

Genetisch-biologische und umweltbedingte Determinanten von Moralvorstellungen und gesellschaftskonformen Verhaltensweisen

Martina Piefke und Hans J. Markowitsch

Die Anatomie und Funktionsweise unseres Gehirns sind die Grundlagen unserer Denkweisen und unseres Verhaltens. Umwelteinflüsse und genetische Faktoren steuern neurobiologische und neurofunktionelle Prozesse. Durch das Zusammenspiel von Umwelt und Genetik kann es zu einer den gesellschaftlichen Normen entsprechenden Entwicklung moralischer Einstellungen und sozialer Verhaltensweisen kommen oder aber zu Störungen im Bereich des Sozialverhaltens. Insofern sind auch an der Motivation kriminellen und gewaltbereiten Verhaltens sowohl genetisch-biologi-

sche als auch umweltbedingte Faktoren beteiligt. Im vorliegenden Artikel werden Anteile genetisch-biologischer und umweltbedingter Determinanten an moralischen Einstellungen, Vorstellungen von Gerechtigkeit und den an diesen Grundsätzen orientierten Verhaltensweisen diskutiert und Stellung zu den wissenschaftlichen und öffentlichen Auseinandersetzungen über den Zusammenhang zwischen Neurobiologie, Moral, Verhalten, Willensfreiheit und Verbrechen genommen.

Genetik, Neurobiologie und moralisches Verhalten

Die Anatomie und Funktionsweise unseres Gehirns bilden die Grundlagen unserer Denkweisen, unserer Vorstellungen von Moral und Gerechtigkeit, unserer emotionalen Fähigkeiten und unseres Verhaltens. Umwelteinflüsse und genetisch-biologische Faktoren steuern die Funktionsweise unseres Gehirns und sind daher an der Entwicklung gesellschaftlich konformer und nicht konformer Einstellungen und Verhaltensweisen eines Menschen beteiligt.

Die genetische und neurowissenschaftliche Forschung hat vielfältige Zusammenhänge zwischen individuellen genetischen Konstellationen, neurobiologischen Prozessen, Persönlichkeitsmerkmalen und der Motivation von Straftaten aufgezeigt (eine ausführliche Darstellung geben Markowitsch/Siefer 2007). Die Vererbbarkeit aggressiver Verhaltensweisen liegt bei 50 bis 75 %. Spezifische Ausprägungen von Genen (sogenannte Genotypen) können reduzierte Volumina von Gehirnstrukturen zur Folge haben. Dies trifft auch für Strukturen zu, die eine Schlüsselrolle bei der Emotions-

verarbeitung spielen. Ein bestimmter Genotyp kann dann beispielsweise die Reaktivität einer Gehirnregion auf emotionale Reize verstärken. Spezifische Ausprägungen bestimmter Gene können auch zu einer Abnahme kontrollierender und hemmender Funktionen unseres Gehirns führen, sodass das betroffene Individuum zu einer erhöhten Gewaltbereitschaft neigt. Bei der Bewertung solcher genetisch-neurobiologischen Befunde ist jedoch zu bedenken, dass das Zusammenspiel zwischen zahlreichen Genen und der Umwelt die Ausprägung des Verhaltens eines Individuums bestimmt.

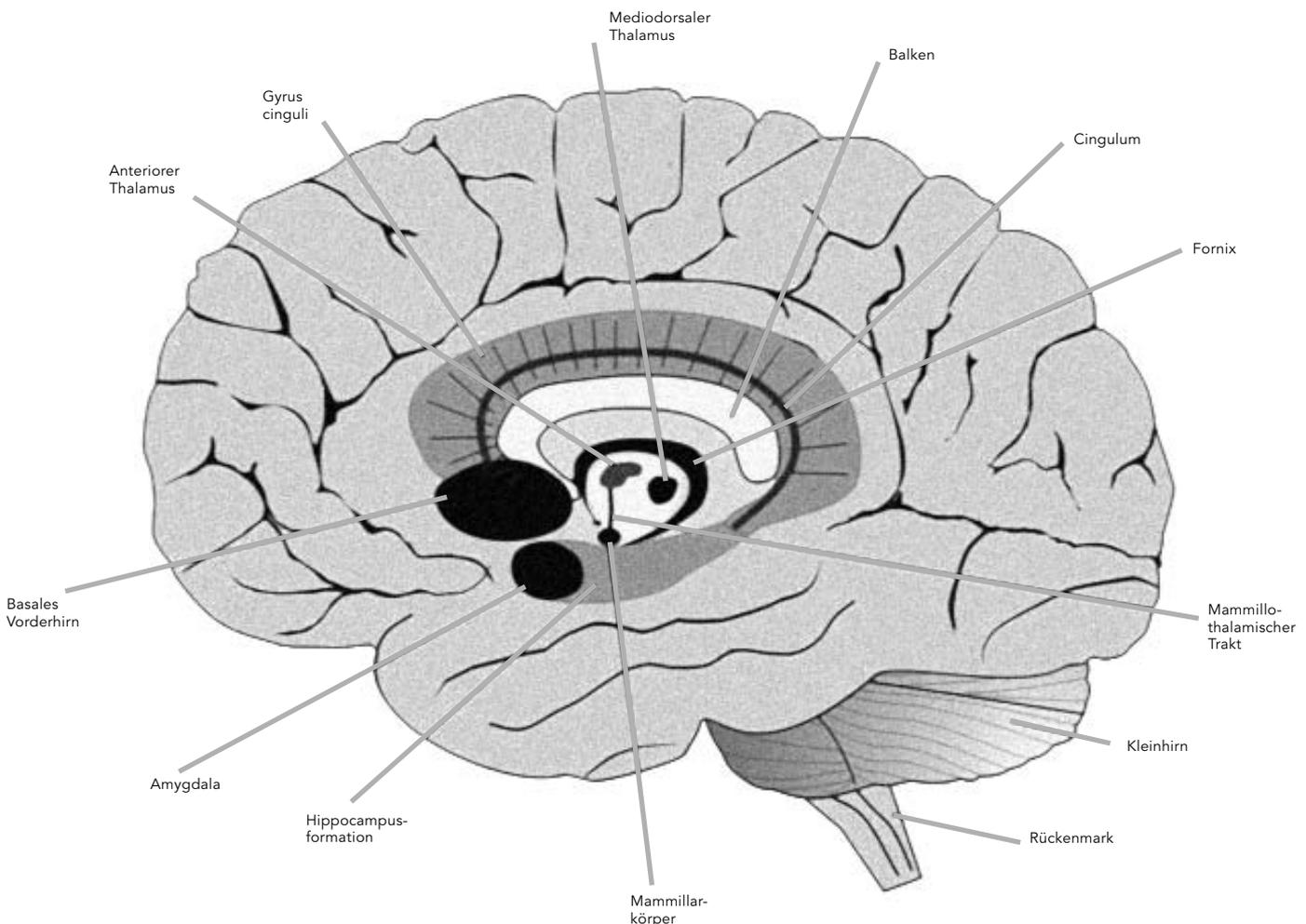
Innerhalb unseres Gehirns gibt es eine Konstellation zusammengehöriger Strukturen, die als limbisches System bezeichnet werden. Dieses gilt als unser „emotionales Gehirn“ und spielt insofern eine Schlüsselrolle für unser emotionsabhängiges – und damit auch für unser moralisches – Verhalten (Markowitsch/Kalbe 2007; Piefke/Markowitsch 2008). Bei Gewalttättern werden insbesondere Schädigungen der Amygdala, einer Kernstruktur des limbischen Systems, und der mit dieser Struktur direkt verbundenen Gehirnareale vermutet. Abbildung 1 zeigt die zum limbischen System gehörenden Gehirnstrukturen und ihre Lage im Gehirn.

Abbildung 1:
Das limbische System

Strukturen des limbischen Systems im menschlichen Gehirn. Das limbische System besitzt zentrale Funktionen bei der zerebralen Verarbeitung von emotionalen Reizen. Die Abbildung veranschaulicht die Lage der Kernstrukturen des limbischen Systems. Dazu gehören die Amygdala, der Hippocampus, thalamische Regionen, das basale Vorderhirn, der Gyrus cinguli, der Fornix, die Mammillarkörper und der mamillothalamische Trakt.

Der Magdeburger Psychiater Bogerts (2006) beschreibt die Fälle zweier Amokläufer, bei denen eine Pathologie im Bereich des limbischen Systems ausschlaggebend war für ihr Handeln (Tötung mehrerer Menschen mit anschließender Selbsttötung). Post-mortem-Untersuchungen zeigten bei einem der Amokläufer pathologische Veränderungen in Regionen, in denen Information zur Amygdala weitergeleitet wird und die für eine realitätsgerechte affektive Einstufung wahrgenommener Reize aus der Umwelt ausschlaggebend sind. Bei dem anderen ergab die Autopsie des Gehirns einen seitlich an die rechte Amygdala angrenzenden Tumor. Jedoch ist hier anzumerken, dass Schädigungen der Amygdala auch zu sozial und gesellschaftlich „harmlosen“ neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen führen können (z. B. Urbach-Wiethe-Krankheit; s. die Beschreibungen in Markowitsch/Siefer 2007).

Eine andere häufig im Zusammenhang mit Delinquenz und Gewaltbereitschaft genannte Hirnstruktur ist das Stirnhirn oder der präfrontale Kortex. Verschiedene präfrontale Regionen leisten die Kontrolle und Steuerung von Emotionen und Handlungen und ermöglichen so die Aufrechterhaltung eines den gesellschaftlichen Moralvorstellungen entsprechenden Verhaltens. Insbesondere dem medialen präfrontalen Kortex wird bei der emotionalen Selbstkontrolle eine zentrale Rolle zugeschrieben. Ein Verlust der Selbstkontrolle tritt bei kriminellen Handlungen häufig auf. Cauffman und ihre Mitarbeiter (2005) zeigten, dass mangelnde Selbstkontrolle des Verhaltens ein Kriterium darstellt, das selbst bei Universitätsstudenten zwischen Individuen differenziert, die (leichtere) Straftaten begehen, und solchen, die dies nicht tun. Der mediale präfrontale Kortex ist darüber hinaus auch entscheidend an anderen



Facetten der „sozialen Kognition“ beteiligt wie beispielsweise an der Entstehung von Empathie mit anderen Menschen und der sogenannten „Theory of Mind“. Der Begriff der „Theory of Mind“ bezeichnet die Fähigkeit, sich die Gedanken und Gefühle einer anderen Person in einem bestimmten situativen Kontext vorstellen zu können. Abbildung 2 veranschaulicht die Lage des medialen präfrontalen Kortexes im menschlichen Gehirn.

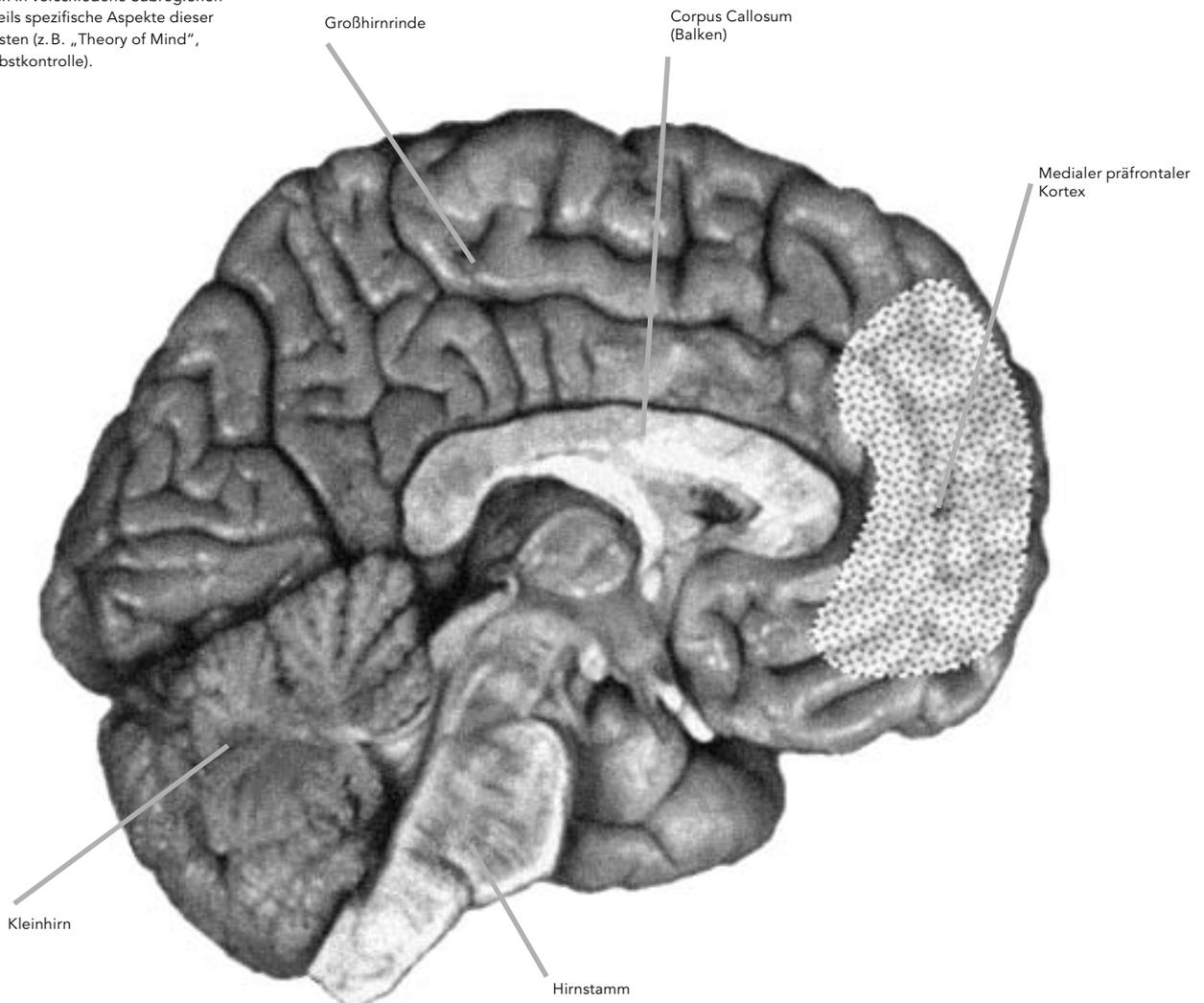
Abbildung 2:
Lage des medialen präfrontalen Kortexes im Gehirn des Menschen

Die Abbildung zeigt einen Längsschnitt entlang der Mittellinie des Gehirns. Der relativ große mediale Teil des präfrontalen Kortexes ist entscheidend an der selbstbezogenen Emotionsverarbeitung und an der sozialen Kognition beteiligt. Er kann in verschiedene Subregionen unterteilt werden, die jeweils spezifische Aspekte dieser komplexen Funktionen leisten (z. B. „Theory of Mind“, Empathie, emotionale Selbstkontrolle).

Genetische und umweltbedingte Determinanten moralischen Verhaltens

Verhaltensweisen, die nicht den Moral- und Gerechtigkeitsvorstellungen unserer gegenwärtigen Gesellschaft entsprechen, können aus einem Zusammenspiel von genetischen Dispositionen, sozialen Risikofaktoren in der Kindheit (z. B. Gewalterfahrungen, Deprivation) und angeborenen und/oder erworbenen Schädigungen des Gehirns (Lewis u. a. 1985; 1987) entspringen. Trotz zahlreicher Hinweise auf genetische und neurobiologische Determinanten von abweichenden Verhaltensweisen, insbesondere von gewaltbereitem Verhalten (z. B. Meyer-Lindenberg u. a. 2006), dürfen nicht die zahlreichen umweltbedingten Faktoren bei der Entstehung unmoralischen und kriminellen Verhaltens übersehen werden. Dazu gehören insbesondere Armut, Gewalt und Deprivation in

der Kindheit sowie mangelhafte Erziehung und Schulbildung. Suchtmittelkonsum ist ein weiterer für die Motivation von Kriminalität relevanter Aspekt, der an der Schnittstelle zwischen Neurobiologie und Umweltbedingungen angesiedelt ist. Es ist bekannt, dass der Genuss von Drogen das Gehirn schädigt. So beeinträchtigen Amphetamine beispielsweise Kontrollfunktionen des präfrontalen Kortexes, die eine zentrale Rolle spielen für ein an moralischen Vorstellungen orientiertes Handeln. Zudem führt die abhängigkeitsbedingte Notwendigkeit der Drogenbeschaffung typischerweise in ökonomische Notlagen, die ihrerseits kriminelles Verhalten fördern. Lebensform und Hirnfunktion treten hier in Wechselwirkung, sodass es zu einer sich aufschaukelnden Tendenz zum Bruch mit der gesellschaftlichen Moral kommt. *Das Gehirn bestimmt das Verhalten, aber auch das Verhalten bestimmt das Gehirn.*



Möglichkeiten und Grenzen der Prävention von unmoralischem Verhalten und Gewalt

Aus der genetisch-neurowissenschaftlichen Forschung resultiert insofern der Befund, dass das Postulat des „freien Willens“, dem in unseren Moral- und Rechtsvorstellungen eine Schlüsselrolle zukommt, eine gesellschaftlich-kulturelle Fiktion ist. Es ist zu betonen, dass dies keineswegs nur in den Kontexten von Kriminalität, Rechtsprechung und forensischer Psychiatrie gilt. Vielmehr ist der freie Wille auch in Bezug auf das „normale“, der gesellschaftlichen Moral entsprechende Handeln eines Individuums in seinem Lebenszusammenhang als eine soziokulturelle Fiktion aufzufassen (Markowitsch/Siefer 2007; Piefke/Markowitsch 2008). Diese Erkenntnis ist im Übrigen nicht so neu: Sie ist schon bei Schopenhauer und Freud zu

finden (so schrieb Freud 1919 von der „Illusion des freien Willens“; s. Markowitsch/Siefer 2007). Sie zieht jedoch *nicht* generell die Schuldfähigkeit für das unmoralische Handeln von kriminellen Personen in Zweifel. Eine Gesellschaft kann nur dann funktionieren und sich schützen, wenn sie Verletzungen ihrer Grundsätze durch entsprechende Sanktionen bekämpft. Allgemein für die Gesellschaft und speziell für die forensische Praxis stellt sich jedoch die wichtige Frage, ob man aus den verfügbaren modernen Erkenntnissen über genetisch-neurobiologische und umweltbedingte Determinanten unmoralischer Verhaltensweisen für die Verbrechensprävention lernen kann. In welchem Ausmaß kann man Menschen formen und verändern? Wie kann man – und inwieweit soll man – potenziell kriminelle Personen präventiv identifizieren und „umerziehen“? Was ist in diesem Zusammenhang generell für die

„normale“ Erziehung von Kindern und Jugendlichen im Elternhaus zu bedenken? Darf man als „gefährdet“ diagnostizierte Personen genetischen, neuropsychologischen und neurobiologischen Untersuchungen unterziehen oder stehen dem die ethisch-moralischen und privatrechtlichen Grundsätze unserer Gesellschaft entgegen? Könnte man ihnen eine besondere psychotherapeutisch-neuropsychologische Erziehung zukommen lassen? Auf einige dieser Fragen haben die Gesellschaften unseres Kulturkreises bereits pragmatisch geantwortet, sei es durch Einwirkung auf die Kindererziehung im Elternhaus oder durch Maßnahmen in den Bereichen des Jugendstrafvollzugs und der forensischen Psychiatrie.

Die frühkindlichen Umwelt- und Erziehungserfahrungen sind von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung von späteren Verhaltensweisen, die den Moralvorstellungen

»Je mehr ungünstige genetische, biologische und umweltabhängige Konstellationen im Kindesalter zusammenkommen, desto eher kommt es im weiteren Verlauf des Lebens zu Abweichungen von den gesellschaftlichen Moralvorstellungen und damit in vielen Fällen zu einem Abgleiten in die schwere und gewaltsame Kriminalität.«

unserer Gesellschaft entsprechen. Die sogenannte *neuronale Plastizität* ist eine Eigenschaft unseres Gehirns, die in frühen Lebensstadien besonders stark ausgeprägt ist (siehe Singer 2003; Piefke 2008). *Der Begriff der neuronalen Plastizität bezeichnet die Formbarkeit der Anatomie des Gehirns und der funktionellen Interaktion zwischen bestimmten Gehirnstrukturen durch genetische, biologische und umweltbedingte Einflüsse.* Diese Formbarkeit unseres Gehirns wird schwächer im Verlauf des biologischen Alterns, bleibt jedoch generell über die gesamte Lebensspanne eines Individuums erhalten. Frühkindliche Erfahrungen verändern insbesondere die Verfügbarkeit von Neuropeptiden und Hormonen im Gehirn, die für die Regulation des sozialen Verhaltens von entscheidender Bedeutung sind. So untersuchten Fries und Mitarbeiter (2005) das Vorhandensein von Oxytocinen bei ehemaligen russischen und rumänischen Waisenkindern, die in sozial sehr deprivierten Verhältnissen die ersten drei oder vier Lebensjahre verbracht hatten und anschließend von nordamerikanischen Eltern adoptiert und in deren Familien integriert worden waren. Nachdem die ehemaligen Waisenkinder inzwischen gut drei Jahre in „geordneten“ und fürsorglichen Familienverhältnissen zugebracht hatten, fanden die Autoren, dass sie weiterhin nur sehr geringe Mengen an Bindungshormonen freisetzen und dies sowohl unter sogenannten Ruhebedingungen wie auch dann, wenn sie bei ihrer Mutter auf dem Schoß saßen und diese mit ihnen spielte. Oxytocine werden z. B. beim Stillen eines Kindes sowohl von der Mutter als auch dem Kind ausgeschieden, um die Bindung zwischen beiden zu stärken. Fries und Mitarbeiter schlussfolgerten deswegen, dass gerade die frühkindlichen Bindungsverhältnisse zentral für die spätere Ausformung adäquaten Sozialverhaltens sind.

Die Tatsache, dass Umweltfaktoren den Aufbau und die Funktion des zentralen Nervensystems entscheidend beeinflussen, ist von zentraler Bedeutung für die Wirksamkeit psychotherapeutischer Intervention. Insbesondere Studien über die Neurobiologie kognitiver und emotionaler Entwicklungsstörungen belegen, dass die *Mechanismen der Pathogenese von psychiatrischen Erkrankungen auch die Grundlage für die Remission der Störung und eine entsprechende Veränderung der Persönlichkeit und des Verhaltens durch psychotherapeutische Intervention bilden* (z. B. Braun/Bo-

gerts 2001; Piefke 2008). Insofern ermöglicht die neuronale Plastizität unseres Gehirns die erfahrungsbedingte initiale Entstehung der Konnektivität zwischen Gehirnstrukturen als neuronale Basis des Lernens und der kognitiv-emotionalen – und damit auch der moralischen – Entwicklung, die Entstehung abweichender Einstellungen und Verhaltensweisen sowie klinischer Symptome durch umweltbedingte pathologische Einflüsse und die Wirksamkeit psychotherapeutischer Intervention bei Personen mit abweichendem Verhalten (Piefke/Markowitsch 2008; Piefke 2008). Dies gilt generell für jede psychiatrische Erkrankung und insofern natürlich auch für die Behandlung von Personen, die ein kriminelles und damit unmoralisches Verhalten zeigen.

Dennoch muss man sich darüber im Klaren sein, dass die Möglichkeiten psychotherapeutischer Intervention begrenzt sind. Diese Grenzen werden in erster Linie durch genetische Dispositionen sowie angeborene oder erworbene pathologische Veränderungen des Gehirns gezogen (z. B. durch Verletzungen, Tumore oder entzündliche Erkrankungen). Zum Aspekt der Genetik ist festzuhalten, dass auch Umwelterfahrungen, die wir im frühesten Kindesalter (also in der Phase besonders ausgeprägter neuronaler Plastizität) machen, auf genetisch in unterschiedlichem Grade determinierte Gehirne treffen und insofern nicht auf jedes Individuum in qualitativ und quantitativ gleicher Weise wirken. Viele Fragen nach dem Verhältnis zwischen genetischen, biologischen und umweltbedingten Einflüssen auf die Entwicklung des menschlichen Gehirns und die durch das Zusammenspiel entstehenden Veränderungen moralischer Denkweisen und Verhaltensmuster (und auch allgemein kognitiver und emotionaler Funktionen) sind bislang jedoch ungeklärt. Es besteht jedoch Einigkeit darüber, dass die postnatale anatomische und funktionelle Reifung des menschlichen Gehirns keine passive Entfaltung eines genetisch determinierten sequenziellen Prozesses darstellt. Vielmehr ist diese Entwicklung ein aktiver erfahrungsabhängiger Prozess, der jedoch gesteuert und begrenzt wird durch individuelle Dispositionen. In diesem Zusammenhang ist auch zu bedenken, dass viele Gene in Abhängigkeit von der Umwelt exprimiert („aktiviert“, „angeschaltet“) werden.

Es ist nicht jederzeit und bei jedem Menschen möglich, aus einem kriminellen und ge-

waltbereiten Straftäter einen entsprechend der gesellschaftlichen Moral und Normen denkenden und handelnden „Mitbürger“ zu machen. Pädophilie scheint beispielsweise nach heutigem Wissensstand nicht durch therapeutische Maßnahmen behandelbar zu sein. Der gegenwärtige Stand der neurowissenschaftlich-psychologischen Forschung über das Verhältnis zwischen der Formbarkeit des Gehirns, moralischen Einstellungen und entsprechenden Verhaltensweisen belegt die folgende Auffassung: Je mehr ungünstige genetische, biologische und umweltabhängige Konstellationen im Kindesalter zusammenkommen, desto eher kommt es im weiteren Verlauf des Lebens zu Abweichungen von den gesellschaftlichen Moralvorstellungen und damit in vielen Fällen zu einem Abgleiten in die schwere und gewalttätige Kriminalität.

Eckpfeiler einer protektiven sozialen Umwelt

Die Bedeutsamkeit nicht nur bewusster, sondern auch unbewusster Umwelterfahrungen für die Ausformung unserer moralischen Geisteshaltungen und damit auch unserer Verhaltensoptionen ist durch vielfältige neurowissenschaftliche Experimente belegt. Den größten Anteil an alltäglicher Information aus der sozialen Umwelt nehmen wir unbewusst auf (Markowitsch/Siefer 2007). Unbewusst wahrgenommene Reize können dennoch, wie vielfach belegt, zu neurofunktionellen Veränderungen führen und dadurch unser nachfolgendes Verhalten beeinflussen. Die relevanten sozialen Faktoren, die protektiv der Entwicklung unmoralischer Einstellungen und Verhaltensweisen entgegenwirken, werden vermutlich zum größten Teil ebenfalls unbewusst in der frühen Kindheit erworben. Ein Kind braucht eine vielfältige sozial harmonische Reizumgebung, damit sich insbesondere Strukturen des präfrontalen Kortexes und des limbischen Systems so entwickeln und vernetzen können, dass dem heranwachsenden Menschen die Übernahme gesellschaftlich integrierter Einstellungen und Verhaltensweisen und die Akzeptanz der entsprechenden soziokulturellen moralischen Grundsätze (z. B. Gerechtigkeitsvorstellungen, Verhaltensoptionen zur Durchsetzung eigener Bedürfnisse) sozusagen „in Fleisch und Blut übergehen“. Interessanterweise werden auch nur in einer behüteten sozialen Umgebung Bin-

dungshormone wie Oxytocin ausreichend gebildet und freigesetzt (siehe oben, Fries u. a. 2005).

Schlussfolgerungen

Die Funktionen unseres Gehirns bilden die Grundlage unserer Denkweisen, emotionalen Fähigkeiten und unseres Verhaltens. Die neurowissenschaftliche Forschung hat gezeigt, dass unser Gehirn einen hohen Grad von erfahrungsabhängiger Plastizität aufweist. Diese Formbarkeit unseres Gehirns durch Umweltfaktoren wird begrenzt durch genetische Dispositionen sowie angeborene und erworbene Gehirnschädigungen. Es existieren insofern extrinsische und intrinsische Determinanten menschlicher Vorstellungen von Moral und Gerechtigkeit, sodass der „freie Wille“, der in unserem Moral- und Rechtsverständnis eine zentrale Rolle spielt, als eine soziokulturelle Fiktion zu betrachten ist. Weder Sozialisationsfaktoren noch Genetik und Biologie sind jeweils allein determinierend, wenn ein Individuum ein von den gesellschaftlichen Normen abweichendes Verhalten zeigt. Zur Prävention von Kriminalität und gewaltbereitem Verhalten ist es ausschlaggebend, dass sowohl das soziale Umfeld als auch genetisch-biologische Faktoren für die individuelle Entwicklung zu einer sozial verantwortlichen Person genutzt werden können. Protektive Sozialisationsfaktoren können ausgleichend auf ungünstige genetische Dispositionen wirken, und umgekehrt können günstige genetische Konstellationen destruktive Faktoren des sozialen Umfelds kompensieren.

Literatur:

- Bogerts, B.:**
Gehirn und Verbrechen.
In: F. Schneider (Hrsg.):
Entwicklungen der Psychiatrie. Symposium anlässlich des 60. Geburtstages von Henning Saß. Berlin 2006, S. 335–347
- Braun, K./Bogerts, B.:**
Experience guided neuronal plasticity. Significance for pathogenesis and therapy of psychiatric diseases.
In: *Nervenarzt*, 72/2001, S. 3–10
- Cauffman, E./Steinberg, L./Piquero, A. R.:**
Psychological, neuro-psychological and physiological correlates of serious antisocial behavior in adolescence: The role of self-control. In: *Criminology*, 43/2005, S. 133–176
- Fries, A. B. W./Ziegler, T. E./Kurian, J. R./Jacoris, S./Pollak, S. D.:**
Early experience in humans is associated with changes in neuropeptides critical for regulating social behavior.
In: *Proceedings of the National Academy of Science of the USA*, 102/2005, S. 17237–17240
- Lewis, D. O. u. a.:**
Biopsychosocial characteristics of children who later murder: a prospective study.
In: *American Journal of Psychiatry*, 142/1985, S. 1161–1167
- Lewis, D. O./Pincus, J. H./Lovely, R./Spitzer, E./Moy, E.:**
Biopsychosocial characteristics of matched samples of delinquents and nondelinquents. In: *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 26/1987, S. 744–752
- Markowitsch, H. J./Kalbe, E.:**
Neuroimaging and crime.
In: S. Å. Christianson (Hrsg.): *Offender's memory of violent crime.* Chichester 2007, S. 137–164
- Markowitsch, H. J./Siefer, W.:**
Tatort Gehirn. Auf der Suche nach dem Ursprung des Verbrechens.
Frankfurt am Main 2007
- Meyer-Lindenberg, A. u. a.:**
Neural mechanisms of genetic risk for impulsivity and violence in humans.
In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 103/2006, S. 6269–6274
- Piefke, M.:**
Neuronale Plastizität und emotionale Entwicklung: Altersabhängige Veränderungen emotionaler Verarbeitungsprozesse im Gehirn des Menschen und ihre Störungen. In: H. P. Wunderlich/R. Becker (Hrsg.): *Wie wirkt Psychotherapie?* Stuttgart 2008 (im Druck)
- Piefke, M./Markowitsch, H. J.:**
Neuroanatomische und neurofunktionelle Grundlagen gestörter kognitiv-emotionaler Verarbeitungsprozesse bei Straftätern. In: K.-J. Grün/M. Friedman/G. Roth (Hrsg.): *Entmoralisierung des Rechts – Maßstäbe der neuesten Hirnforschung für das Strafrecht.* Göttingen 2008, S. 96–130
- Singer, W.:**
Hirnentwicklung – neuronale Plastizität – Lernen. In: S. Silbernagel/R. Klinke (Hrsg.): *Lehrbuch der Physiologie.* Stuttgart 2003, S. 743–756

Dr. Martina Piefke ist wissenschaftliche Assistentin in der Abteilung für Physiologische Psychologie der Universität Bielefeld.



Prof. Dr. Hans J. Markowitsch ist Leiter der Abteilung für Physiologische Psychologie der Universität Bielefeld und Direktor am Zentrum für interdisziplinäre Forschung an der Universität Bielefeld.

