

MENTALE LEISTUNGSSTEIGERUNG MIT PHARMAKA – BISHER EINE WIRKUNGSILLUSION

Die Basis der gegenwärtigen Neuroenhancementdebatte bilden zwei Thesen: die der Substanzwirksamkeit und die der Nebenwirkungsarmut. Die Wirksamkeitsthese besagt, dass ähnlich wie physische oder sexuelle auch mentale, insbesondere kognitive Fähigkeiten gezielt pharmakologisch beeinflusst werden können und dies zu verbesserten geistigen Leistungen führt. Angenommen wird, dass sich die Wirkungskaskade von Substanzen, die in unterschiedliche, meist hochkomplexe Abläufe des Gehirns eingreifen, auf den leistungssteigernden Effekt beschränken lässt. Hieraus leitet sich die zweite These ab, dass Nebenwirkungen beherrschbar seien und über kurz oder lang kein relevantes Problem für die Gesundheit darstellen. Bei Substanzen, die Hirnprozesse beeinflussen, hieße das insbesondere, dass Anwender den Konsum jederzeit steuern können, der Substanzkonsum also kein Abhängigkeitspotenzial mit sich bringt.

Im TAB-Projekt »Pharmakologische Interventionen zur Leistungssteigerung – Perspektiven einer weiter verbreiteten Nutzung in Medizin und Alltag« bildete die detaillierte Erhebung des derzeitigen Wissensstands in Bezug auf entsprechende Substanzwirksamkeiten einen Schwerpunkt. Mehrere Gutachten widmeten sich diesem Aspekt: eines zu pflanzlichen Inhaltsstoffen und Lebensmittelbestandteilen (Rempe 2008), eines zu pharmakologisch wirksamen Substanzen (Repantis/Heuser 2008) und eines zum Vergleich pharmakologischer, technischer und psychologischer Trainingsverfahren (Schumacher/Stern 2008). Eigene Recherchen und ein abschließendes Kommentargutachten von K. Lieb sicherten diese Wissensbasis ab (Sauter/Gerlinger 2012, S. 39 f.).

Nachfolgend wird kurz auf die Schwierigkeiten der Bestimmung und Erfassung menschlicher, insbesondere geistiger Leistung eingegangen, die in der derzeitigen Debatte erstaunlicherweise weitgehend ausgeklammert werden. Im Anschluss wird ein Überblick über den derzeitigen Wissensstand in Bezug auf leistungssteigernde Effekte und das Nebenwirkungsspektrum relevanter Substanzen gegeben. Damit soll der Frage nachgegangen werden, inwieweit die zwei Grundannahmen der derzeitigen Enhancementdebatte empirisch fundiert werden können.

GEISTIGE LEISTUNGEN DES MENSCHEN

In der Psychologie und Verhaltensforschung wird eine menschliche Leistung als ein Handlungsergebnis oder -ziel verstanden, um entweder vom Individuum selbstgesetzte oder aus dem Umfeld vorgegebene Anforderungen zu erfüllen. Ein solches Handlungsergebnis wird regelmäßig nur dann als Leistung gewertet, wenn dafür ein gewisser individueller Aufwand, eine Handlung unter Einsatz verschiedener Fähigkeiten, erbracht wurde (Sauter/Gerlinger 2012, S. 46 ff.). Für die Erbringung geistiger Leistungen, oft auch als mentale Leistungen bezeichnet, spielt das

Gehirn mit seinen unterschiedlichen Regionen, deren spezifischen Aufgaben und den dort ablaufenden Prozessen die zentrale Rolle. Zur Erfassung des Spektrums geistiger Fähigkeiten (in der Medizin auch als Hirnfunktionen bezeichnet) werden diese regelmäßig in unterschiedliche Dimensionen zerlegt (Kasten).

Unterschiedliche kognitive, aber auch sonstige psychische Fähigkeiten emotionaler und sozialer Art sind regelmäßig nötig, um in ihrem Zusammenspiel eine geistige Leistung in Alltags- oder Arbeitsumgebungen zu ermöglichen. Zur Differenzierung der psychischen Fähigkeiten und zu deren Binnenstruktur gibt es einige Theorien, aber nach wie vor keinen wissenschaftlichen Konsens. Bisher kann von der Ausprägung einer Fähigkeitsdimension nicht auf eine andere geschlossen werden. Das Phänomen, dass besonders starke Ausprägungen einzelner Fähigkeitsdimensionen mit nicht so starken Ausprägungen anderer Fähigkeiten einhergehen (bei besonders starker Ausprägung spricht man auch von Inselbegabungen) und dass die Verbesserung einer Fähigkeitsdimension Verschlechterungen anderer nach sich

DIMENSIONEN GEISTIGER FÄHIGKEITEN

- > *Kognitive Fähigkeiten:* Fähigkeiten/Funktionen, die mit Wahrnehmung, Lernen, Erinnern und Denken, also der menschlichen Erkenntnis- und Informationsverarbeitung in Zusammenhang stehen und im Zusammenspiel auch allgemein als Intelligenz einer Person bezeichnet werden. Diese können weiter differenziert werden in operative bzw. exekutive Fähigkeiten (wie Aufmerksamkeit, Konzentration, Bearbeitungsgeschwindigkeit, Merkfähigkeit, Einfallsreichtum, Verarbeitungskapazität) sowie inhaltsgebundene Fähigkeiten (wie numerisches, verbales oder figurales Denken).
- > *Emotionale Fähigkeiten:* z.B. Motivation, Wille, Gefühle wie Angst und Freude sowie Ehrgeiz, Selbstdisziplin, psychische Beanspruchbarkeit.
- > *Soziale Fähigkeiten:* Eigenschaften, die die Interaktion mit anderen Personen ermöglichen, z.B. Teamfähigkeit, Hilfsbereitschaft.

Diese Aufzählung basiert wesentlich auf dem »Berliner Intelligenzstrukturmodell« (Kubinger/Jäger 2003), andere Modelle oder Konzepte bezeichnen einzelne Dimensionen anders.

zieht, konnte wiederholt nachgewiesen werden. Mit unterschiedlichen Konzepten wird versucht, die vielfältigen Fähigkeiten des Gehirns entweder differenziert oder aggregiert zu erfassen. Hochaggregierte Messkonzepte für die Erfassung kognitiver Fähigkeiten sind die zum Intelligenzquotienten (IQ) oder zum Arbeitsgedächtnis (Sauter/Gerlinger 2012, S. 51 ff.).

Das menschliche Fähigkeitsspektrum ist nicht konstant verfügbar, es unterliegt (z.T. periodischen) Schwankungen. Die Anwendbarkeit der einzelnen Fähigkeiten hängt zentral von der »Wachheit«, also dem Aktivierungszustand des Organismus ab. Dessen Spanne reicht von Stadien höchster Erregung (z.B. durch Bedrohung/Angst hervorgerufen, wodurch normalerweise nichtverfügbare Reserven mobilisiert werden) über »normale« Wach- und Müdigkeits- bzw. Erschöpfungsphasen bis zu hochgradig unbewussten Zuständen (z.B. Tiefschlaf). Der Aktivierungszustand ist von zentraler Bedeutung für viele Prozesse zur Erbringung mentaler Leistungen.

An den hochkomplexen und bisher nur teilweise verstandenen Hirnprozessen setzen unterschiedliche Strategien der Beeinflussung an. Psychoaktive Substanzen, die mit der Steigerung von Hirnfunktionen oder kognitiven Fähigkeiten in Verbindung gebracht werden, beeinflussen vor allem Prozesse der Neurotransmitter und deren Funktionsweisen und greifen damit in ein komplexes und sehr fein reguliertes Gleichgewicht ein. Die vielfältigen Abläufe des Gehirns sind bisher jedoch nur teilweise verstanden. So ist das Wissen über die Verbindung von zellbiologischen Vorgängen im Gehirn mit dessen komplexen Funktionsweisen wie dem Ablauf von Lernvorgängen, der Gedächtnisformung, der Entwicklung von Kreativität oder gar Intelligenz bisher noch äußerst begrenzt. Die Verwendung von pharmakologischen

Substanzen zur gezielten geistigen Leistungssteigerung ist vor diesem Hintergrund ein Experiment mit vielen Unbekannten, insbesondere bei gesunden Menschen, bei denen keine »Fehlfunktionen« des Gehirns vorliegen.

MENTAL LEISTUNGSSTEIFERENDE EFFEKTE?

Substanzen wirken auf den menschlichen Organismus in unterschiedlicher Weise. Grundsätzlich unterschieden wird eine allgemein ernährungsphysiologische von einer spezifischen pharmakologischen Wirkung. Substanzen mit ernährungsphysiologischer Wirksamkeit (Nährstoffe) werden in Stoffwechselprozessen in Bestandteile zerlegt, die als Energieträger und/oder als Grundbausteine für die Bildung körpereigener Stoffe fungieren. Substanzen mit spezifischer Wirksamkeit auf einen Organismus (Wirkstoffe) werden nicht sofort durch Stoffwechselprozesse abgebaut, sondern gelangen über die Blutbahn in die verschiedenen Organe, werden teilweise dort verstoffwechselt und können in unterschiedliche Steuerungs- und Regelungsprozesse des menschlichen Organismus eingreifen – sie haben eine spezifische Bioaktivität. Oft reichen geringe Mengen dieser Substanzen aus, um im Körper unterschiedliche Effekte hervorzurufen. Gerade bei pharmakologischen Substanzen entscheidet daher die Dosis über die Wirkung, die dem Organismus nutzt oder schadet. Ein weiteres Unterscheidungskriterium für pharmakologische Wirkstoffe ist ihre Fähigkeit, die Blut-Hirn-Schranke zu passieren und direkt im zentralen Nervensystem die dort ablaufenden Prozesse zu beeinflussen.

Rechtlich werden die beiden Substanzgruppen (Nähr- und Wirkstoffe) als Lebens- und Arzneimittel voneinander abgegrenzt. Pharmakologisch wirksame Substanzen sollen grundsätzlich nicht in Lebensmitteln enthal-

ten sein, was in der Praxis allerdings nicht immer der Fall ist. Prominente Ausnahmen sind Kaffee und Tee – Lebensmittel, in denen geringdosiert die psychoaktive Substanz Koffein enthalten ist. Koffein ist ein natürlicher Bestandteil unterschiedlicher Pflanzen, die seit Jahrhunderten konsumiert werden. Beide Getränke werden immer wieder beispielhaft herangezogen als seit Langem verfügbare wirkungsvolle, nebenwirkungsarme Enhancementsubstanzen. Unstrittig ist, dass in Ermüdungsphasen durch den Konsum von Kaffee oder Tee die körperliche Wachheit verbessert werden kann. Dieser Effekt wird vor allem dem enthaltenen Koffein zugeschrieben. Koffein hat ein breites Wirkungsspektrum sowohl organisch als auch psychisch, da es die Blut-Hirn-Schranke fast ungehindert passieren kann. Im Gehirn greift Koffein in die vor Überanstrengung schützende Selbstregulierung der Nervenzellen ein, indem es die Drosselung der Zellaktivität behindert (einschließlich Hochhalten der Dopaminkonzentration). Dadurch können Ermüdungsphasen verzögert oder überbrückt werden – was den meisten Menschen aus eigener Erfahrung bekannt sein dürfte.

Ob andere Nahrungsbestandteile in den jeweiligen Konzentrationen, in denen sie in Lebensmitteln enthalten sein dürfen, jenseits der ernährungsphysiologischen auch spezifische leistungssteigernde Effekte haben können, ist unklar bzw. umstritten. Unstrittig ist, dass eine langandauernde Unterversorgung insbesondere mit Mikronährstoffen, wie Vitamine oder ungesättigte Fettsäuren, auch zum Nachlassen psychischer Fähigkeiten (z.B. Konzentrations- oder Aufmerksamkeitsabschwächungen) führt und dass in einer solchen defizitären Ausgangssituation die Einnahme dieser Mikronährstoffe auch die mangelverursachte Fähigkeitsverschlechterung ausgleichen kann. Effekte jenseits des Ausgleichs von Mangelzuständen konnten hinge-

gen durch wissenschaftliche Studien bisher nicht belegt werden. Auch für Substanzen aus dem Bereich der Heilpflanzen und Naturmedizin (z.B. Ginkgo-, Ginsengextrakte) gibt es bisher keine anerkannten kognitiv-leistungsrelevanten Wirksamkeitsbelege, weder bei defizitären noch bei »gesunden« Ausgangssituationen.

Pharmakologische Substanzen, die im Kontext von Neuroenhancement immer wieder genannt werden, sind stets psychoaktive Substanzen, die die Blut-Hirn-Schranke passieren und direkt in die im Gehirn ablaufenden Prozesse eingreifen. Enhancementeffekte werden am ehesten der Substanzgruppe der Psychostimulanzien zugesprochen, zu der neben Koffein u.a. Amphetamin, Methylphenidat (eine amphetaminähnliche Substanz, u.a. auch als Ritalin® bekannt) oder Modafinil gehören. Außer bei Psychostimulanzien gibt es nur vereinzelte Hinweise, dass Substanzen, z.B. solche zur Behandlung von Dopaminmangel (u.a. bei Parkinson), zu leichten Verbesserungen bei exekutiven und bei Merkfähigkeiten führen können (dies jedoch eher nur selektiv bei Personen, die genetisch bedingt Dopamin schneller abbauen). Für die schon therapeutisch nur schwach wirksamen sonstigen Antidementiva genauso wie für die Substanzgruppe der Antidepressiva konnten bislang bei Gesunden keinerlei Effekte in Bezug auf psychische Fähigkeiten oder gar Leistungen belegt werden.

AMPHETAMINE

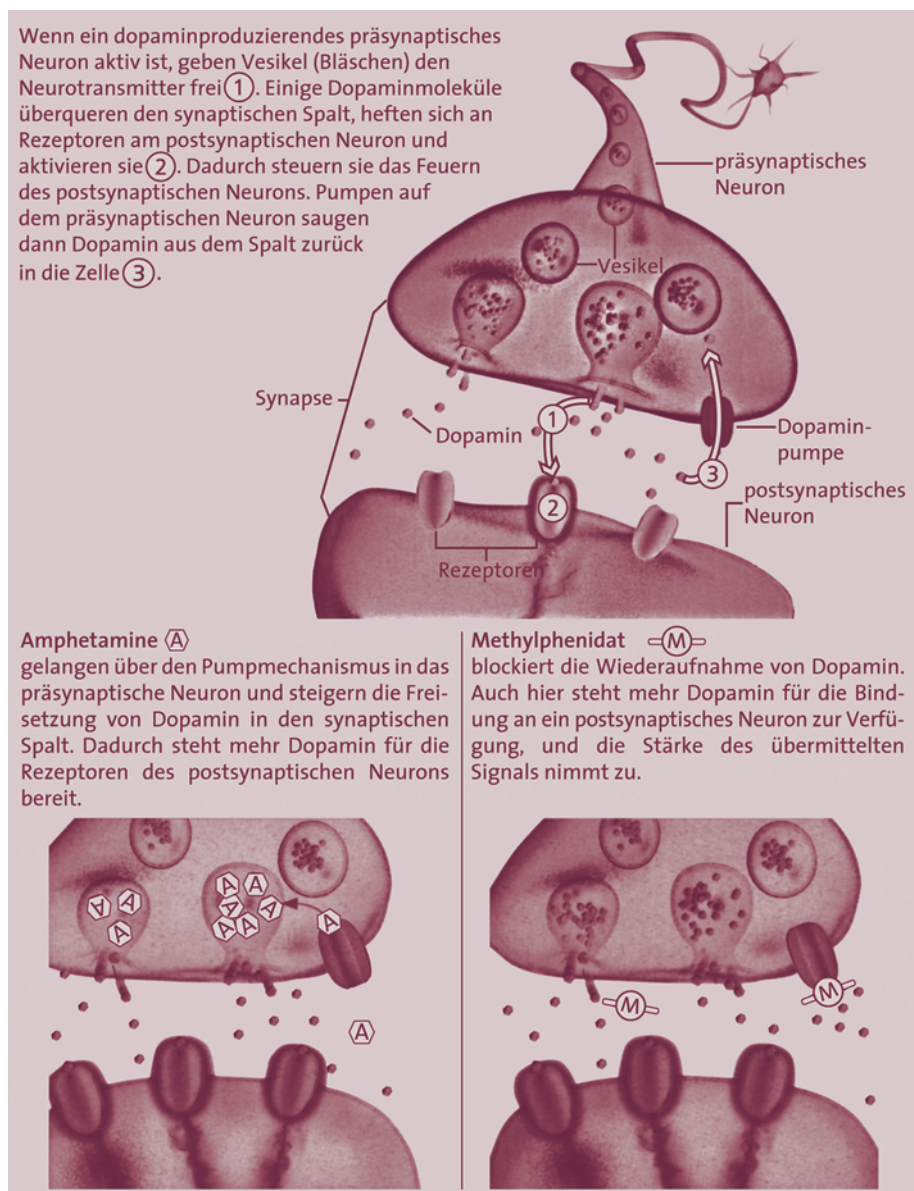
Als Amphetamin bezeichnet man einerseits eine bestimmte Substanz (chemische Bezeichnung 1-Phenylpropan), andererseits wird es als ein Oberbegriff für unterschiedliche psychostimulierende Substanzen verwendet, u.a. das natürlich vorkommende Ephedrin oder das synthetische Metamphetamin. Auch die mit Speed und Ecsta-

sy bezeichneten illegalen Drogen sind Amphetaminderivate.

Amphetamine greifen in die Dopamin- und Noradrenalinprozesse in unterschiedlichen Hirnregionen ein. Sie fördern einerseits die direkte Freisetzung von Dopamin und Noradrenalin aus den Nervenzellen (und aktivieren u.a. das »Belohnungssystem« des Gehirns, dem eine Rolle bei der Entstehung von

Abhängigkeitsverhalten zugeschrieben wird). Andererseits blockieren sie die Dopamin- und Noradrenalintransporter und verhindern damit die Rückaufnahme dieser Transmitter aus dem Nervenzellspalt. Durch die Störung des Rücknahmeprozesses bekommt die Zelle kein Stoppsignal (Abb. 1), sondern schüttet Noradrenalin und Dopamin weiterhin ungebremst aus, was zu einer erhöhten Nervenzellaktivität

ABB. 1 MEDIKAMENTÖS VERSTÄRKTE SYNAPSENAKTIVITÄT



Quelle: nach Stix 2010, S. 50

führt, wodurch Wachheit, Aufmerksamkeit und Konzentration beeinflusst werden (Repantis/Heuser 2008, S. 8).

METHYLPHENIDAT

Methylphenidat hemmt ähnlich wie Amphetamin die Wiederaufnahme von Dopamin und Noradrenalin in den Präsynapsen, ohne auch deren Freisetzung zu fördern (Abb. 1). Dadurch steigen deren Konzentrationen im synaptischen Spalt nur in ohnehin aktiven Nervenzellen. Im Gegensatz zu Amphetaminen, die durch die direkte Transmitterfreisetzung auch unabhängig von der Zellaktivierung stimulierend wirken, hat Methylphenidat also nur dann einen stimulierenden Effekt, wenn bereits geistige Leistungen erbracht werden (Lieb 2010, S. 72).

MODAFINIL

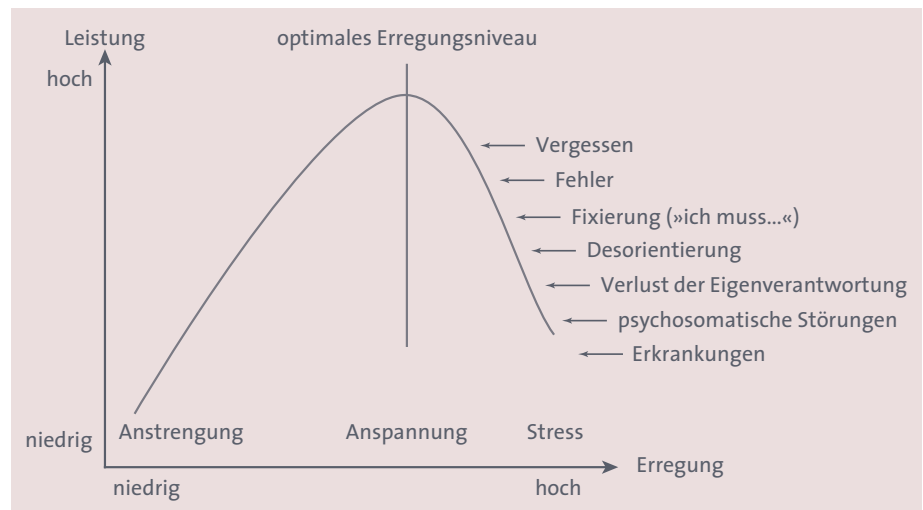
Modafinil ist ebenfalls eine stimulierende Substanz, jedoch mit einer anderen Wirkungsweise als die amphetaminartigen Stimulanzien. Es wird angenommen, dass Modafinil sowohl die Aktivität der stimulierenden Transmitter Dopamin und Noradrenalin steigert als auch die Aktivität des dämpfenden Botenstoffs GABA (Gamma-Aminobuttersäure) reduziert (Lieb 2010, S. 74). Laut Herstellerangaben fördert Modafinil die Wachheit, indem es selektiv über das Schlaf-Wach-Zentrum die Hirnrinde aktiviert. Einen Konsens über seinen präzisen neurochemischen Wirkmechanismus gibt es bisher nicht.

VERGLEICH DER LEISTUNGSSTIEGERNDEN EFFEKTE VON STIMULANZIEN

Als wissenschaftlich belegt gilt: Psychostimulanzien wirken, wie der Name schon sagt, stimulierend auf das Nervensystem und damit auch auf die dort ablaufenden Prozesse – und das auch bei Gesunden. In einer Studie im Auftrag des US-Militärs hatten 20 mg

ABB. 2

LEISTUNGSFÄHIGKEIT UND KÖRPERLICHER AKTIVIERUNGSZUSTAND (YERKES-DODSON-MODELL)



Quelle: mentalmed® 2007 (www.mentalmed.de/blog/uploads/Stress-modell/Yerkes-Dodson.jpg, 3.3.2011)

Amphetamin, 400 mg Modafinil oder 600 mg Koffein (was etwa drei Tassen Kaffee entspricht) vergleichbare Wirkungen bei gesunden Versuchsteilnehmern nach Schlafentzug (Wesensten et al. 2005). In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass die genannten Substanzen in gewissen Grenzen Ermüdungserscheinungen reduzieren und müdigkeitsbedingte Fähigkeitseinschränkungen zum Teil hinausschieben können. Dadurch konnte einem Abfall der Aufmerksamkeit und der Reaktionszeit vorübergehend entgegengewirkt werden. Widersprüchlich sind die Studienergebnisse in Hinblick darauf, ob der Substanzkonsum über den Erhalt der Wachheit hinaus auch zu tatsächlich besseren kognitiven Leistungen führen kann. Das Gleiche gilt für Methylphenidat.

Wurden die als gesund definierten Studienteilnehmer differenzierter betrachtet, ergaben sich Hinweise, dass Personen mit tendenziell niedrigen IQ-Werten oder weniger ausgeprägtem Arbeitsgedächtnis wahrscheinlich am ehesten profitieren können. Die bisher verfügbaren Substanzen hatten – wenn

überhaupt – also lediglich in den Fällen leistungsrelevante Effekte, in denen sich die Probanden in einer gewissen »defizitären« Ausgangssituation befanden.

Bei Probanden mit hohem IQ-Werten bzw. stark ausgeprägtem Arbeitsgedächtnis zog der Substanzkonsum hingegen tendenziell Leistungsver schlechterungen nach sich. Die Versuchsteilnehmer nahmen sich nach Substanzkonsum mitunter zwar als aufmerksamer wahr, machten jedoch bei Leistungstests teilweise häufiger Fehler. Insgesamt deutet einiges darauf hin, dass die physische und psychische Verfassung der als gesund definierten Versuchsteilnehmer einen wichtigen Bestimmungsfaktor für die Wirksamkeit unterschiedlicher pharmakologischer Substanzen darstellt.

Diese Beobachtungen korrespondieren mit dem Yerkes-Dodson-Modell (Abb. 2), das von einem umgekehrt u-förmigen Zusammenhang zwischen individuellem körperlichem Aktivierungsstand und der jeweiligen Leistungsfähigkeit ausgeht. Bereits 1908 leiteten Robert

Yerkes und John Dodson aus Versuchen mit Mäusen ab, dass Hirnfunktionen bis zu einem gewissen Grad durch körperliche Aktivierung gesteigert werden können, bei weiterer Aktivierung, z.B. durch Stress, Angst, Nervosität, aber auch durch Psychostimulanzien, die Leistung jedoch wieder nachlässt (Fehlerquoten steigen, Merkfähigkeiten sinken usw.) (Yerkes/Dodson 1908).

Insgesamt spricht die wissenschaftliche Datenlage dafür, dass pharmakologische Eingriffe in die hochkomplexen Neurotransmittersysteme zwar für die Behandlung von Gehirnerkrankungen, die aufgrund gestörter oder verminderter Aktivierung dieser Botenstoffe mit reduzierten Hirnfunktionen/Fähigkeiten einhergehen, geeignet sind – nicht aber, um Prozesse zu verbessern, die keiner defizitären Ausgangssituation entspringen.

NEBENWIRKUNGEN

Substanzen, denen ein Potenzial zur Verbesserung psychischer Fähigkeiten unterstellt wird, greifen regelmäßig in die Prozessketten unterschiedlicher Neurotransmitter ein. Aufgrund der vielfältigen Wechselwirkungen und komplexen Steuerungs- und Regulationsprozesse dieser Neurotransmitter scheint es hochgradig unwahrscheinlich, dass entsprechende Substanzen bei gesunden Konsumenten auf spezifische Fähigkeiten selektiv verbessernd wirken können, ohne dass Nebenwirkungen damit einhergehen. Je größer die Komplexität und die Wirkungsdauer der jeweiligen Substanzen, desto schwerer ist es, unter Laborbedingungen das Nebenwirkungsspektrum und die Risiken durch den Substanzkonsum abzuschätzen. Unter Anwendungsbedingungen werden diese deshalb auch nach der Zulassung weiterhin dezidiert beobachtet.

Die im Kontext der mentalen Leistungssteigerung genannten Stimulan-

zien sind seit vielen Jahren oder Jahrzehnten als Arzneimittel verfügbar. Bis auf den Sonderfall Koffein erfolgte nach der Entdeckung und Arzneimittelzulassung im Alltagseinsatz auf eine gewisse anfängliche Euphorie regelmäßig Ernüchterung, woraufhin das Anwendungsspektrum aufgrund der Nebenwirkungen wieder eingeschränkt wurde. Das markanteste Beispiel sind die Amphetamine, die nach ihrer Entdeckung fast zum Allheilmittel avancierten (sie wurden beispielsweise gegen Übergewicht, Erkältungen und psychische Erkrankungen eingesetzt), in diesen breiten Alltagsanwendungen jedoch zunehmend Nebenwirkungen zeigten und gegenwärtig in Deutschland als nicht mehr verkehrsfähige Betäubungsmittel eingestuft sind.

Das Nebenwirkungsspektrum der drei vorgestellten potenziellen Enhancementmittel wird im Folgenden umrissen (ausführlicher in Sauter/Gerlinger 2012, S. 62 ff.). Es ist für die verkehrsfähigen Substanzen Methylphenidat und Modafinil aus deren jeweiligen Gebrauchsinformationen entnommen. Zu beachten ist, dass darin nur diejenigen Nebenwirkungen gelistet werden, über die im Rahmen der Substanzzulassung oder danach unter medizinischer Begleitung berichtet worden ist. Manche der Nebenwirkungen werden als schwerwiegend eingestuft (u.a. wenn sie eine stationäre Behandlung erforderlich machen, sie lebensbedrohend oder gar tödlich sind, zu bleibender oder schwerwiegender Behinderung führen oder die Erbanlagen schädigen).

Bei missbräuchlicher Verwendung können aufgrund abweichender Dosierungen und Verabreichungsarten (Rauchen, Schnupfen, Injizieren) durchaus andere Nebenwirkungen auftreten. Zu diesen können keine gesicherten Aussagen gemacht werden. Insbesondere die Erfahrungen aus dem Umgang mit Dopingsubstanzen im Sport legen den

Schluss nahe, dass bei einer Verwendung pharmakologischer Substanzen zur Leistungssteigerung auf jeden Fall mit Dosissteigerungen gerechnet werden muss (siehe Schwerpunktbeitrag von A. Singler, S. 21).

AMPHETAMINE

Das Nebenwirkungsspektrum von Amphetaminen ist stark dosisabhängig. Bereits bei »normaler« Dosierung geht die Substanzeinnahme mit einem hohen psychischen und körperlichen Abhängigkeitspotenzial einher. Höhere Dosierungen können ein Gefühl des Getriebenseins bewirken und die Konzentrationsfähigkeit einschränken. In hohen Dosierungen können Amphetamine lebensbedrohlichen Bluthochdruck und Herzrhythmusstörungen verursachen und psychotische Zustandsbilder auslösen. Die wiederholte Einnahme von Amphetaminen kann möglicherweise das Absterben von Nervenzellen befördern. Aufgrund der Nebenwirkungen – insbesondere des Abhängigkeitspotenzials – wurde die therapeutische Verwendung von Amphetaminen kontinuierlich eingeschränkt, auch weil es zunehmend Behandlungsalternativen gab.

METHYLPHENIDAT

Die Liste der Nebenwirkungen von Methylphenidat ist lang. Laut Gebrauchsinformation zählen zu den schwerwiegenden Nebenwirkungen u.a. unregelmäßiger Herzschlag, Stimmungsschwankungen bis hin zu Persönlichkeitsveränderungen und in seltenen Fällen Suizidgedanken. Sehr häufig beobachtete Nebenwirkungen ($\geq 10\%$ der Fälle) sind Kopfschmerzen, Nervosität und Schlaflosigkeit. Häufig (1 bis 10 %) wurden z.B. Schläfrigkeit, Benommenheit, hoher Blutdruck, rascher Herzschlag, Schwindel, unkontrollierbare Bewegungen, Überaktivität, Aggressivität, Erregtheit, Ängstlichkeit,

depressive Stimmung oder Reizbarkeit beobachtet.

MODAFINIL

Laut Gebrauchsinformationen kann der Konsum von Modafinil in seltenen Fällen mit schwerwiegenden Nebenwirkungen einhergehen, wie z.B. plötzliche Atemschwierigkeiten oder Veränderungen der geistigen Verfassung. Andere Nebenwirkungen sind Kopfschmerzen (sehr häufig) oder Schwindelgefühle, Schlafstörungen, Appetitverlust (häufig) und vieles andere mehr. Obwohl Modafinil keine euphorisierende Wirkung aufweist und kein Abhängigkeitspotenzial zu haben scheint, kann aufgrund der fehlenden Langzeitstudien an Gesunden insbesondere ein Abhängigkeitspotenzial dennoch nicht ausgeschlossen werden. Genauso wenig können Aussagen über langfristige Nebenwirkungen gemacht werden.

FAZIT

In der Summe gibt es bisher keine medizinische Evidenz, dass Substanzen bei gesunden Menschen, die sich in keiner defizitären Ausgangssituation befinden, wirkungsvoll und zugleich nebenwirkungsarm zu verbesserten kognitiven Leistungen führen können. Eine solche Annahme ist bisher reine Illusion.

Allerdings kennt die Medizin seit Langem den Fall, dass Illusionen reichen, um eine (therapeutische) Wirkung zu erzielen – Placeboeffekt genannt. Als ein Indiz für einen solchen Effekt kann die Zahl an gesunden Personen gesehen werden, die pharmakologische Substanzen zur (vermeintlichen) Leistungssteigerung in Arbeits- und Alltagsumgebungen einnehmen. In einer Umfrage der Wissenschaftszeitung »Nature«, an der sich im Jahre 2008 1.400 Leser beteiligten, gab jeder Fünfte an, bereits Medikamente ohne medizinischen

Grund zur mentalen Leistungssteigerung genommen zu haben. In einer Befragung im Auftrag der Deutschen Angestelltenkrankenkasse (DAK) zum Thema »Doping am Arbeitsplatz« bejahten 5 % der Befragten die Einnahme potenter Arzneimittel ohne medizinische Notwendigkeit (2,2 % häufig bis regelmäßig) (ausführlicher in Sauter/Gerlinger 2012, S. 173 ff.). Die Tatsache, dass trotz unklarer Wirksamkeit mit z.T. erheblichen Nebenwirkungsspektrum Substanzen zur Leistungssteigerung verwendet werden, weist offensichtlich auf eine gesellschaftliche Bedeutung des Themas insbesondere im Umgang mit Leistungsvorgaben und -anforderungen in der globalisierten Ausbildungs- und Arbeitswelt hin (siehe hierzu den Schwerpunktbeitrag von A. Sauter, S. 28).

Mit Blick auf die zukünftige Entwicklung muss auch berücksichtigt werden, dass bisher Wirksamkeitsuntersuchungen von Arzneimitteln normalerweise nicht an gesunden Probanden durchgeführt werden. Einer möglichen gezielten Suche nach Substanzen, die bei gesunden Menschen leistungssteigernd wirken, stehen derzeit etliche medizinische und rechtliche Barrieren im Wege. Die diesbezügliche Wissensbasis ist deshalb äußerst gering. Bei gleichbleibendem Verfahren wird auch bei möglichen neuen Substanzen eine spezifische Wirksamkeit und Nebenwirkungsarmut bei gesunden Menschen eine offene Frage bleiben. Auf die bestehenden Verfahrensregeln zum Umgang mit und zur Forschung an spezifischen Wirkstoffen wird im nächsten Beitrag näher eingegangen.

Katrin Gerlinger

LITERATUR

Kubinger, K., Jäger, R. (2003): Schlüsselbegriffe der Psychologischen Diagnostik. Weinheim

Lieb, K. (2010): Hirndoping. Warum wir nicht alles schlucken sollten. Mannheim

Rempe, C. (2008): Marktangebot von Lebensmitteln, die mit Aussagen zur Leistungssteigerung oder über die Beeinflussung des optischen Erscheinungsbildes beworben werden. Berlin

Repantis, D., Heuser, I. (2008): Psychopharmakologisches Neuroenhancement – Aktuelle Möglichkeiten, Risiken und Perspektiven. Charité Centrum für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie, Berlin

Sauter, A., Gerlinger, K. (2012): Der pharmakologisch verbesserte Mensch. Leistungssteigernde Mittel als gesellschaftliche Herausforderung. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag 34, Berlin

Schumacher, R., Stern, E. (2008): Der Stand der psychologischen Forschung zu Enhancement-Trainings im Vergleich zu pharmakologischen und technischen Interventionen. Berlin

Stix, G. (2010): Doping für das Gehirn. In: Spektrum der Wissenschaft 01/10, S. 46–54

Wesensten, N.J., Killgore, W.D., Balkin, T.J. (2005): Performance and alertness effects of caffeine, dextroamphetamine, and modafinil during sleep deprivation. In: Journal of Sleep Research 14, S. 255–266

Yerkes, R.M., Dodson, J.D. (1908): The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. In: Journal of Comparative Neurology and Psychology 18, S. 459–482