

**GERHARD ROTH**

**NEUROBIOLOGISCHE GRUNDLAGEN  
VON ANGST UND GEWALT**

**INSTITUT FÜR HIRNFORSCHUNG  
UNIVERSITÄT BREMEN**



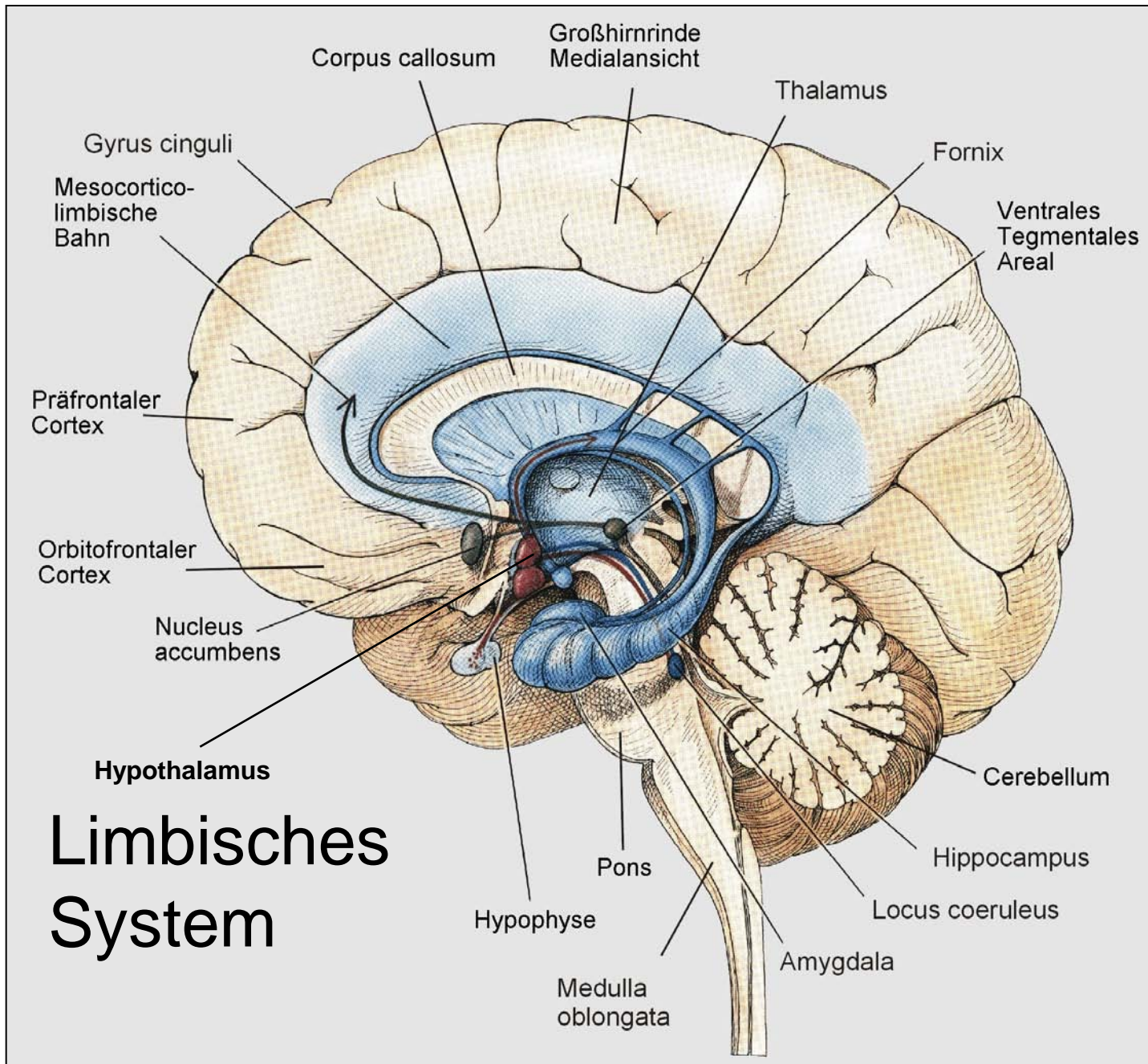
# AUSGANGSPUNKT

Angst und Gewalt haben aus psychologisch-psychiatrischer und neurobiologischer Sicht gemeinsame Wurzeln.

Beide beruhen auf einer Interaktion genetisch-epigenetischer Vorbelastungen („Vulnerabilität“) und negativen (traumatisierenden) Umwelteinflüssen vor oder nach der Geburt und in abgeschwächter Form in späterer Kindheit und Jugend.

Beide Faktoren betreffen die Funktionen des **limbischen Systems**.

Innenansicht  
des  
menschlichen  
Gehirns  
mit dem  
limbischen  
System (blau)



# Limbisches System

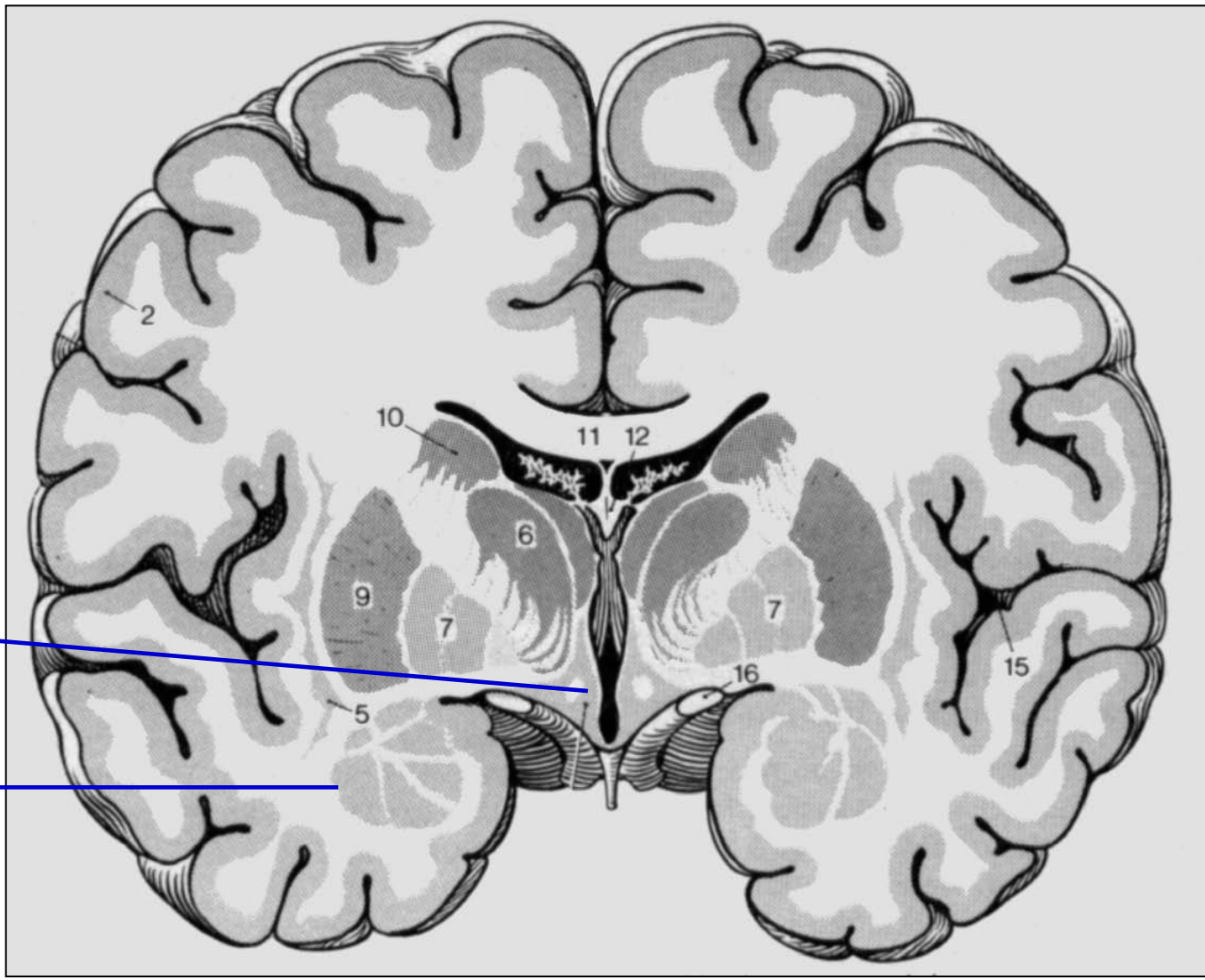
(nach Spektrum der  
Wissenschaft,  
verändert)

**Hypothalamus:** U.a.  
Zentrum für „angeborene“ Gewalt

**Amygdala:** Zentrum  
für emotionale  
Konditionierung  
sowie angst- und  
furchtgeleitete impul-  
sive Reaktionen

Hypothalamus

Amygdala  
(Mandelkern)



# ANGST UND FURCHT

## Furcht

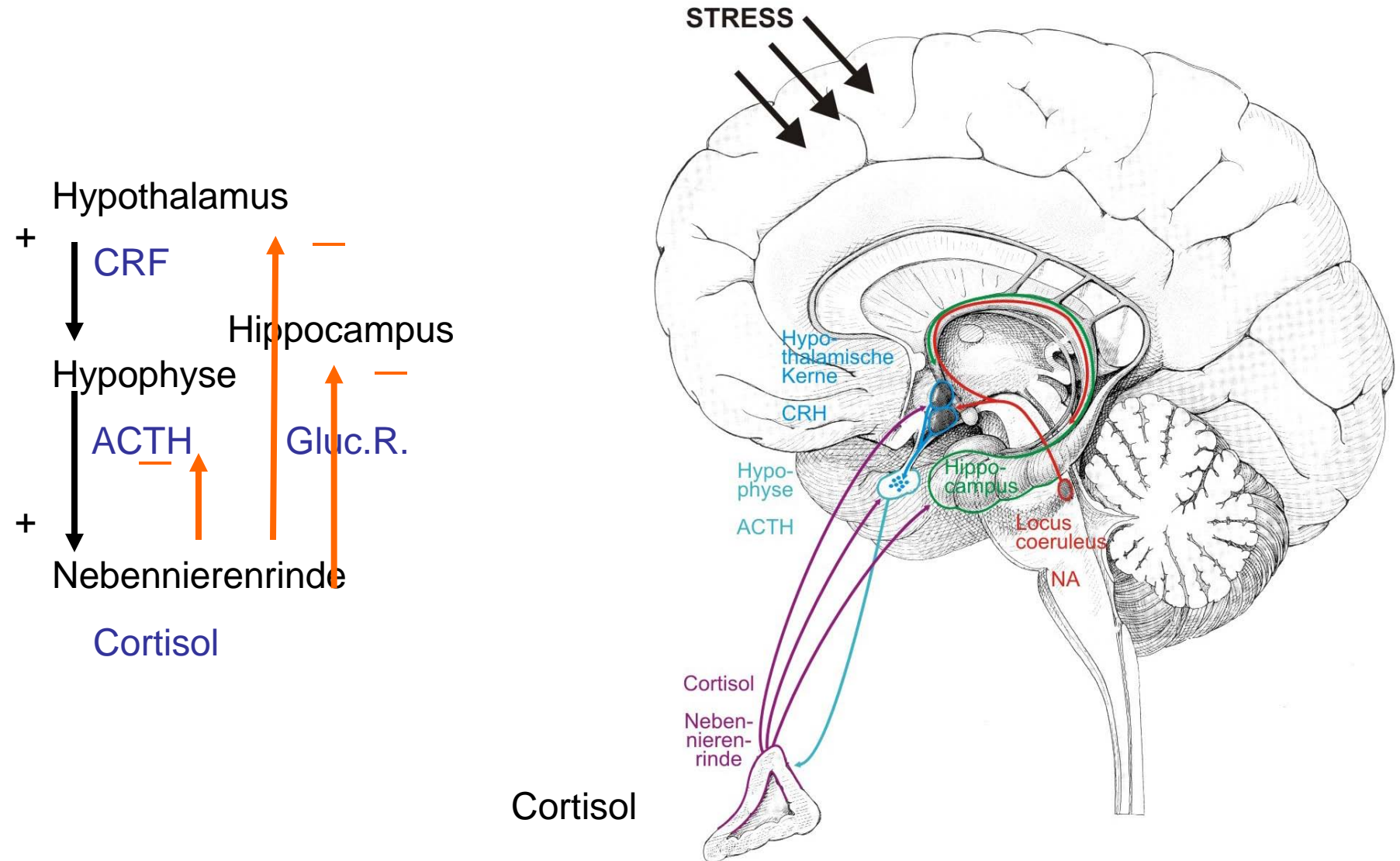
- Natürliche Reaktion auf eine identifizierte Gefahr
- Nimmt mit räumlicher und zeitlicher Nähe zur potentiellen Gefahrenquelle zu bzw. mit zunehmender Ferne ab
- Kann angeboren oder erlernt sein
- Wird beseitigt/gemindert durch positive Erfahrung

## Angst

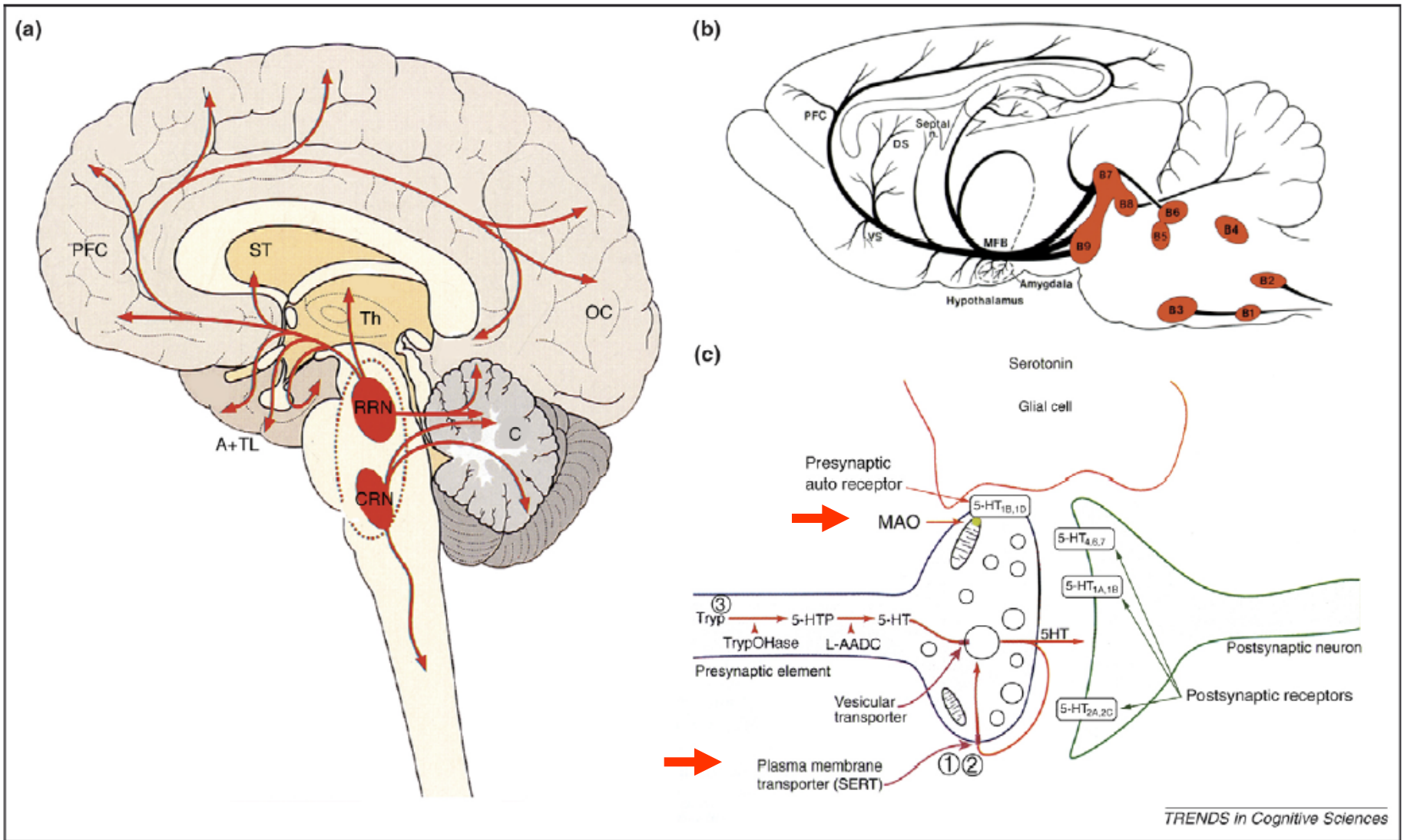
- Ungerichtete Überaktivierung der Wahrnehmung potentieller Gefahren
- Generelles Gefühl der Verunsicherung und Bedrohung
- Gesteigerte Besorgtheit und Wachsamkeit (Hypervigilanz)
- Erwartung negativer Ereignisse, Suche nach Anzeichen
- Steigert sich, je länger Anzeichen der Gefahr ausbleiben
- Vermindert sich nicht durch positive Erfahrungen

# „STRESS ACHSE“

## CRF-ACTH-Cortisol-Rückkopplungsschleife zwischen Nebennierenrinde, Hypothalamus und Hippocampus



# SEROTONIN- (5HT-) SYSTEM



Cools et al., Nature Neuroscience 2007



# SEROTONIN - GEN-POLYMORPHISMEN

Gen-Polymorphismen sind Unterschiede in den beiden Allelen eines Gens, die mindestens 1% der Varianz eines Gen-Pools ausmachen.

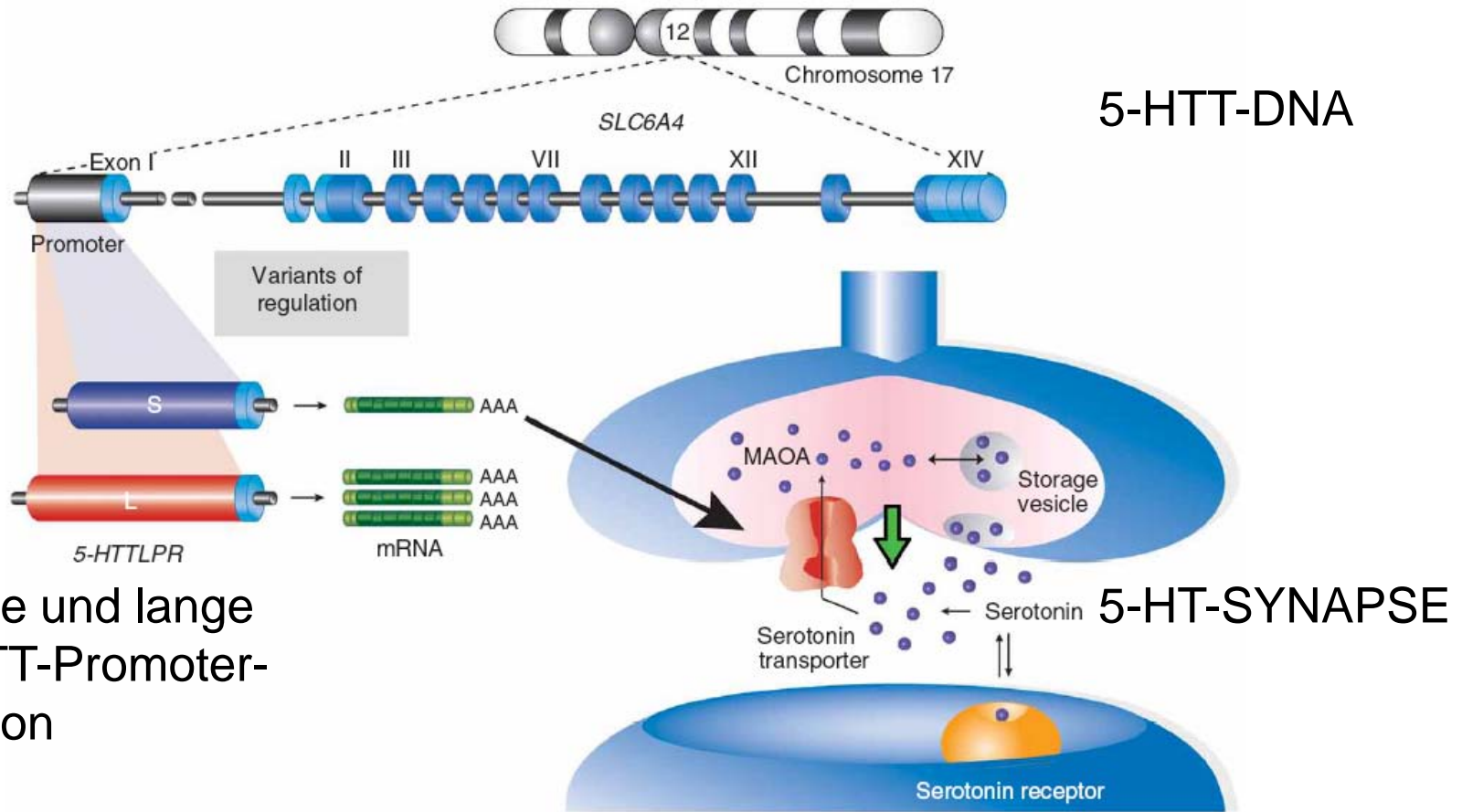
Bisher intensiv untersuchte Polymorphismen betreffen:

- MAO-A-Gen
- 5-HT-Transporter-Gen
- 5-HT<sub>1A</sub>-Rezeptor-Gen
- COMT-Gen
- Tryptophan-Hydroxylase-Gen

Alle diese Gene beeinflussen direkt oder indirekt den Serotonin-Haushalt und damit die Empfänglichkeit für psychischen Stress.

# POLYMORPHISMUS DES 5-HT-TRANSPORTER-GENS

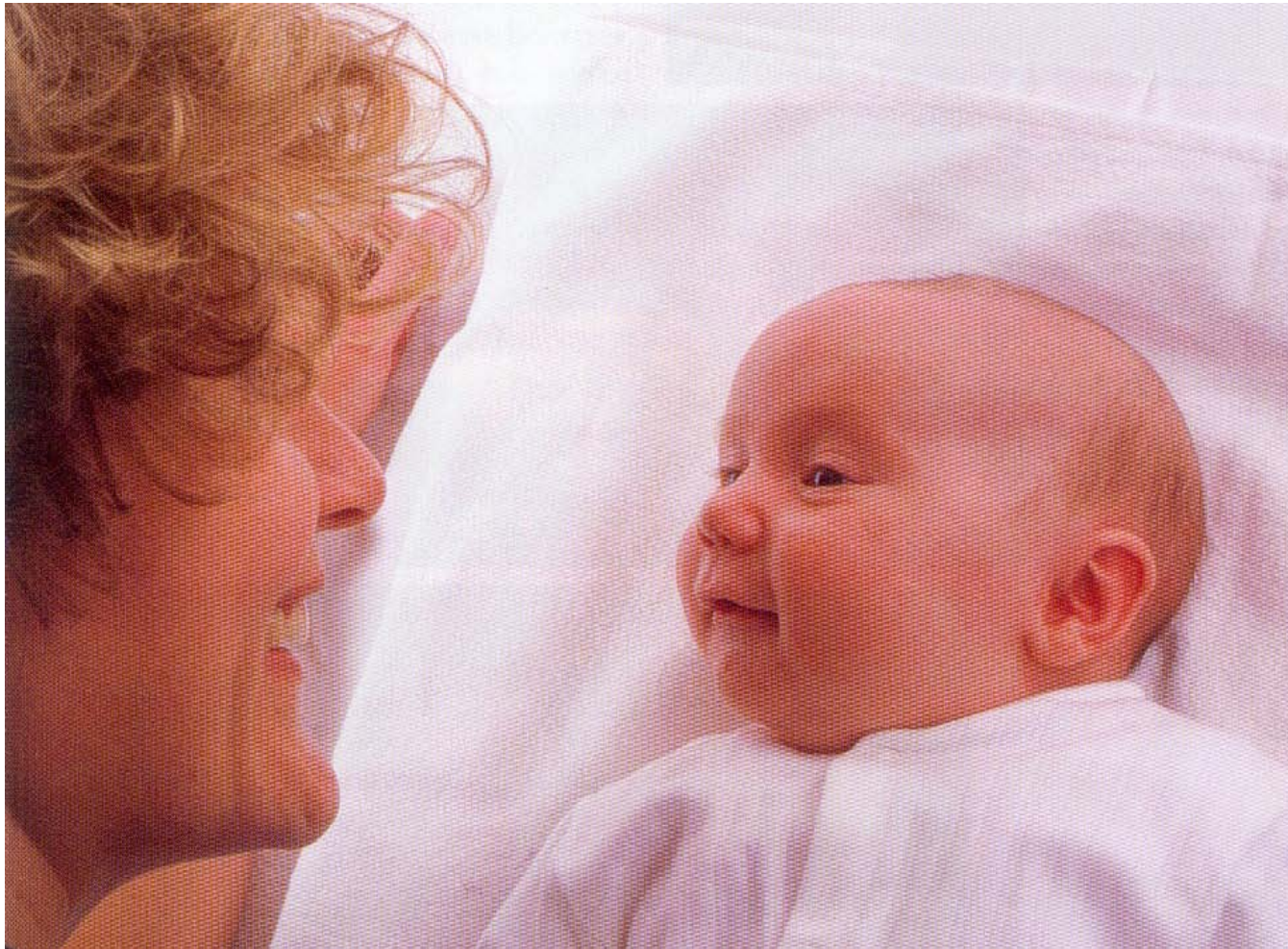
Canli und Lesch, Nature Neuroscience 2007



Kurze und lange  
5-HTT-Promoter-  
Region

Die kurze Variante des Transporter-Gens ist korreliert mit erhöhten Angststörungen, Depression und reaktiver Gewalt als Folge eines erhöhten Bedrohtheitsgefühls und verminderter Impulskontrolle.

Eine positive frühkindliche Bindungserfahrung ist die wichtigste Erfahrung in unserem Leben. Durch sie wird unser individuelles und gesellschaftliches Verhalten bestimmt: Selbstwertgefühl, Empathie, Verantwortlichkeit. Defizite führen zu Angst, Depression und bei Männern zu Gewaltneigung und anti-sozialem Verhalten.



Angst entsteht aus neurobiologischer Sicht aus einer teils genetischen, teils vorgeburtlich oder früh nachgeburtlichen Schädigung der „Stress-Achse“, die zu einer Überproduktion von Stress-Stoffen (CRF, ACTH, Cortisol) bzw. einem Zusammenbruch der negativen stressreduzierenden Rückkopplung zwischen Hypothalamus, Nebennierenrinde, Hippocampus und Frontalhirn führt sowie zu einem Defizit im Selbstberuhigungssystem (Serotonin-System) und im Bindungssystem (Oxytocin-System).

Vorgeburtliche Schädigungen gehen auf traumatisierende Einflüsse auf die werdende Mutter zurück, die von deren Gehirn auf das des ungeborenen Kindes übergreifen.

Frühkindliche Schädigungen bzw. Traumatisierungen umfassen Vernachlässigung, körperliche und psychische Misshandlungen, sexuellen Missbrauch oder Depressionen der Mutter.

Ein späteres Bindungserleben und das dabei ausgeschüttete „Bindungshormon“ Oxytocin können zumindest teilweise diese Defizite mindern.

# DREI TYPEN VON TÄTERN MIT GEWALTTÄTIGEM VERHALTEN

- (1) Instrumentelle Gewalttäter
- (2) Impulsiv-reaktive Gewalttäter (gewaltkriminell, meist Vielfachstraftäter)
- (3) Proaktiv-psychopathische Gewalttäter (nicht notwendig gewaltkriminell, oft sozial erfolgreich)

# BIOLOGISCHE UND PSYCHISCHE URSACHEN IMPULSIV- REAKTIVEN GEWALTVERHALTENS

- Geschlecht
- Alter
- Vorgeburtliche, geburtliche oder nachgeburtliche anatomische und physiologische Hirnschädigung
- Genetische Prädisposition (Gen-Polymorphismen)
- Kognitiv-emotionale Defizite
- Niedriger Serotoninspiegel

# GESCHLECHT

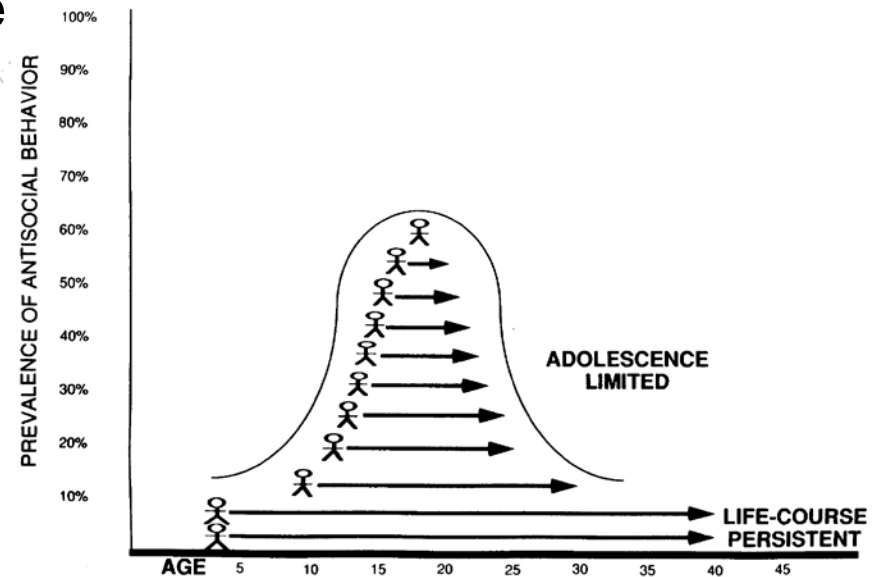
- In den meisten Ländern wird die Mehrzahl aller körperlichen Gewalttaten von männlichen Jugendlichen und jungen Erwachsenen verübt, vor allem von den Vierzehn- bis Zwanzigjährigen.
- Dabei gilt: Je schwerer im strafrechtlichen Sinne die Gewalttat, desto eindeutiger dominiert das männliche Geschlecht
- Jungen/Männer: *Direkte* körperliche Gewalt
- Mädchen/Frauen: *Indirekte* Gewalt, d.h. sprachliche Aggression und Beziehungsgewalt

Der Grund hierfür ist neben kulturellen Einflüssen im starken Sexualdimorphismus des Hypothalamus zu finden: Kopplung von Sexualität, Aggression und Dominanz bei Männern.

# ALTER

Die meisten Gewaltkarrieren beginnen um das 12. Lebensjahr, verdoppeln sich im Alter zwischen 13 und 14 Jahren, nehmen weiter zu bis zu einem Höhepunkt von 16 bis 17 Jahren, nehmen dann im Alter von 18 Jahren um die Hälfte ab und verringern sich kontinuierlich bis zum 27. Lebensjahr. (Schneider, 2000, S. 87).

Demgegenüber gibt es eine kleine Gruppe, ca. 5% der männlichen Jugendlichen, die sehr früh aggressives bzw. impulsives Verhalten zeigen und darin nicht nachlassen.



**Moffit 1993 Hypothetische Illustration von Life-Course-Persistent und Adolescence-Limited antisozialem Verhalten**



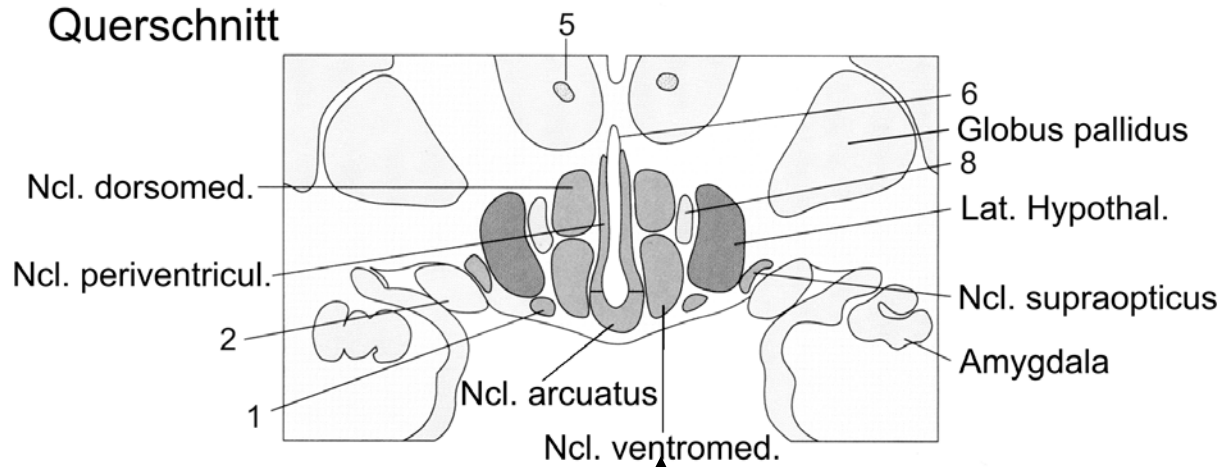
# **HIRNZENTREN, DIE MIT IMPULSIV- REAKTIVER AGGRESSION ZU TUN HABEN**

# Deutlicher Sexualdimorphismus

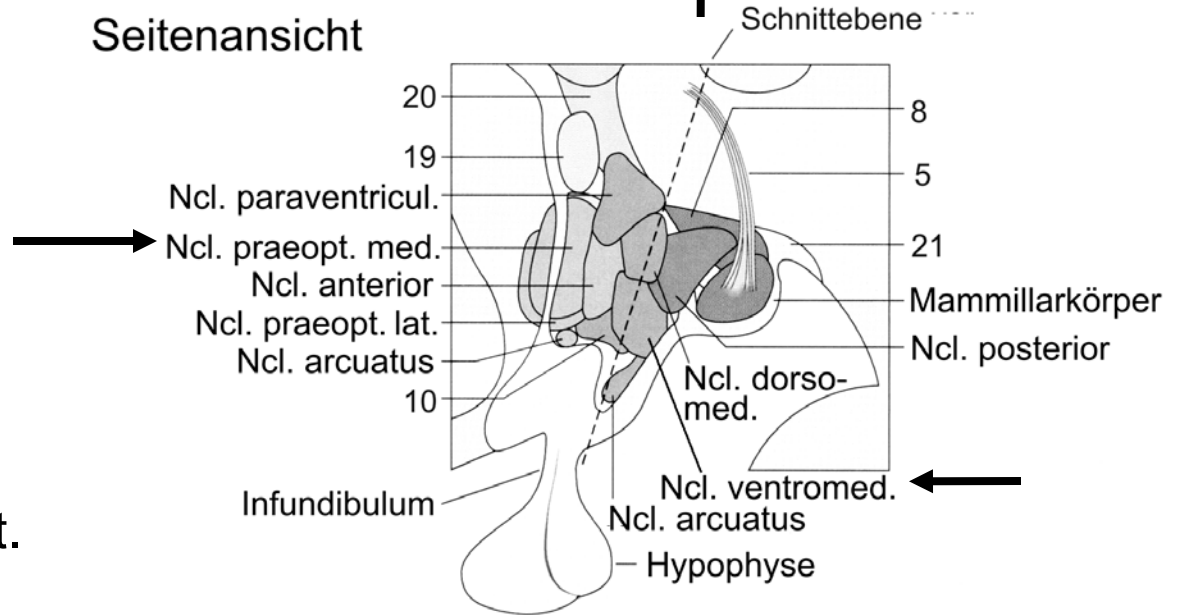
Männliche Sexualität, Aggression und Territorialität werden hauptsächlich vom **medialen präoptischen Nucleus** gesteuert.

Weibliche Sexualität wird hauptsächlich vom **ventromedialen hypothalamischen Nucleus** gesteuert. Das hypothalamische Zentrum für weibliche Aggression ist unbekannt.

# Hypothalamus



## Seitenansicht

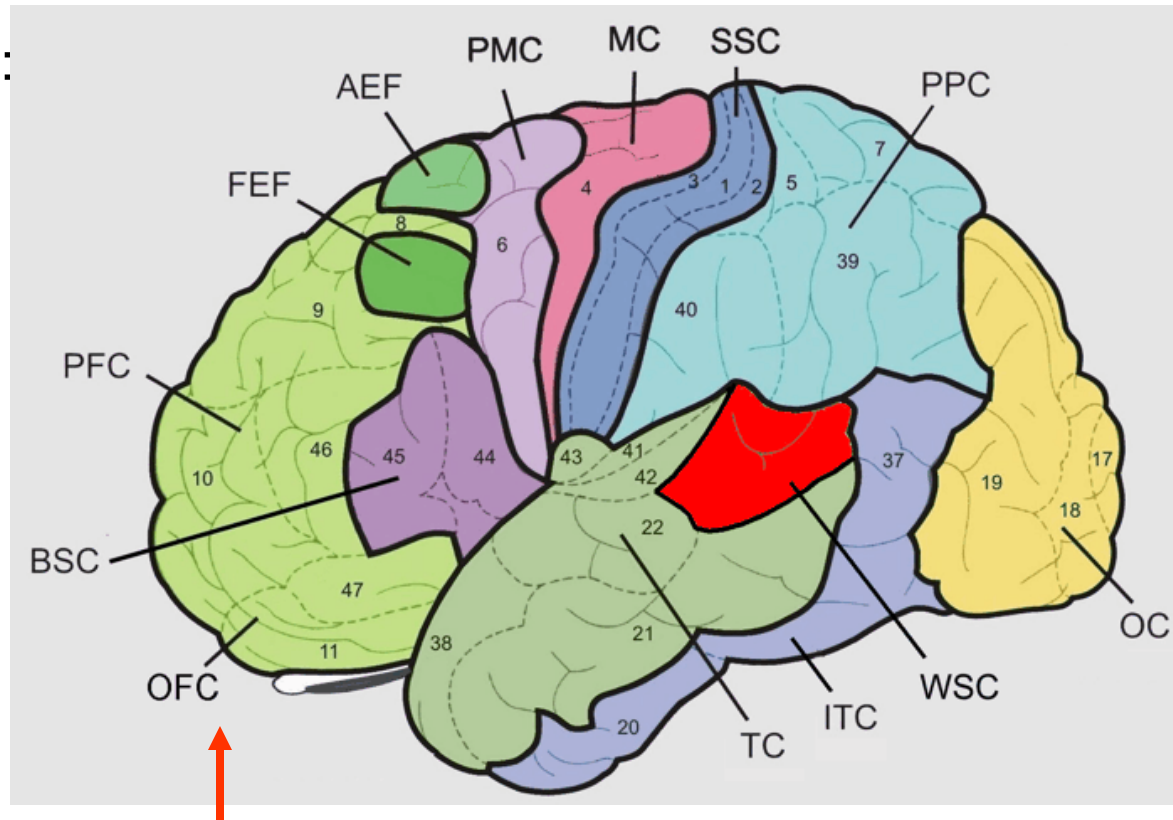


# Hirnorganische Korrelate des Gewaltverhaltens

Raine et al. 1997, 2000 (PET):  
Personen mit erhöhter Aggressivität zeigen frontale und temporale Defizite.

Mörder zeigten eine deutlich geringere Aktivierung im Frontallappen und im oberen parietalen Cortex, insbesondere linkshemisphärisch.

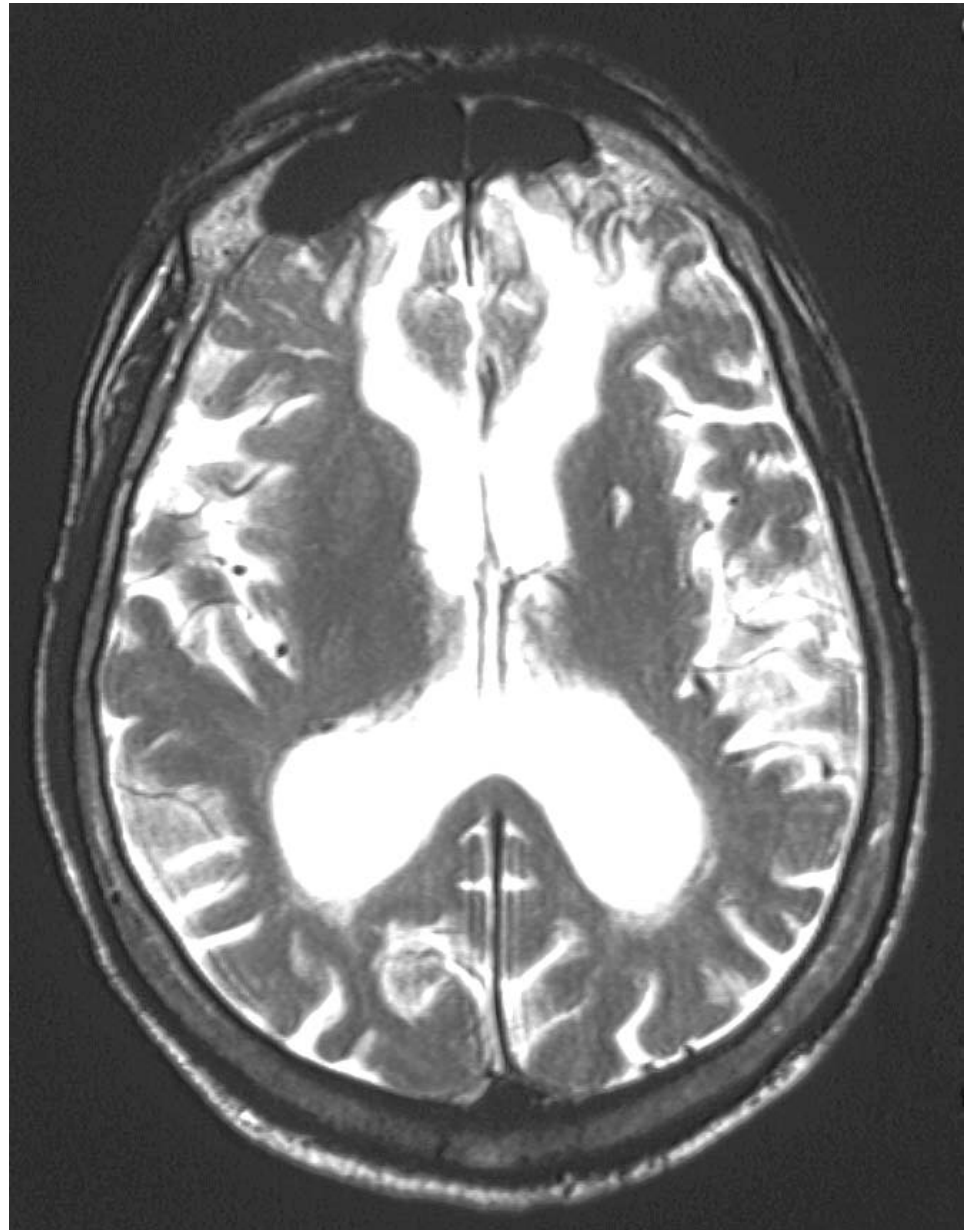
Dies deutet auf eine **verringerte corticale Kontrollfähigkeit** hin.



**Strukturelle  
Veränderungen im  
Frontalhirn eines  
Schwerverbrechers.**

Quelle:

Prof. Dr. B. Bogerts,  
Magdeburg

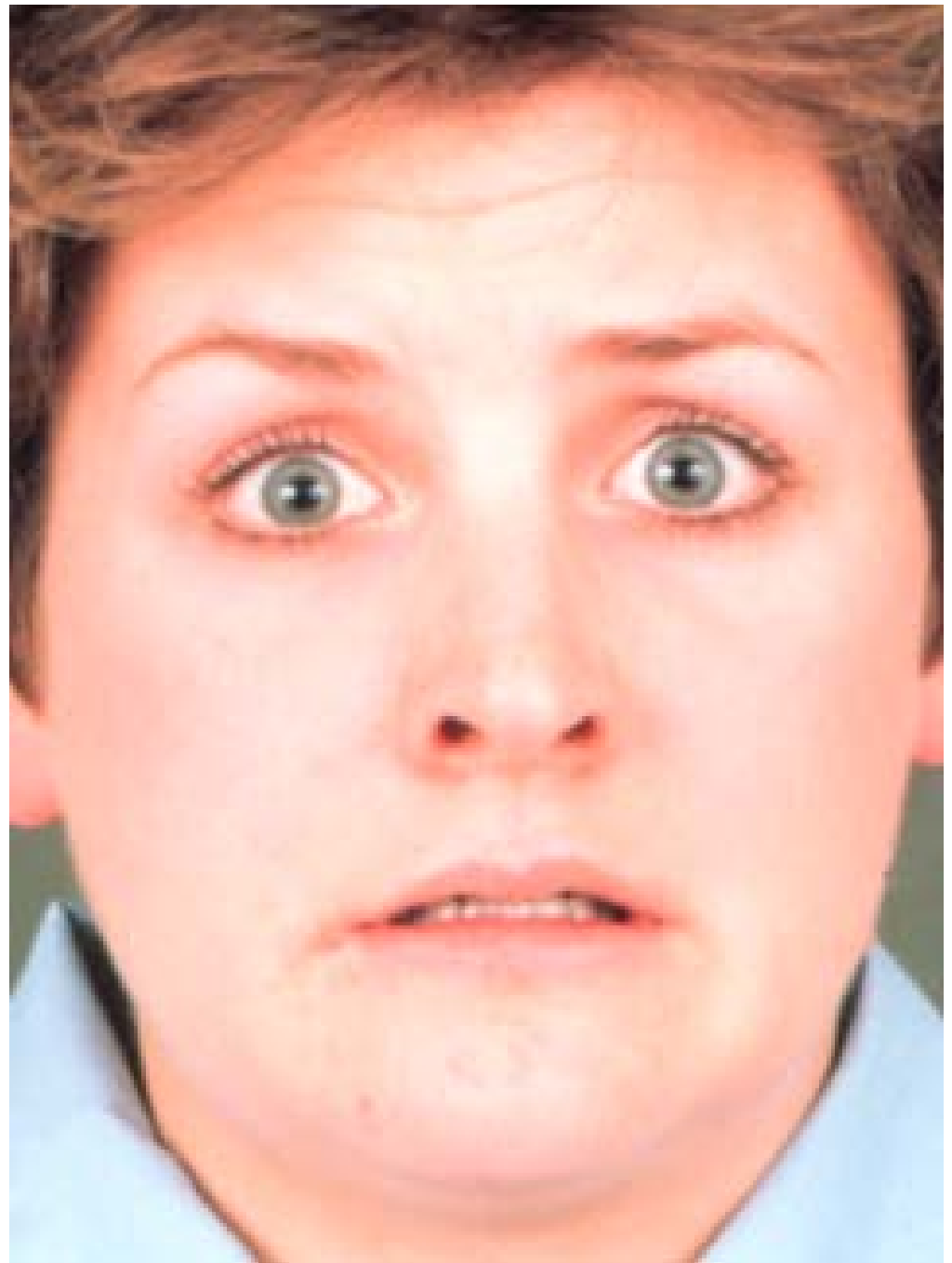


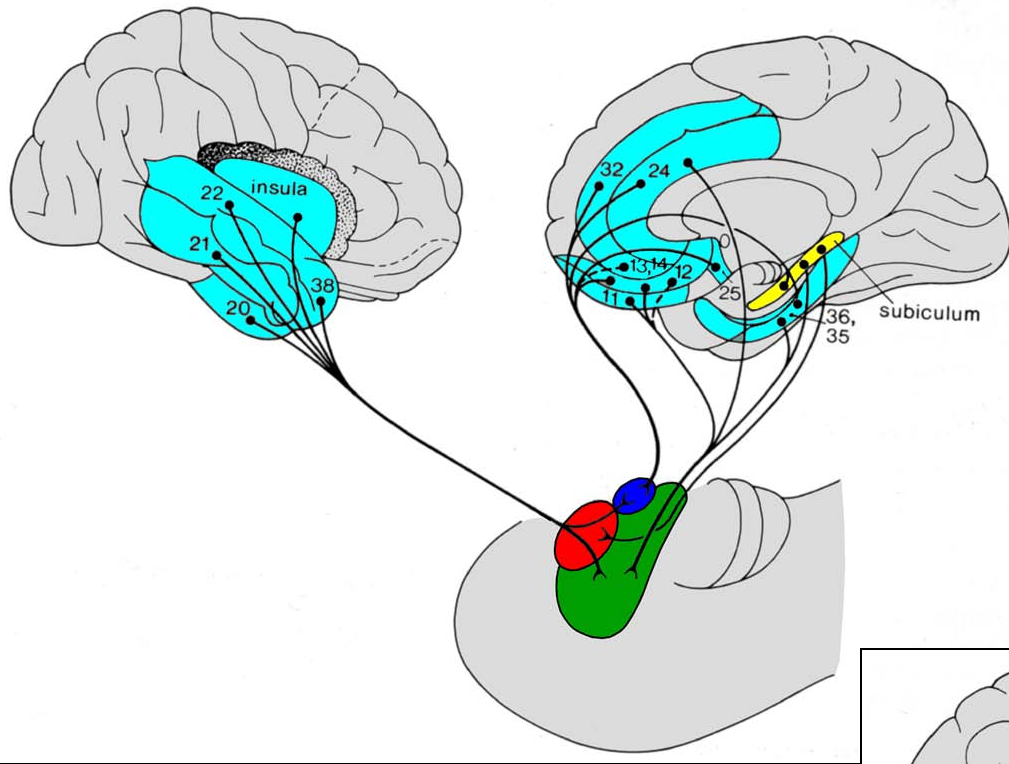
## **Kognitive und emotionale Defizite *impulsiv-reaktiver* Gewalttäter**

- Motorische Hyperaktivität
- Verringerte Affekt- und Impulskontrolle
- Gefühl der Bedrohtheit
- Kognitiv-emotionale Defizite, mangelnde Empathiefähigkeit
- Mangelndes Selbstvertrauen

## Erkennen emotional-kommunikativer Signale

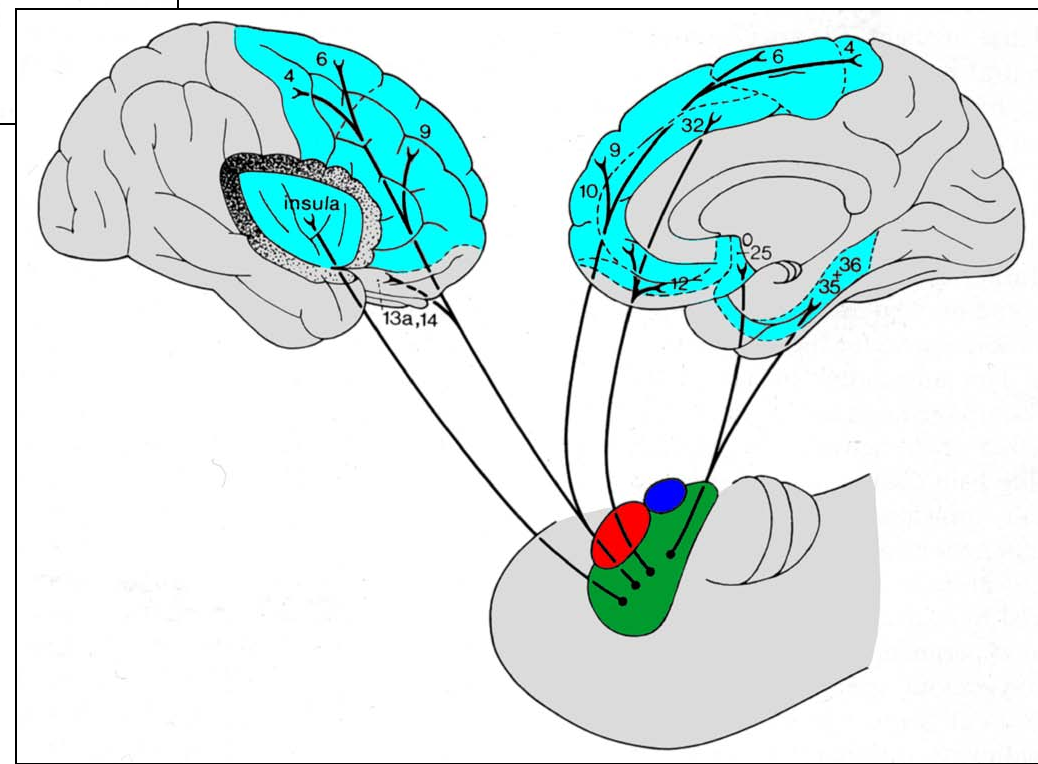
(Mimik, Gestik, Körperhaltung, Pheromone)





Corticale Verbindungen, bes. vom **orbitofrontalen** und anterioren cingulären Cortex zur Amygdala (hemmend)

Verbindungen der Amygdala zum Cortex, bes. zum **präfrontalen**, prämotorischen und insulären Cortex (erregend)



## Impulsiv-reaktive Gewalttäter zeigen gegenüber aversiven Reizen und **Frustration**

- (1) eine **erhöhte** vegetative Reaktion (Schreckreflex, Lidschlag, Atemfrequenz, Hautleitfähigkeit)
- (2) eine **erhöhte** Aktivität der Amygdala
- (3) eine **verminderte** Aktivität des präfrontalen, ventromedialen und orbitofrontalen Cortex

Dies hängt offensichtlich u.a. mit einem schwerwiegenden Defizit des serotonergen „Beruhigungssystems“ zusammen.



# Role of Genotype in the Cycle of Violence in Maltreated Children

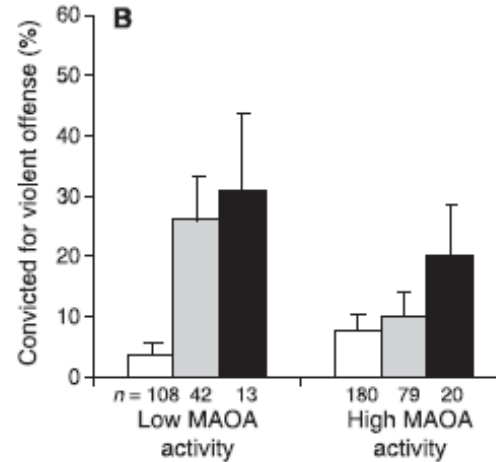
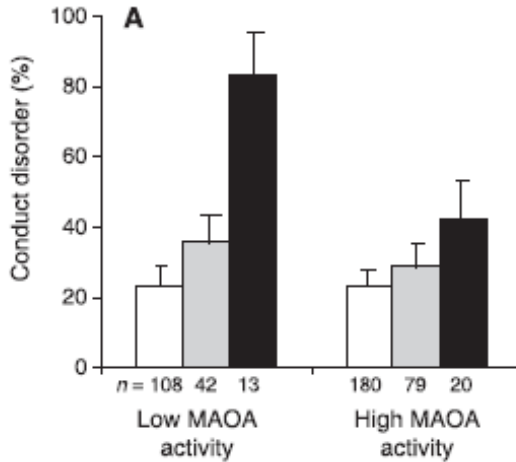
Avshalom Caspi,<sup>1,2</sup> Joseph McClay,<sup>1</sup> Terrie E. Moffitt,<sup>1,2\*</sup>  
Jonathan Mill,<sup>1</sup> Judy Martin,<sup>3</sup> Ian W. Craig,<sup>1</sup> Alan Taylor,<sup>1</sup>  
Richie Poulton<sup>3</sup>

We studied a large sample of male children from birth to adulthood to determine why some children who are maltreated grow up to develop antisocial behavior, whereas others do not. A functional polymorphism in the gene encoding the neurotransmitter-metabolizing enzyme monoamine oxidase A (*MAOA*) was found to moderate the effect of maltreatment. Maltreated children with a genotype conferring high levels of *MAOA* expression were less likely to develop antisocial problems. These findings may partly explain why not all victims of maltreatment grow up to victimize others, and they provide epidemiological evidence that genotypes can moderate children's sensitivity to environmental insults.

# Caspi et al., Science 2002

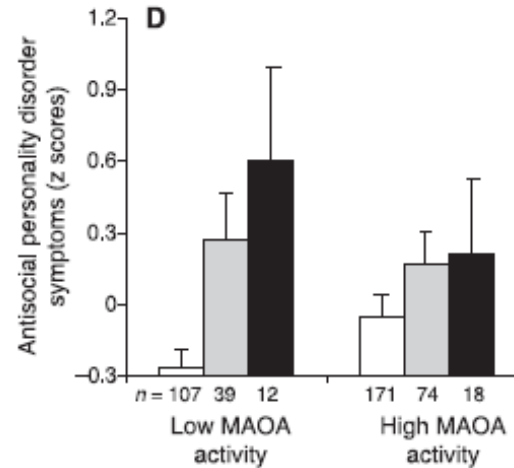
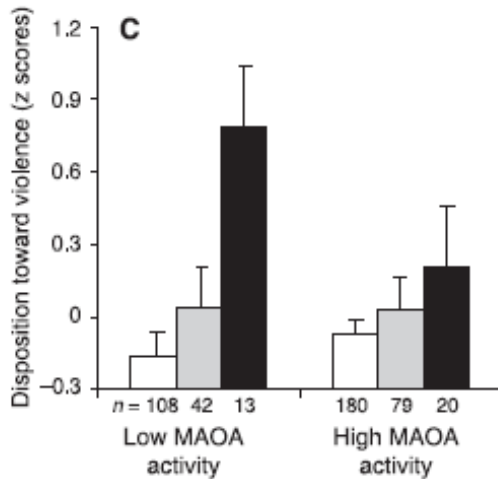
**Niedrige** MAO-A-Aktivität, frühkindliche Misshandlung (drei Kategorien) und späteres antisoziales Verhalten (vier Kategorien)

Verhaltens-  
auffälligkeit



Straffällig wg.  
Gewaltverbrechen

Gewaltbereit-  
schaft



Antisoziale  
Persönlich-  
keitsstörung

□ No maltreatment    □ Probable maltreatment    ■ Severe maltreatment

# PSYCHOPATHIE NACH PCL-R

(Hare et al. 1991 - Auswahl)

## **Faktor 1: Aggressiver Narzissmus**

1. Sprachliche Gewandtheit, oberflächlicher Charme
2. Grandiosität, übersteigertes Selbstwertgefühl
3. Pathologisches Lügen
4. Betrügen und manipulatives Verhalten
5. Kein Schuld- oder Reuegefühl
6. Empathie-/Mitleidlosigkeit
7. Kein Verantwortungsgefühl für eigenes Handeln

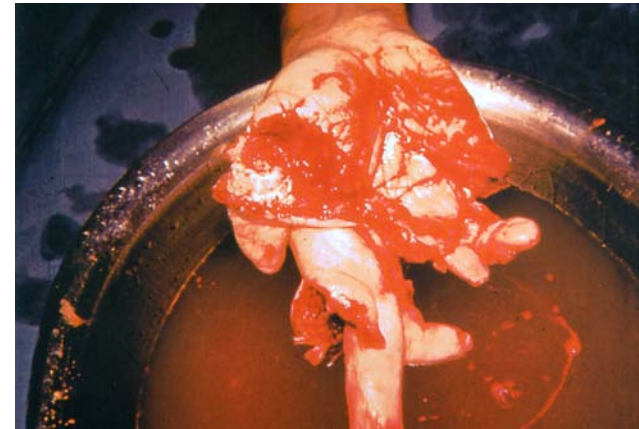
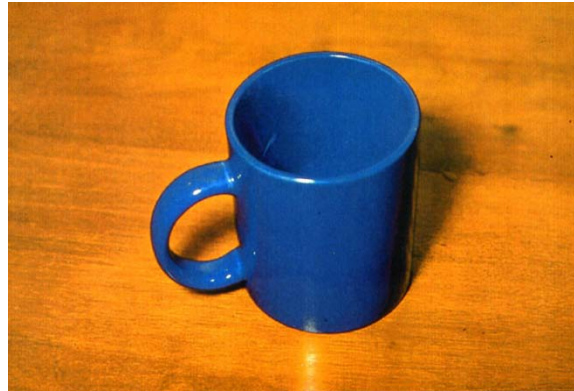
## **Faktor 2: Sozial abweichendes Verhalten**

1. Gier nach Stimulation und Aufregung
2. Parasitäres Verhalten („Schmarotzertum“)
3. Geringe Verhaltenskontrolle
4. Ausrichtung auf maximale Trieb- und Bedürfnisbefriedigung
5. Impulsivität
6. Verantwortungslosigkeit
7. Frühe Verhaltensauffälligkeiten, Tierquälerei, Lügen, Stehlen usw.

# CHARAKTERISTISCHE NEURO-PSYCHISCHE DEFIZITE BEI PSYCHOPATHEN

- **Verminderte** bzw. stark veränderte vegetative Reaktionen (Augenlidschlag, Herzfrequenz, Startle-Reaktion, Hautwiderstand bei unangenehmen / furchterregenden Darstellungen)
- **Verminderte** Amygdala-Aktivität bei solchen Darstellungen
- **Verminderte** Aktivität von Empathie-Arealen (INS, ACC, STS/G, OFC)
- **Verminderte** Reaktion auf furchtsame Gesichter (AMY, OFC, STS/G)
- **Verminderte** Fähigkeit, aus negativen Erfahrungen zu lernen

*International Affective Picture System (P. Lang et al.)*



Pleasant

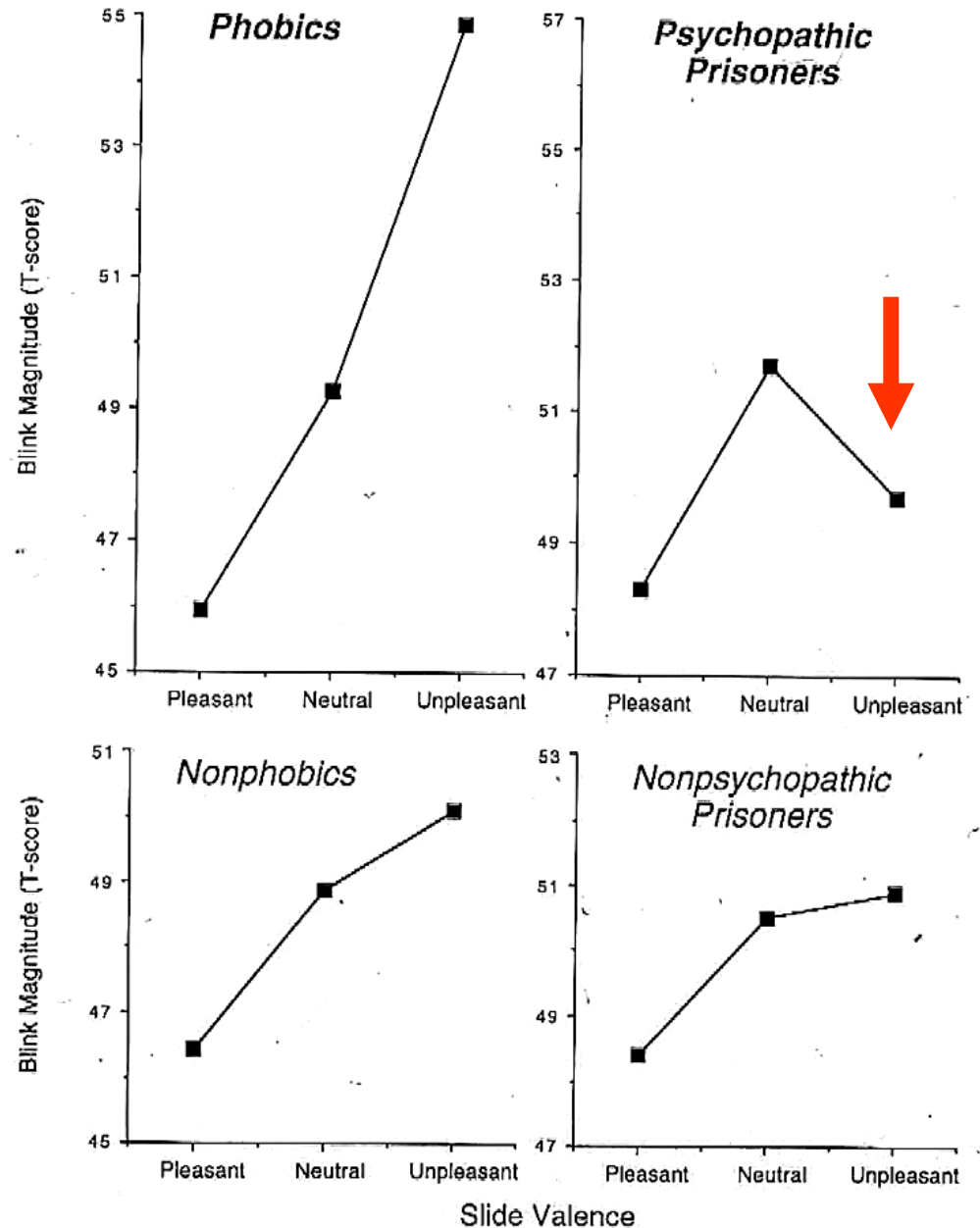
neutral

unpleasant

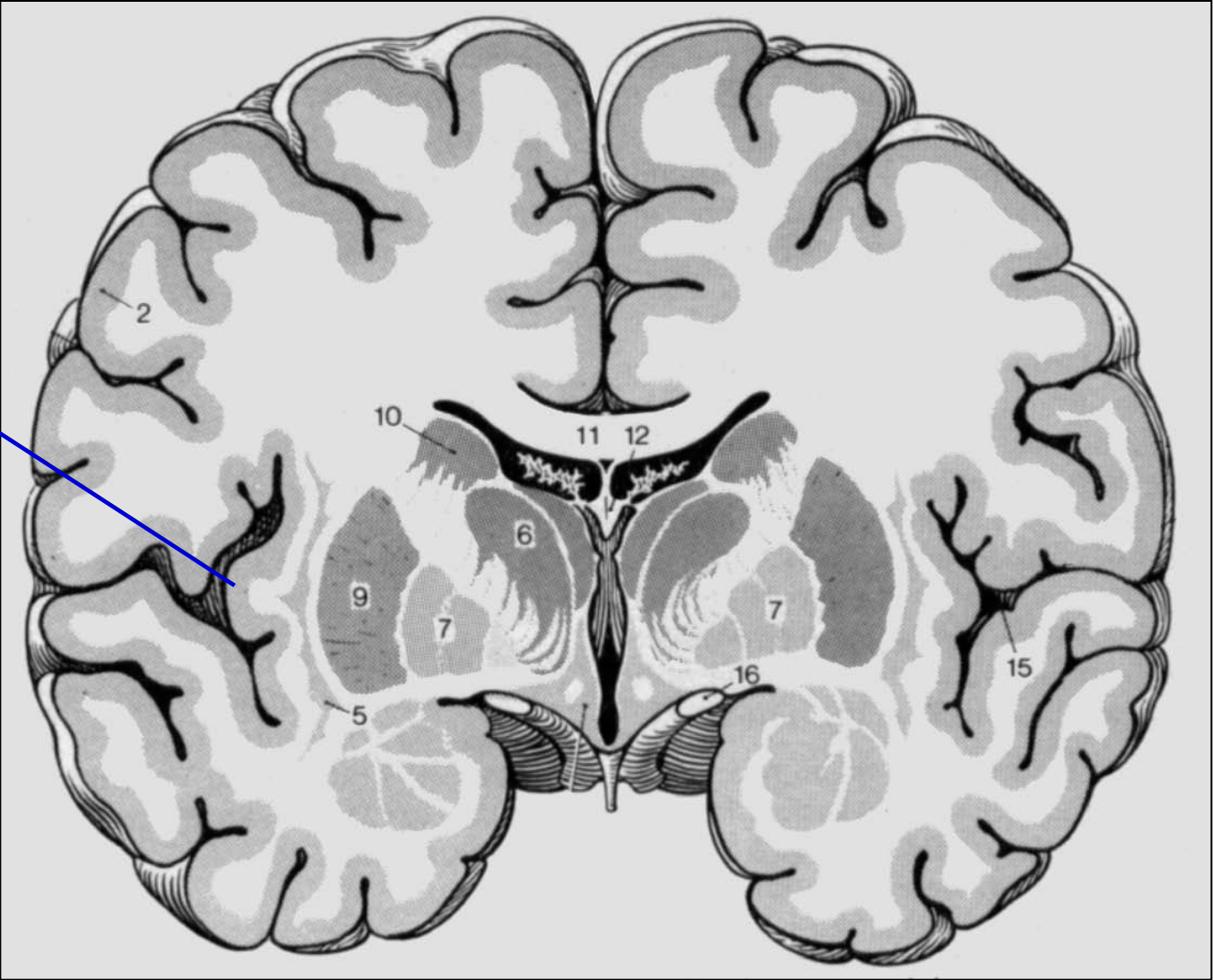
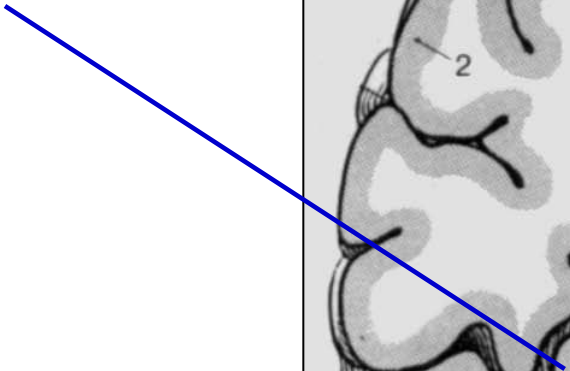
# Lidschlagstärke von Personengruppen beim Anblick standardisierter emotionaler Bilder

Lang et al. *J Affect Disorders*, 2000;  
Verona et al. *J. Abnormal Psych.*  
2002

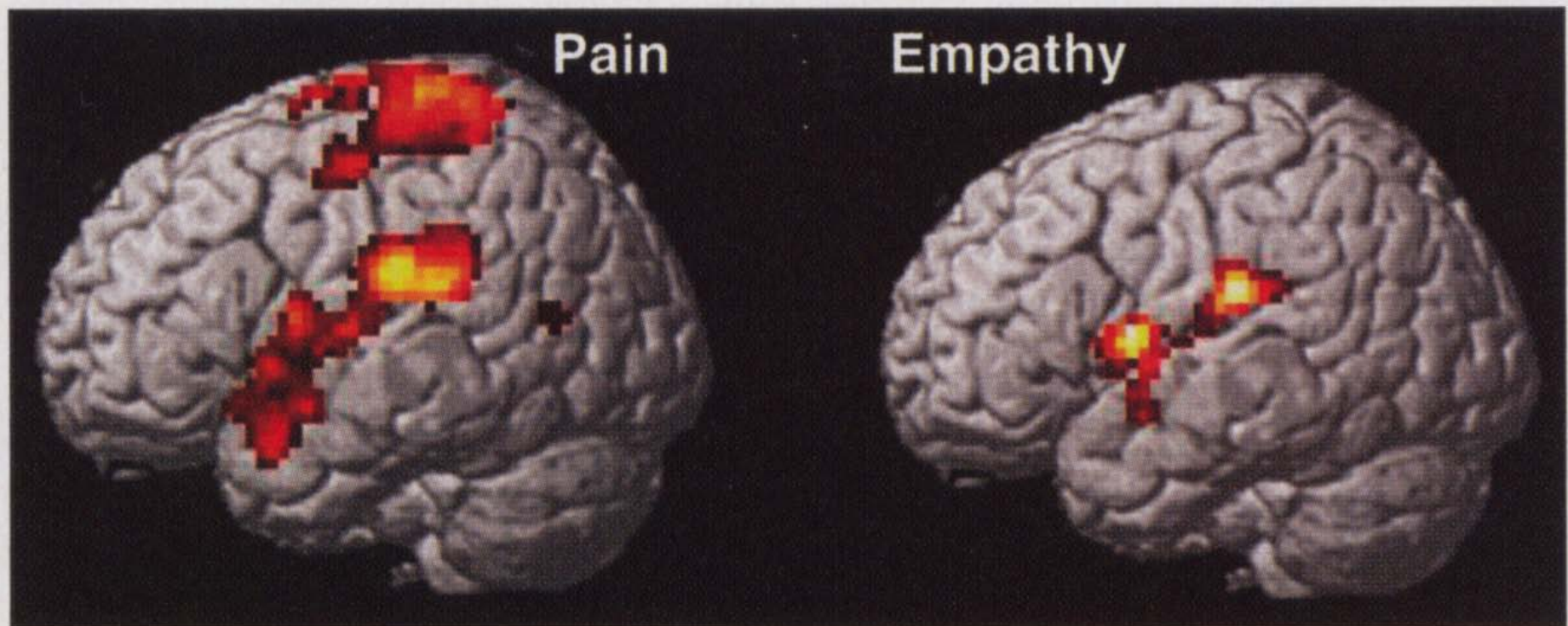
*P.J. Lang et al. / Journal of Affective Disorders 61 (2000) 137–159*



**INSULÄRER  
CORTEX**



Beim Anblick von Schmerzzuständen emotional nahestehender Personen werden die „emotionalen“ Schmerzzentren aktiviert. Diese Funktion ist vermutlich bei „Soziopathen“ gestört.

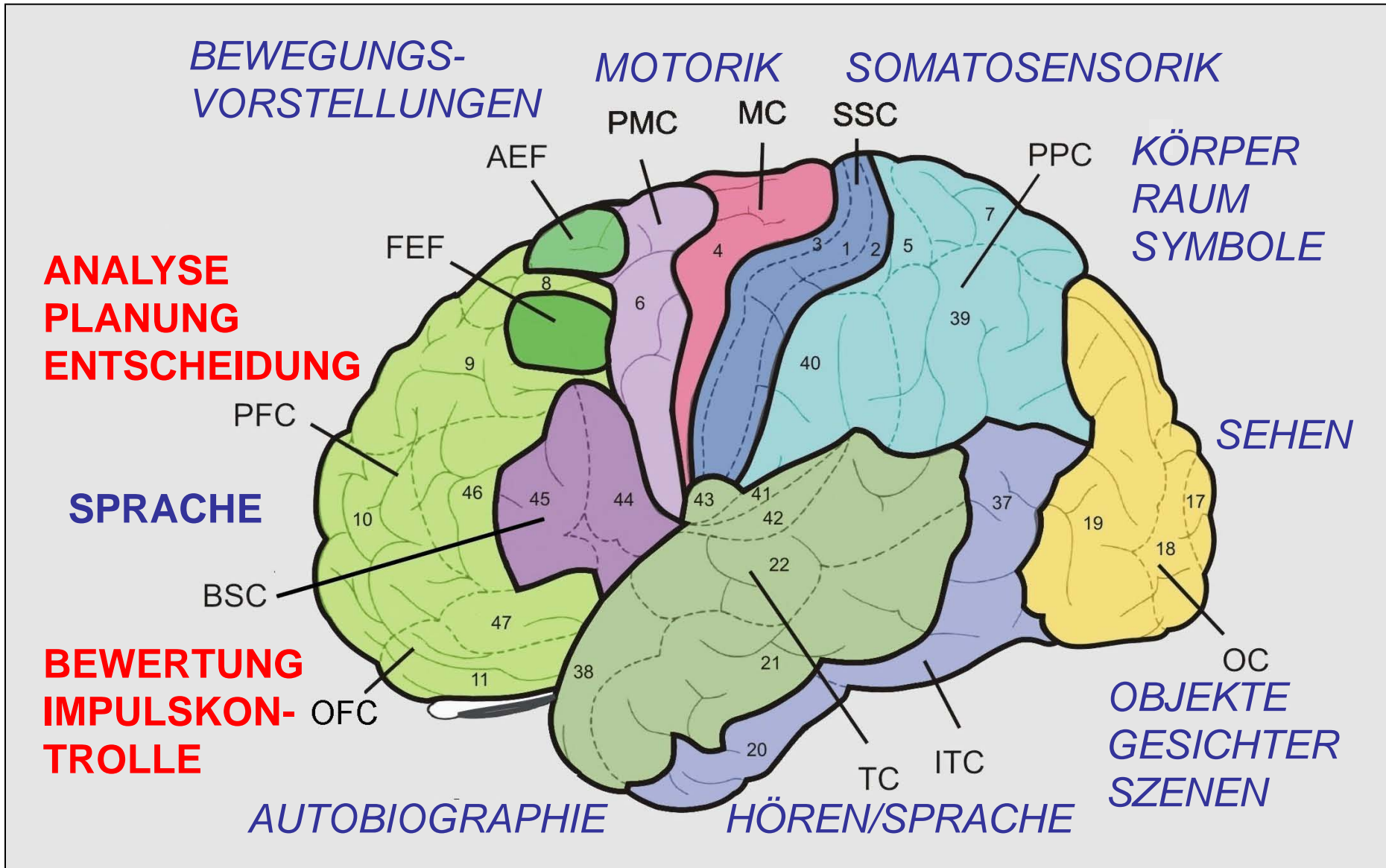


**Picture of pain.** Empathy for pain mirrors the suffering—but not the physical pain—in the same brain regions.

**Singer et al. Science 2004**



# Funktionale Gliederung der Großhirnrinde



## **Dissoziation von Erkennen und Handeln**

Abschätzen von Gefahren und Risiken ist eher eine „kognitive“ Funktion des dorsolateralen präfrontalen Cortex (im Zusammenspiel mit dem dorsalen vorderen cingulären Cortex), während die entsprechende Verhaltenssteuerung eher den OFC, den ventralen vorderen cingulären und den insulären Cortex betrifft.

(Koechlin et al., 2003; Sanfey et al., 2003; Clarke et al., 2004)

Eine Tatsache als positiv oder negativ erkennen bedeutet demnach keineswegs automatisch, nach ihr zu handeln.

# ZUSAMMENFASSUNG I

Angst und Gewalt haben gemeinsame Wurzeln und beruhen auf **Fehlfunktionen** vier grundlegender psychoneuronaler Systeme:

- Stressverarbeitungssystem (zu hoher bzw. zu niedriger Cortisol-Spiegel)
- Selbstberuhigungssystem (zu niedriger Serotonin-Spiegel)
- Impulshemmungssystem (geringe GABAerge Hemmung)
- Bindungssystem (zu niedriger Oxytocin-Spiegel)

Diese Fehlfunktionen sind verursacht durch eine Kombination von genetisch-epigenetischen Abweichungen (Polymorphismen) mit vorgeburtlichen und früh-nachgeburtlichen negativen Umwelteinflüssen.

## ZUSAMMENFASSUNG II

Instrumentelle Gewalttäter haben gelernt, dass aggressives und gewalttätiges Verhalten Vorteile bringt. Bei ihnen muss kein neurobiologisches Defizit vorliegen.

Impulsiv-reaktive und proaktiv-psychopathische Gewalttäter weisen deutliche neuroanatomische oder neurophysiologische Defizite auf, insbesondere im Bereich des Frontalhirns und in der Amygdala, die jedoch bei beiden Typen gegensätzlich sind.

**In Kombination** mit psychosozialen Risiken (negative Bindung, Gewaltopferschaft, Gewalterfahrung) bedeuten sie ein sehr hohes Risiko, chronischer Gewalttäter zu werden.

Einzelnen genommen können diese Risikofaktoren durchaus durch kompensatorische Hirnentwicklungen oder günstige psycho-soziale Umstände in ihrer Auswirkung gehemmt oder gemildert werden.

Wichtig für die Prävention von Angsterkrankungen und Gewalt ist eine Früherkennung in den ersten Lebensjahren!.

**ICH DANKE IHNEN FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT**