

Die vielen Facetten der Aufmerksamkeit

Ein viel bemühter Begriff harrt noch immer seiner wissenschaftlichen Klärung. Fest steht jedoch: Hinter »Aufmerksamkeit« verbirgt sich ein kompliziertes Puzzle ganz unterschiedlicher kognitiver Teilleistungen.

Von Reinhard Werth

Nach einem anstrengenden Arbeitstag fährt Herr S. mit dem Auto nach Hause. Er nimmt seine übliche, vertraute Strecke und lässt im Geist noch einige Ereignisse des Tages Revue passieren. Plötzlich schrecken ihn Hupen und das Geräusch blockierender Räder auf. Er sieht gerade noch, wie ein Fahrzeug auf ihn zurast. Später wird ihm unerklärlich sein, wie er das Stoppschild und das andere Auto übersehen konnte. Vor Gericht wird man ihm vorwerfen, er habe dem Straßenverkehr nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt und sei schuld an dem Unfall.

Doch was heißt hier eigentlich »Aufmerksamkeit«? In den letzten Jahrzehnten hat sich bei Untersuchungen von Gesunden, von Heranwachsenden mit Aufmerksamkeitsstörungen und von hirngeschädigten Patienten gezeigt: Was wir alltags-sprachlich als Aufmerksamkeit bezeichnen, setzt sich in Wirklichkeit aus mehreren voneinander unabhängigen Einzelleistungen unseres Gehirns zusammen. Entsprechend unterschiedlich können auch mögliche Einbußen ausfallen, denn jede dieser Komponenten kann für sich gestört sein, während andere intakt bleiben. Bis heute ist diese Erkenntnis

allerdings weder in die gängigen diagnostischen Handbücher psychischer Störungen, das DSM-IV und den ICD-10, noch in die medizinischen Praxis eingegangen.

Eine zentrale Einzelleistung ist die Steuerung des Aufmerksamkeitsfelds – jenes Ausschnitts unserer Umgebung, auf den wir bewusst achten. Die Empfindlichkeit unseres Sehsystems passt sich den Umständen an. Erwarten wir beispielsweise, dass ein Auto von rechts im Gesichtsfeld auftauchen könnte, während wir die Augen geradeaus auf den Verkehr vor uns gerichtet halten, erhöhen wir willentlich die Sensibilität des Gehirns für Informationen im rechten Sehfeld. Subjektiv erleben wir das als Richten der Aufmerksamkeit dorthin. Man kann in Labormessungen nachweisen, dass dann in dem entsprechenden Netzhautareal lichtschwache Reize Reaktionen auslösen, die normalerweise nicht mehr registriert würden. Es lassen sich sogar gezielt sehr kleine Bereiche unseres Gesichtsfelds auf diese Weise sensibilisieren.

Je schwerer die Aufgabe, desto mehr Hirnaktivität

Welche neurobiologischen Mechanismen dem zu Grunde liegen, entdeckte ein Forscherteam um Yao Chen und Susana Martinez-Conde vom Laboratory of Visual Neuroscience des Barrow Neurological Institute in Phoenix, US-Bundesstaat Arizona. Die Wissenschaftler brachten Affen bei, geradeaus zu blicken, während ein Lichtreiz irgendwo im Gesichtsfeld erscheint. Zudem trainierten sie die Tiere darauf, bei einer veränderten Farbe des Reizes einen Hebel zu betätigen. Vor einem solchen Stimulus erhielten die Affen einen Hinweis, in welchem Bereich des Gesichtsfelds er erscheinen wird und ob sich die Farbänderung einfach oder nur schwer entdecken lässt. Je nachdem richteten sie folglich mehr oder weniger Aufmerksamkeit dorthin, wo sie den Lichtreiz erwarteten.

Es zeigte sich, dass bei einer als schwierig angekündigten Aufgabe 42 Prozent der Nervenzellen im betreffenden Bereich des Sehsystems des Großhirns (Area V1) überdurchschnittlich stark feuerten. Erwarteten die Tiere eine leichte

AUF EINEN BLICK

SCHEINWERFER DES BEWUSSTSEINS

1 Was wir im Alltag »Aufmerksamkeit« nennen, setzt sich aus **mehreren voneinander unabhängigen Teilleistungen** zusammen. Entsprechend unterschiedlich fallen auch einzelne Aufmerksamkeitsdefizite aus.

2 **Heranwachsende mit ADHS** leiden unter Umständen an sehr verschiedenen Teilleistungsstörungen. Kinderärzte und Therapeuten müssen sie daher jeweils individuell betrachten und behandeln.

3 Die Fokussierung der Aufmerksamkeit wird durch Hirnstrukturen gesteuert, die **Teile des präfrontalen Kortex und der Großhirnrinde im Bereich von Schläfen- und Scheitellappen** einschließen.

Aufgabe, waren nur acht Prozent der Neurone dort aktiver. Dieser Zusammenhang zwischen Aufmerksamkeit und Höhe der Entladungsrate trat jedoch nur in jenen Bereichen der Sehrinde auf, die den Ort im Gesichtsfeld repräsentieren, für den die Reize angekündigt waren.

Übertragen auf den Fall von Herrn S. lässt sich annehmen, dass dieser seine Aufmerksamkeit in Fahrtrichtung richtete, also in das Zentrum des Gesichtsfelds. In dessen Außenbereichen erwartete er keine bedeutsamen Reize wie sich nähernde Fahrzeuge, da er irrtümlich glaubte, er hätte Vorfahrt. Wegen seiner Müdigkeit war das Aufmerksamkeitsniveau dort besonders niedrig. Die Hirnareale, die diese äußeren Gesichtsfeldbereiche repräsentieren, waren also nur sehr wenig aktiv. Informationen am Gesichtsfeldrand wie das Stoppschild oder das sich nähernde Fahrzeug übersah er deshalb.

Fehlsteuerungen des Aufmerksamkeitsfelds treten auch bei verschiedenen Störungen auf, wie man sie häufig bei Kindern und Jugendlichen beobachtet: Das Feld weitet sich nicht nach den Erfordernissen der Situation aus, weshalb die Betroffenen Objekte übersehen, etwa im Schulunterricht. Sie wirken dann oft schwerfällig und reaktionsträge. Umgekehrt weisen viele Kinder mit einem Aufmerksamkeitsdefizitsyndrom mit oder ohne Hyperaktivität (AD(H)S) eine dauernde

Selbst ein auffälliges Stoppschild übersieht ein Autofahrer leicht, wenn seine Aufmerksamkeit nicht darauf gerichtet ist. Im konkreten Einzelfall führt vielleicht Müdigkeit zu einem eingegengten Aufmerksamkeitsfeld oder zu unsystematischen Suchbewegungen von Augen und Kopf.

DREAMTIME / CHRIS DRISCOLL



Weitstellung des Aufmerksamkeitsfelds auf. Sie registrieren dadurch fortwährend völlig irrelevante Objekte der Umwelt, lassen sich also beispielsweise in der Schule leicht ablenken, anstatt sich mit dem zu beschäftigen, was ihren Lehrern wichtig ist. »Ihr Kind ist unfähig, sich mehr als fünf Minuten auf etwas zu konzentrieren«, bekommen die Eltern dann oft vorgehalten.

Ein typischer Fall von erweitertem Aufmerksamkeitsfeld tritt etwa bei meiner Patientin Frau H. zu Tage. In einer Umgebung mit zahlreichen ablenkenden Reizen, zum Beispiel einem Restaurant, fällt es ihr schwer, sich auf den Gesprächspartner zu konzentrieren. Fortwährend entdeckt sie Personen im Gesichtsfeld, die andere Menschen übersehen würden, und ihre Augen springen unwillkürlich bald zu dieser, bald zu jener. Zudem kann Frau H. es nicht vermeiden, Gesprächen an Nachbartischen zuzuhören, die sonst niemand wahrnehme. Dennoch ist sie in entscheidenden Situationen mit einiger Anstrengung in der Lage, ihre Aufmerksamkeit zu fokussieren, so dass sie in Studium und Beruf erfolgreich ist. Das ständig erweiterte Aufmerksamkeitsfeld hat hier sogar den Vorteil, dass Frau H. über eine besondere Beobachtungsgabe verfügt und manches aufschnappt, was anderen entgeht. Damit handelt es sich bei ihrem Fall zwar um eine Abweichung von der Norm, aber keine echte Erkrankung.

Ganz anders verhielt es sich bei einem siebenjährigen Jungen, den ich vor einigen Jahren untersuchte. Er konnte sei-

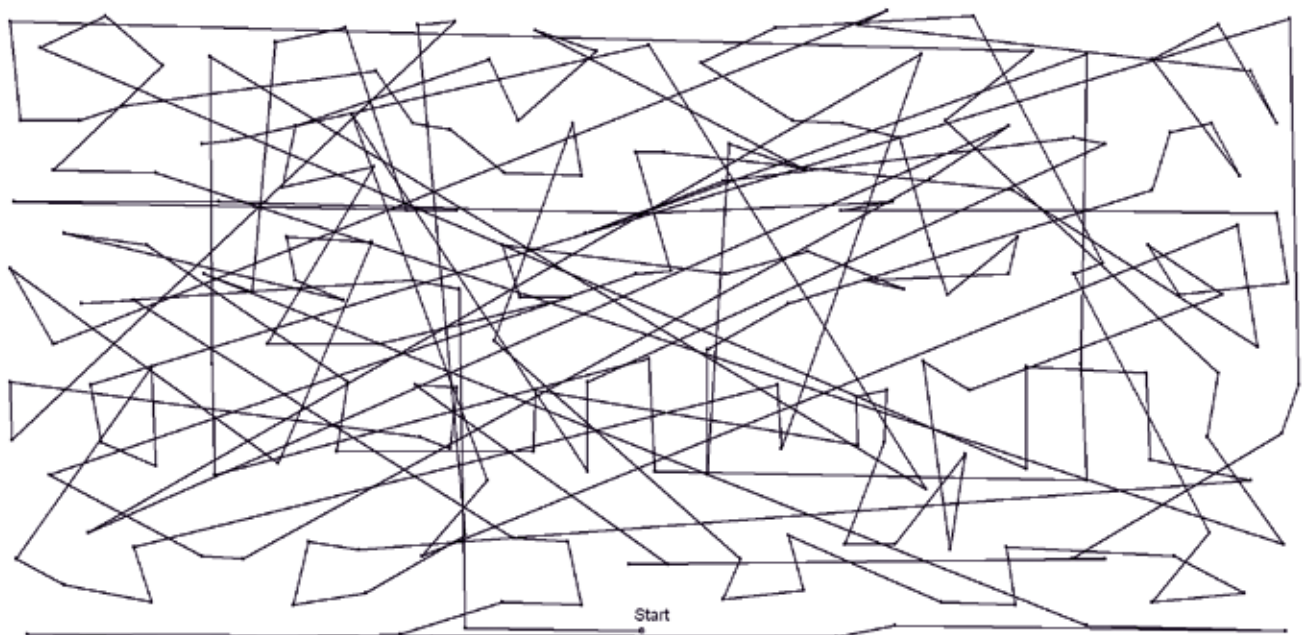
nen Blick zwar einige Sekunden auf einen Reiz richten, solange sich keine weiteren in seinem Gesichtsfeld befanden. Doch jeder noch so schwache neue Stimulus, den ein normaler Beobachter nicht wahrnehmen würde, wurde registriert und zog seinen Blick geradezu magnetisch an. Der Junge erwies sich als derart leicht ablenkbar, dass er nicht am Schulunterricht teilnehmen konnte. Eine genaue Untersuchung seines Aufmerksamkeitsfelds brachte an den Tag, dass er unerwartet auftretende Lichtpunkte von einer äußerst geringen Helligkeit entdeckte, die andere Kinder gar nicht mehr registrierten, und die Augen auf sie richtete.

Schere als Puzzlebild

Umgekehrt können sich nach einer Hirnschädigung geradezu röhrenartige Einschränkungen des Aufmerksamkeitsfelds einstellen. Der deutsche Militärarzt Walther Poppelreuter (1886–1939) beschrieb das bereits 1917 sehr treffend als »Störung des Überschauens«. Ein Patient von mir, bei dem geschädigte Hirnregionen durch eine verminderte Durchblutung nachweisbar waren, konnte sein Aufmerksamkeitsfeld nicht einmal so weit ausdehnen, dass er einen Gegenstand wie eine Schere als Ganzes wahrnahm. Obwohl er in keinem Gesichtsfeldbereich erblindet war, vermochte er jeweils nur einen Teil einer Klinge zu erkennen, dann eine zweite Klinge, schließlich deren Kreuzung und zuletzt die Griffe. Daraus schloss er, dass es sich um eine Schere handeln müsse. Untersuchte man dagegen sein Gesichtsfeld mit einem einzigen Lichtpunkt, zeigte sich keinerlei Einschränkung – egal, wo darin der Reiz auftauchte.

Gilt es, ein Objekt genau visuell zu analysieren, so müssen wir den Blick darauf richten und an der Stelle des schärfsten Sehens im Zentrum des Gesichtsfelds (Fovea centralis) ein Aufmerksamkeitsfeld ausbilden. Objekte außerhalb dieses Felds erkennen wir dann schlechter. Es kann jedoch auch

Die Linien zeichnen die unsystematischen Suchbewegungen bei einem siebenjährigen Jungen nach, der am Computer ein Bild nach zwei Zentimeter langen Strichen durchforsten und jeden davon mit der Maus markieren sollte. Den Grad der Systematik bei diesem Test drücken Psychologen mit dem so genannten Explorationsleistungsfaktor aus.



BERNHARD WERTH

sein, dass wir auf etwas schauen und dennoch kein Aufmerksamkeitsfeld ausbilden. Das sind etwa Zustände, die man im Alltag als »geistig abwesend«, »träumen mit offenen Augen« und »mit leerem Blick vor sich hin starren« bezeichnet. So mag ein Schüler seinen Blick durchaus auf die Tafel richten und dennoch das dort Notierte nicht erfassen, weil er für die Stelle schärfsten Sehens kein Aufmerksamkeitsfeld ausbildet. Die Information über die abgebildeten Reize gelangt dann zwar ins Gehirn, wird dort aber nur wenig oder gar nicht verarbeitet.

Eine ganz andere Art von Problem sind Störungen der visuellen Exploration: des Absuchens der Umwelt mittels Augen- und Kopfbewegungen. Dieses ist notwendig, da die Sehschärfe zum Rand des Gesichtsfelds hin rapide abnimmt. Wandert

ein Reiz, etwa ein Verkehrsschild oder ein Fahrzeug, in die Peripherie des Gesichtsfelds, kann es dort auf Grund der geringen Sehschärfe nicht ausreichend analysiert werden. Das Bild dieses Objekts muss hierfür erst mittels Augen- und Kopfbewegungen in das Zentrum des Gesichtsfelds gelangen: zum Ort des schärfsten Sehens. In Situationen wie dem Straßenverkehr, in denen laufend neue wichtige Reize in das Gesichtsfeld treten, lösen diese automatisch solche motorischen Reaktionen aus.

Daneben erfolgen solche Bewegungen auch laufend spontan und ohne dass sie willentlich gesteuert werden. So erkunden wir fortwährend unsere Umwelt, ohne jedes Mal bewusst zu entscheiden, wohin wir als Nächstes schauen werden.

Das Absuchen der Umwelt durch Augen- und Kopfbewegungen muss nun einem bestimmten Plan folgen, damit ein Mensch die Ausschnitte seiner Umwelt und die Objekte, die in der jeweiligen Situation für ihn wichtig sind, möglichst rasch entdeckt und analysiert. Nähert sich ein Autofahrer zum Beispiel einer Kreuzung, so wird er in der Regel nicht in die Wolken oder auf das Grün der Alleebäume schauen, sondern nach einem Verkehrsschild suchen, das die Vorfahrt regelt, und dann in die Seitenstraße blicken. Nur so kann rechtzeitig eine der Situation angemessene Reaktion erfolgen. Bei planlosem Absuchen dauert es nicht nur länger, bis die Bilder wichtiger Objekte zum Ort schärfsten Sehens verschoben werden, sondern sie werden auch leichter völlig übersehen.

Eine Störung der visuellen Exploration beobachten Mediziner bei manchen Patienten mit erworbenen Hirnschädigungen, aber auch bei Kindern mit entwicklungsbedingten Aufmerksamkeitsstörungen. Wenn die Betroffenen sich orientieren oder ein Objekt suchen, schauen sie ziellos umher (siehe Bild links). Diese Form der Aufmerksamkeitsstörung unterscheidet sich grundlegend etwa von der Ablenkbarkeit auf Grund eines ständig zu weit ausgedehnten Aufmerksam-

keitsfelds. Tobias Barner und ich haben am Institut für Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München ein Verfahren entwickelt, mit dem wir verschiedene Abstufungen mangelnder Suchsystematik ausdrücken und vergleichen können.

Allein die Tatsache, dass das Bild eines Objekts auf der Netzhaut am Ort schärfsten Sehens ist und hierfür ein Aufmerksamkeitsfeld ausgebildet wurde, reicht noch nicht aus, damit ein Proband das Objekt richtig erkennt. Entscheidend ist auch die Fixationszeit: die Zeitspanne, die das Abbild in

der Fovea centralis verweilt. Bereits die Alltagserfahrung lehrt, dass wir viele Dinge oder Vorgänge nicht richtig erfassen, wenn wir nur einen flüchtigen Blick auf sie werfen. So müssen etwa mehrere übereinander angebrachte Verkehrsschilder oder ein

Fußgänger am Fahrbahnrand lange genug im Bereich schärfsten Sehens verbleiben, also fixiert werden, damit wir sie erkennen. Sonst können wir die Bedeutung der Verkehrsschilder oder die Absicht des Fußgängers nicht entschlüsseln.

Kinder zeigen häufig zu kurze Fixationszeiten: Sie blicken dann nur flüchtig zu Objekten hin und wenden den Blick bereits wieder von ihnen ab, bevor sie sie richtig erkannt haben. Dem zu Grunde liegen Fehler des Gehirns bei der Aufgabe, automatisch, also unbewusst, zu entscheiden, wie lange der Blick auf ein Objekt oder eine Szene gerichtet sein muss. Manchmal ziehen auch Reize, die in der Peripherie des Gesichtsfelds erscheinen und normalerweise ignoriert werden, die Augen automatisch auf sich. Diesem Impuls können die Kinder nur mit Mühe oder gar nicht widerstehen.

Wann ein kurzer Blick nicht genügt

Auf zu kurzen Fixationszeiten beruhen häufig auch Lesestörungen. Ein Kind, das nur einen kurzen Blick auf die Tafel wirft, wird ein dort aufgezeichnetes Schaubild nicht erfassen, eine dort ausgeführte Rechenaufgabe nicht verstehen, einen geschriebenen Text nicht lesen können. Wie lange die Fixation dauern muss, hängt von der Komplexität des Gegenstands oder der Szene ab.

Um all diese verschiedenen Komponenten der visuellen Aufmerksamkeit unter genauer Kontrolle der Augenbewegungen zu untersuchen, haben Tobias Barner und ich gemeinsam mit weiteren Kollegen computergestützte Diagnoseverfahren entwickelt. Außer der erwähnten visuellen Exploration untersuchen wir dabei unter anderem die Fähigkeit, einen stationären und einen bewegten Reiz in Gegenwart ablenkender Stimuli konstant zu fixieren, messen die Größe des Aufmerksamkeitsfelds in Abhängigkeit von Anzahl, Helligkeit und Kontrast der Reize und erfassen Reaktionszeiten je nach Ort, auf den die Aufmerksamkeit einer Testperson fokussiert wird. Außerdem registrieren wir Maskierungseffekte – also das gegenseitige Verdecken benach-

In Situationen wie dem Straßenverkehr lösen neue wichtige Reize laufend automatische Augen- und Kopfbewegungen aus

barter Reize – sowie die Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit, mit der sich etwa gleichzeitig visuelle und auditive Informationen entdecken lassen. Eine neu entwickelte Software ermöglicht in diesen Tests die hierfür notwendige Kontrolle von Fixation und Augenbewegungen.

Allein im Bereich des Sehens finden sich also ganz unterschiedliche Formen von Aufmerksamkeitseinbußen:

➤ Das Aufmerksamkeitsfeld ist zu schwach ausgeprägt oder zu klein. Damit einher geht eine geringe Aktivierung in dem Großhirnrindenareal, das Reize in diesen Bereich verarbeitet.

➤ Das Aufmerksamkeitsfeld ist dauerhaft zu weit gestellt, weshalb unwichtige Informationen nicht »herausgefiltert« werden. Manchmal lenken auch irrelevante Reize die Augen von relevanten ab, weil sich der von ersteren ausgehende Impuls nicht unterdrücken lässt.

➤ Suchbewegungen mit Augen und Kopf laufen zu unsystematisch ab, wodurch es zu lange dauert, bis der Betroffene die wichtigen Reize findet und ihr Abbild zum Ort schärfsten Sehens gelangt.

➤ Die Fixationszeit ist zu kurz, um das Objekt richtig zu erkennen.

Verkehrsunfälle wie der eingangs beschriebene beruhen meist spezifisch auf der Verminderung einer oder mehrerer dieser Teilleistungen – und nicht etwa auf einer allgemein reduzierten Aufmerksamkeit.

Viele Alltagsaktivitäten, auch das Autofahren, erfordern zudem, die Aufmerksamkeit gleichzeitig auf mehrere Ereig-

nisse zu richten. Wie schwierig das ist, zeigt sich bereits daran, dass es kaum möglich ist, zwei Sprechern gleichzeitig zu lauschen. Wollen Sie etwa Ihrem Gesprächspartner am Telefon zuhören und gleichzeitig den Nachrichten im Radio folgen, werden Sie feststellen, dass Ihnen das nicht gelingt. Sie verstehen nur jeweils den Sprecher, auf den Sie gerade achten.

Besonders gefordert ist die Aufmerksamkeit beim Erlernen eines Musikinstruments: Man muss gleichzeitig die Noten lesen, die Finger bewegen und dabei auch noch den Rhythmus und den musikalischen Ausdruck berücksichtigen.

All das ist deshalb so schwierig, weil es sich bei Aufmerksamkeit um ein be-

grenztes Gut handelt. Beansprucht eine Tätigkeit viel davon, kann man einer anderen entsprechend weniger widmen.

Das Gehirn meistert diese Aufgabe, indem es bestimmte Abläufe beim Lernen automatisiert. So muss ein Fahranfänger seine Aufmerksamkeit noch gleichzeitig auf das Verkehrsgeschehen und die komplizierten motorischen Tätigkeiten beim Steuern richten. Im Lauf der Zeit werden Letztere automatisiert, so dass mehr Aufmerksamkeit zum Beobachten des Verkehrsgeschehens zur Verfügung steht.

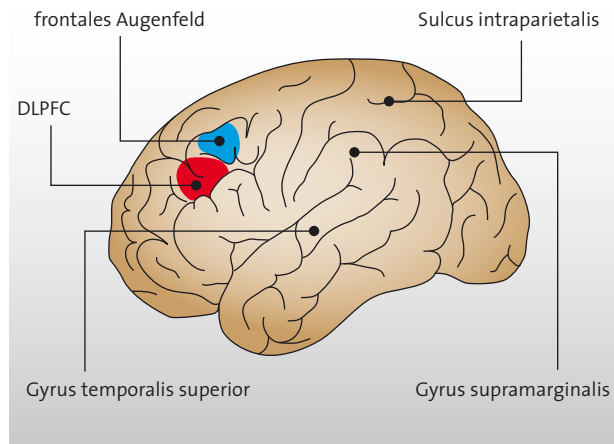
Dieser Aspekt spielt auch bei den bereits erwähnten Lesestörungen, die oft pauschal als »Legasthenie« bezeichnet werden, eine Rolle. Verschiedene Hirnleistungen, die das Lesen erst ermöglichen und normalerweise automatisiert sind, erfordern so viel Aufmerksamkeit, dass für den Inhalt des Ge-

Aufmerksamkeit ist ein **begrenzt**es Gut. Beansprucht eine Tätigkeit viel davon, kann man einer anderen nur entsprechend weniger widmen



Anatomie der Aufmerksamkeit

Welche Hirnstrukturen einzelne Aufmerksamkeitsleistungen vermitteln und welche neuronalen Störungen welche Beeinträchtigungen hervorbringen, ist bis heute nicht befriedigend geklärt. Das Richten der Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Raumausschnitt dürfte unter anderem vom so genannten dorsolateralen präfrontalen Kortex (Abkürzung DLPFC) hinter der Stirn abhängen sowie von der Großhirnrinde im Bereich des Sulcus intraparietalis. Das frontale Augenfeld, ebenfalls ein Teil des präfrontalen Kortex, scheint die Aufmerksamkeitssteuerung im visuellen System über den Sulcus intraparietalis zu kontrollieren. Entdeckt eine Versuchsperson einen gesuchten visuellen Reiz und zieht dieser die Aufmerksamkeit auf sich, so scheint die Aufmerksamkeitsfokussierung über Hirnregionen im Bereich des Gyrus supramarginalis und des Gyrus temporalis superior gesteuert zu werden. Bei der Suche selbst sind diese Areale dagegen nicht aktiv. Auch bei ADHS funktionieren wohl Teile des präfrontalen Kortex, die Dopamin und Noradrenalin als Überträgersubstanzen verwenden, nicht richtig.



Für die Aufmerksamkeitssteuerung relevante Bereiche des menschlichen Gehirns. DLPFC: dorsolateraler präfrontaler Kortex

lesen zu wenig übrig bleibt. Dies wirkt sich besonders bei so genannten eingekleideten (sprachlich formulierten) Mathematikaufgaben aus, so dass oft die falsche Diagnose »Rechenstörung« gestellt wird.

Vor allem nach Schädigungen in der rechten Hirnhemisphäre zeigt sich manchmal ein kurioses Phänomen: Die Betroffenen richten von sich aus ihre Aufmerksamkeit überhaupt nicht mehr auf einen bestimmten Bereich des Raums oder auch ihres eigenen Körpers, etwa auf einen Arm. Dies darf man nicht mit einem so genannten Neglect verwechseln, bei dem das Bewusstsein für die Existenz der betreffenden Raum- beziehungsweise Körperhälfte fehlt.

Der vergessene linke Arm

So »vergaß« eine Patientin von mir, die an einem Tumor der rechten Hirnhemisphäre litt, geradezu die Existenz ihres linken Arms! Schrieb sie mit rechts auf ein Blatt Papier und rutschte dieses weg, kam sie nicht auf die Idee, es mit der linken Hand festzuhalten. Doch das Bewusstsein für die Existenz des linken Armes war dabei nicht verloren. Sobald ich ihre Aufmerksamkeit auf diesen lenkte, verwendete sie ihn. Ein Zwölfjähriger ohne erkennbare Hirnschädigung wiederum lenkte sein Fahrrad nur mit dem rechten Arm und ließ den linken, voll funktionsfähigen herunterhängen. Beide Patienten mussten üben, ihre Aufmerksamkeit in einem bestimmten zeitlichen Rhythmus bewusst auf den linken Arm zu richten, bis sie gelernt hatten, ihn wieder automatisch einzusetzen.

Die aktuelle Forschung zeigt: Ärzte und Therapeuten sollten nicht pauschal von einer »Aufmerksamkeitsstörung« sprechen, und entsprechend gibt es auch keine allgemein

gültige »Aufmerksamkeitstherapie«. Stattdessen gilt es, Patienten auf die verschiedenen Einzelleistungen hin zu untersuchen und die Behandlung an der jeweiligen speziellen Störung auszurichten. ~

DER AUTOR



Reinhard Werth ist Neuropsychologe und Professor für Medizinische Psychologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München.

QUELLEN

- Chen, Y. et al.:** Task Difficulty Modulates the Activity of Specific Neuronal Populations in Primary Visual Cortex. In: Nature Neuroscience 11, S. 974–982, 2008
- Steinhausen, H. C. et al. (Hg.):** Handbuch ADHS. Grundlagen, Klinik, Therapie und Verlauf der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung. W. Kohlhammer, Stuttgart 2010
- Werth, R.:** Die Wurzeln der Legasthenie. In: Gehirn&Geist 7-8/2008, S. 64–70

LITERATURTIPP

Werth, R.: Die Natur des Bewusstseins – wie Wahrnehmung und freier Wille im Gehirn entstehen. C.H.Beck, München 2010
Anhand klinischer Fälle aus seiner Praxis versucht der Autor, das Konzept »Bewusstsein« wissenschaftlich präzise zu beschreiben.

WEBLINK

Diesen Artikel sowie weiterführende Informationen finden Sie im Internet: www.spektrum.de/artikel/1135749