zu erzeugen, die senkrecht zur Magnetisierung und dem Temperaturgefälle steht. Dadurch werden ANE-Messungen mit deutlich höherer Auflösung ermöglicht als mit herkömmlichen optischen Methoden.



Mit einem Laser werden in Halle magnetische Nanostrukturen untersucht. FOTO: UNI HALLE/MARCO WARMUTH

Bisherige Studien zur magnetischen Polarisation in der Ebene konzentrierten sich nur auf senkrechte Temperaturgefälle. Um auch die Polarisation senkrecht zur Ebene zu messen, muss jedoch auch das Temperaturgefälle in der Probenebene berücksichtigt werden. Die neue Methode schließt diese Lücke und zeigt, wie ANE-Messungen im Nanometerbereich zuverlässiger durchgeführt werden können, so das Forscherteam. Zur Veranschaulichung verwendeten die Wissenschaftler den Kern eines magnetischen Wirbels als bekannte magnetische Struktur.

Exzellenzcluster

Ein weiterer Vorteil der Technik: Sie funktioniert auch bei antiferromagnetischen Materialien mit chiraler Struktur. „Unsere Ergebnisse sind wichtig für die thermoelektrische Bildgebung spintronischer Bauelemente, was wir bereits an chiralen Antiferromagneten nachgewiesen haben“, so Georg Woltersdorf.

Zudem stärkt die Methode das geplante Exzellenzcluster „Center for Chiral Electronics“, das die MLU gemeinsam mit der Freien Universität Berlin, der Universität Regensburg und dem Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik anstrebt. Ziel der Forschung ist es, die Grundlagen für die Elektronik der Zukunft zu legen. Die Entscheidung über den Zuschlag soll im Mai 2025 fallen.

Wie Super-Ager im Hirn fit bleiben

Sie sind 80 Jahre alt, haben aber ein Gedächtnis wie ein 50-Jähriger: Solche Menschen sind Ausnahmen. Aber warum gibt es sie – und was geschieht in ihrem Kopf? Dieses Rätsel will Neurowissenschaftlerin Anne Maass aus Magdeburg lösen.

MAGDEBURG/MZ. Mit seinen rund 100 Milliarden Nervenzellen ist unser Gehirn das komplexeste Organ, das die Natur je entwickelt hat. Forscher aus aller Welt arbeiten daran, seine Funktionen besser zu verstehen. In Magdeburg beschäftigt sich Neurowissenschaftlerin Anne Maass mit Menschen, die deutlich länger geistig fit bleiben als andere. Was es mit diesen Super-Agern auf sich hat, erklärt sie im Interview mit MZ-Wissenschaftsredakteur **Matthias Müller**. Und auch, was jeder für sein Gedächtnis tun kann.

Frau Prof. Maass, Sie forschen zum Thema Super-Ager. Das klingt fast schon eher nach Superheld oder Werbeschlagwort als nach Wissenschaft. Was genau verbirgt sich dahinter?

Prof. Dr. Anne Maass: (lacht). Das Wort kommt aus den USA, dort liebt man solche Begriffe. Dort wird das Wort Super-Ager auch in ganz unterschiedlichen Kontexten genutzt. In unserer Forschung, bei der wir uns mit dem alternden Gehirn beschäftigen, bezeichnet man damit einen Menschen im hohen Alter, also über 80 Jahre, der die gleiche Gedächtnisleistung erbringt wie eine 20 bis 30 Jahre jüngere Person. Das ist etwas Besonderes, denn bei den meisten Menschen nimmt die Gedächtnisleistung im Durchschnitt ab einem Alter von 65 Jahren ab – übrigens auch bei jenen, die nicht unter einer Demenzerkrankung leiden.

Was macht solche Menschen, die besonders lange geistig fit sind, für Sie als Forscherin so interessant?

Wir wollen zunächst einmal verstehen, warum sie ein solch gutes Gedächtnis bewahren. Das könnte später die Möglichkeit für neue Therapieansätze eröffnen. Wir untersuchen also, was im Gehirn von Super-Agern passiert – und durch welche Faktoren wie Lebensstil und Genetik das bedingt wird. Dabei analysieren wir auch mit moderner Bildgebung, ob das Hirn solcher Menschen größer ist.

Gleich einmal eingehakt: Haben Super-Ager denn nun ein größeres oder besonderes Gehirn?

Es gibt bislang relativ wenige, kleinere Studien dazu. Aber eines zeigt sich dabei immer wieder: Einige Regionen im Hirn sind bei Super-Agern tatsächlich größer. Etwa der vordere cinguläre Kortex, einer der Knotenpunkte im Hirn, der sehr stark mit anderen Bereichen vernetzt ist. Dort bündeln sich vielfältige Aufgaben: Emotionen, Sprache, Gedächtnis, soziale Interaktionen. Es ist also möglich, dass die Vergrößerung in diesem Areal bei Super-Agern als eine Art Reserveregion in jüngeren Jahren durch eine hohe Bildung und ein aktives Leben entstanden ist – um damit später den altersbedingten Abbau des Gedächtnisses kompensieren zu können.

Kann jeder Mensch ein Super-Ager werden – wie kann man sein Gedächtnis fit halten?

Diese Frage ist schwer zu beantworten. Super-Ager sind nur ein kleiner Teil der Menschen. Ich glaube daher nicht, dass jeder im Alter so werden kann. Auch, weil wir noch nicht genau wissen, welche Rolle die Genetik dabei spielt.

Dennoch kann man ganz klar sagen, dass jeder für sich etwas dafür tun kann, um kognitiv gesund zu bleiben. Beispiel Demenz: Die internationale Lancet-Kommission hat erst in diesem Jahr ihre Liste der Risikofaktoren für diese Erkrankung ergänzt und benennt dabei nun insgesamt 14 Punkte. Dazu gehören Bluthochdruck, Alkohol und Rauchen, körperliche Inaktivität und ein geringer Bildungsgrad genauso wie schlechter Schlaf, hohes Cholesterin, Einsamkeit, Schwerhörigkeit und ein eingeschränktes Sehvermögen. Wer



Das menschliche Gehirn wiegt etwa 1,5 Kilogramm und ist so groß wie zwei geballte Fäuste. Seine Nervenbahnen sind insgesamt 5,8 Millionen Kilometer lang. Übrigens: Der bislang weltweit höchstauflöste Gehirnschscan eines lebenden Menschen wurde 2017 von Forschern der Uni Magdeburg aufgenommen. FOTO: DPA

Die Reserven des Gehirns mobilisieren

Prof. Dr. Anne Maass hat Biochemie in Potsdam studiert und dann den Masterstudiengang Integrative Neuroscience an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg studiert. Dort hat sie die zwei Jahre lang andauernde 25. Dorothea-Erxleben-Gastprofessur inne, mit der seit 1997/98 exzellente Wissenschaftler unterstützt werden. Bereits seit 2019 leitet Anne Maass die Arbeitsgruppe „Multimodales Neuroimaging“ am Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) in der Landeshauptstadt. Zurzeit forscht sie im Rahmen des seit 2021 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereichs SFB 1436 „Neuronale Ressourcen der Kognition“.

Zwölf Millionen Euro hat die DFG jetzt für die Fortsetzung des SFB bis 2028 bewilligt. Über 40 Wissenschaftler gehen in 20 Projekten der Frage nach, welche neurobiologischen Mechanismen unsere kognitiven Fähigkeiten begrenzen – besonders bei Alterungsprozessen und Erkrankungen wie Alzheimer. Ihre Erkenntnisse sollen helfen, die Reserven des Gehirns künftig gezielt zu mobilisieren und Gedächtnis, Lernen und Aufmerksamkeit zu stärken. Beteiligt sind aus Magdeburg die Universität, das DZNE und das Leibniz-Institut für Neurobiologie sowie Partner wie die Charité und die FU Berlin sowie die Unis Leipzig und Heidelberg. Mehr Infos, auch zur Studienteilnahme, unter <https://sfb1436.de/de/> **MM**

diese Risiken vermeidet, kann sein Risiko für eine Demenz um bis zu 45 Prozent senken. Wenn wir uns die Super-Ager anschauen, dann sehen wir jedenfalls, dass diese tendenziell ein aktiveres Leben im mittleren Alter geführt haben – da ging es zum Beispiel um das Erlernen von Sprachen oder eines Musikinstruments sowie um Reisen und Lesen. Und jetzt im Alter stellt man bei diesen Menschen oft niedrigere Werte von Blutdruck und Blutzucker fest.

Also ein gesunder Geist in einem gesunden Körper?

Es gibt Untersuchungen, die zeigen, dass Fitnesstraining plus Gedächtnistraining plus Ernährungsberatung bei der Vermeidung von Demenz helfen kann. Und eine meiner eigenen Studien hat ergeben, dass bei älteren Menschen nach drei Monaten regelmäßigem Training auf dem Laufband auch die Durchblutung im Hippocampus steigt, einer Gedächtnisregion im Hirn. Das Wissen um die Verbindung von Körper und Geist ist also schon vorhanden – es muss eben auch angewendet werden.

Was genau lässt unser Gehirn überhaupt altern oder beeinflusst unser Gedächtnis negativ? Immer wieder liest man von be-

stimmten Proteinen, die dabei eine Rolle spielen.

Bei der Alzheimer-Erkrankung etwa lagern sich typischerweise die beiden Proteine Amyloid-beta und Tau im Gehirn ab und stören die Kommunikation zwischen Zellen. Nervenzellen sterben infolge dessen ab – die kognitiven Fähigkeiten der betroffenen Menschen lassen stark nach. Tau-Ablagerungen im

„Einige Regionen im Hirn sind bei Super-Agern größer.“

Gehirn allein findet man jedoch auch bei Personen ohne eine Demenz – und sie sind offenbar ein wichtiger Faktor für die Gedächtnisleistung. Warum sie sich aber überhaupt ablagern und welchen Einfluss sie genau haben, dazu wird derzeit noch geforscht. Es scheint generell so zu sein, dass Regionen wie der Hippocampus besonders empfindlich für die Ablagerungen von Tau-Proteinen sind. Und Super-Ager, auch das zeigen Studiendaten, haben weni-



Neurowissenschaftlerin Anne Maass hat derzeit die Dorothea-Erxleben-Gastprofessur an der Uni Magdeburg inne. FOTO: JANA DÖNNHAUPT/UNIVERSITÄT MAGDEBURG

ger solche Ablagerungen als typische Ältere.

An der Universität Magdeburg wird in einem großen Sonderforschungsbereich mit mehreren Kooperationspartnern ergründet, wie man das kognitive Potenzial des Gehirns steigern und erhalten kann. Kann man sich dafür als Studienteilnehmer zur Verfügung stellen und sein Gedächtnis testen lassen?

Ja, wir suchen noch Menschen aus Magdeburg und Umgebung, die 60 Jahre alt oder älter sind – ganz spezifisch auch über 80-Jährige. Letztere gruppieren wir dann aufgrund ihrer Gedächtnisleistung in Super-Ager und Nicht-Super-Ager ein. Dafür gibt es einen Standardtest, bei dem sich die Probanden Wörter merken müssen.

Wir schauen uns dann an, welche Unterschiede es zwischen den Angehörigen beider Gruppen gibt: Wie sieht ihr Gehirn aus? Gibt es dort Ablagerungen von Tau-Proteinen? Dazu gibt es Fragen zur Gesundheit, etwa zu Stress und Ernährung. Und auch der Lebensstil, den sie in früheren Jahren pflegten, wird abgefragt. Ziel ist auch, jüngere Probanden, also ab einem Alter von 60, über Jahre hinweg zu begleiten und somit Langzeitdaten zu erheben.

Dabei werden die Probanden auch im europaweit leistungsstärkste 7-Tesla-MRT untersucht. Wie läuft das ab?

Die Untersuchung dauert 30 Minuten bis maximal eine Stunde. Es geht dabei zum einen darum, anatomische Bilder des Gehirns zu machen. Man schaut dabei auf Hirnzellen und Verbindungen und darauf, ob eine Person davon mehr oder weniger im Gehirn besitzt. Es findet aber auch eine funktionelle Bildgebung statt. Dabei müssen die Probanden im MRT Gedächtnisaufgaben lösen oder etwas lernen – und man kann erkennen, ob bei einigen beispielsweise der Hippocampus dabei aktiver ist. Mit dem 7-Tesla-MRT hat man eine besonders gute Auflösung. Diese ermöglicht es, auch in die unteren Regionen solcher Bereiche zu schauen, sozusagen in die Schaltkreise.

bleibt noch eine Frage: Warum beschäftigt man sich als junge Forscherin ausgerechnet mit dem Altern?

Ich finde es extrem spannend, wie unterschiedlich Menschen und ihr Gehirn altern können. Es gibt Personen, die sind 80 und wirken wie 60 – und andere, die sind 60 und wirken wie 80. Das ist für mich faszinierend.