“In zweifelhaften Fällen entscheide man sich für das Richtige!” Wie unser Gehirn Entscheidungen fällt

Prof. Christian Ruff, PhD

Labor zur Erforschung sozialer und neuronaler Systeme (SNS-Lab)
Department of Economics
Universität Zürich

Universität Zürich

Was ist eine Entscheidung?

- Jede Handlung in Situationen mit mehreren Alternativen
- Bewusst und unbewusst
- Langsam und schnell

- 35’000 Entscheidungen pro Tag

- Führungskräfte:
  Pro Arbeitstag 70-100 bewusste Entscheidungen
  mit andauernden Konsequenzen

Universität Zürich

Warum wir Entscheidungen verstehen sollten

- *"Nous sommes nos choix"* – Jean-Paul Sartre
- *"It is our choices, Harry, that show what we truly are, far more than our abilities"* – Joanne K Rowling, Harry Potter and the Chamber of Secrets

- Verhalten und Möglichkeiten eines Menschen

- Psychiatrische und neurologische Erkrankungen

Universität Zürich

Warum wir Entscheidungen verstehen sollten

- Alle Organisationen und ökonomische / soziale Systeme basieren auf Annahmen darüber, wie wir Entscheidungen treffen ...

... aber viele dieser Annahmen sind empirisch fragwürdig (cf. Chaos in den Finanzmärkten)

- Entscheidungen:

- Moleküle des menschlichen Verhaltens und Zusammenlebens

- Bestimmen Passung von Struktur und Zweck einer Organisation

Universität Zürich

Ziele des Vortrags

- Keine konkrete Vorschläge für etablierte Assessmentstrategien

- Überblick über die neuroökonomischen Entscheidungsforschung:
  - Methoden
  - Ergebnisse
  - Schlussfolgerungen

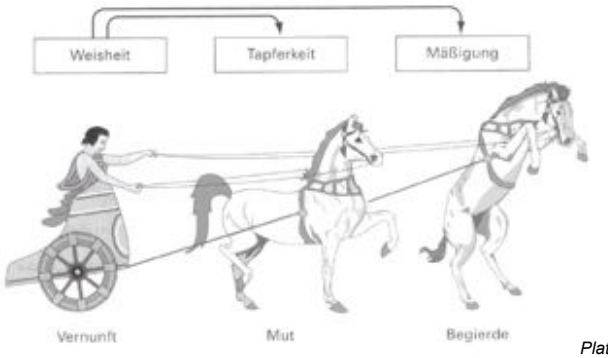
- Impulse für Sie (und mich):
- Was sind praktisch relevante Aspekte der Entscheidungsfindung?
- Mit welchen methodische Zugängen kann man diese messen?

Universität Zürich

Wie wir Entscheidungen verstehen können

Verhaltensbeobachtung:

- Unzählige Motive und Informationen in jeder Entscheidungssituation
- Motive und Informationsverarbeitung nur indirekt beobachtbar



Platons Seelenlehre

Universität Zürich

Wie wir Entscheidungen verstehen können

Hirnprozesse:

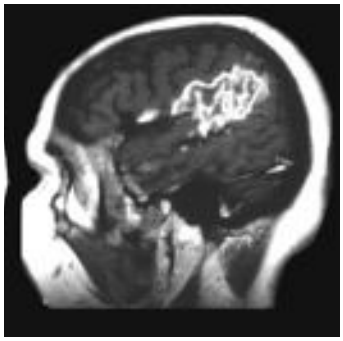
- Direkte Beobachtung von Motiven und Informationsverarbeitung

Universität Zürich

Wie wir Entscheidungen verstehen können

Hirnprozesse:

- Direkte Beobachtung von Motiven und Informationsverarbeitung
- Experimentelle Beeinflussung von Motiven und Informationsverarbeitung



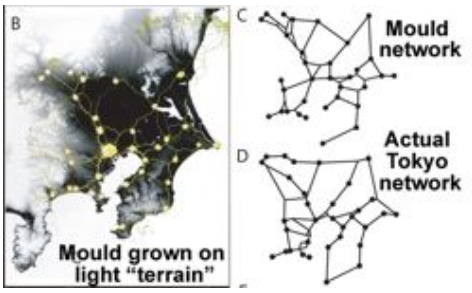
Universität Zürich

Wie wir Entscheidungen verstehen können

Hirnprozesse:

- Direkte Beobachtung von Motiven und Informationsverarbeitung
- Experimentelle Beeinflussung von Motiven und Informationsverarbeitung
- Direkter Bezug zu unseren biologischen Anlagen im Rahmen der Evolution

Physarum Polycephalum



Tero et al 2010 Science

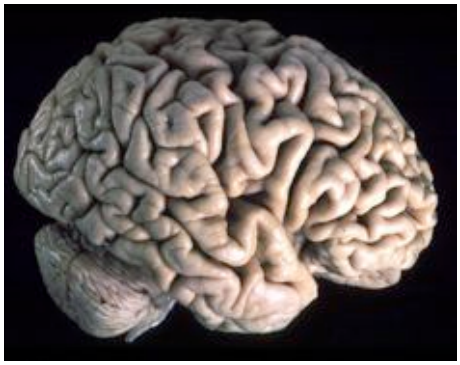
Entscheidungen im Gehirn

Drei Phasen:

① Abbildung

② Bewertung

③ Auswahl



Alle Phasen laufen

- parallel
- schnell

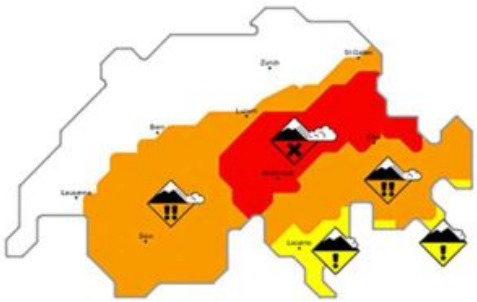
und beeinflussen sich gegenseitig

Entscheidungen im Gehirn

- Synchronisiertes Zusammenspiel spezialisierter Komponenten
- Interaktion und Abstimmungsbedarf
- Gesamtheit ist mehr als Summe der Teile

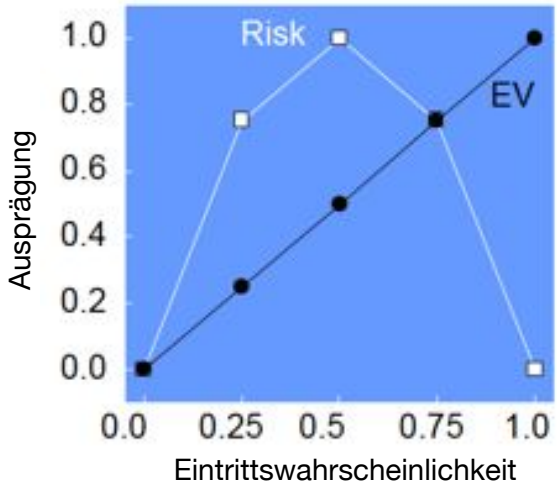
Universität Zürich

Abbildung: Erwartungswert und Risiko



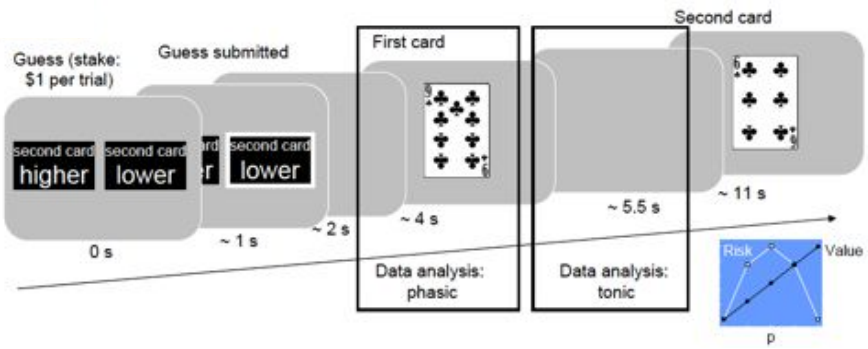
Universität Zürich

Abbildung: Erwartungswert und Risiko



Universität Zürich

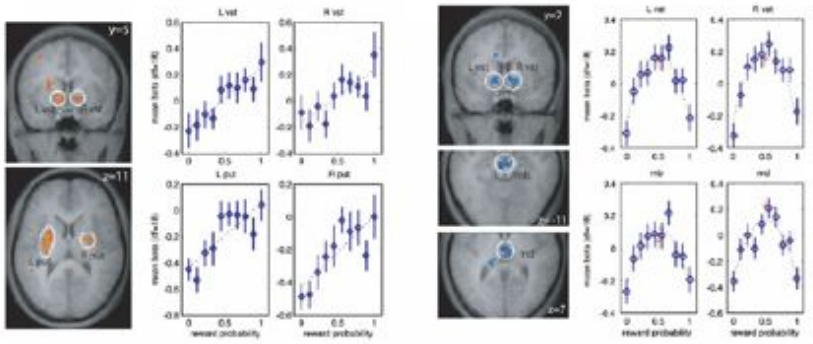
Abbildung: Erwartungswert und Risiko



Universität Zürich

Preuschoff et al 2006 Neuron

Abbildung: Erwartungswert und Risiko

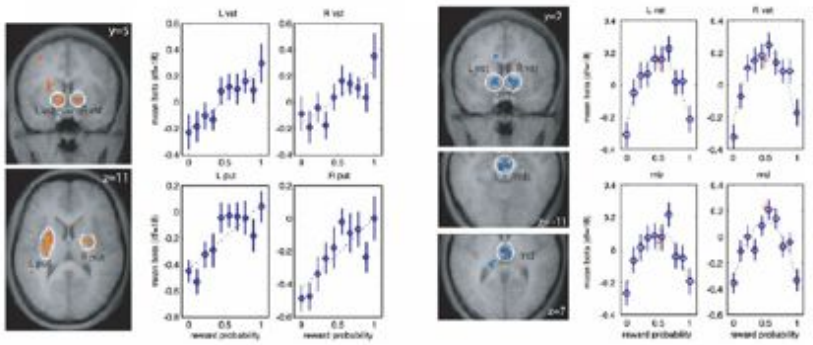


Probability: phasic Risk: tonic

- Stammesgeschichtlich alte Regionen bilden EV und Risiko ab
- Auch in den Gehirnen von Affen, Ratten, und Tauben wird der Erwartungswert und das Risiko von Wahlmöglichkeiten abgebildet

Universität Zürich

Abbildung: Erwartungswert und Risiko



Probability: phasic Risk: tonic

- Stammesgeschichtlich alte Regionen bilden EV und Risiko ab
- Bestimmt die Funktion dieser Areale Unterschiede in Risikoneigung?

Universität Zürich

Eine Lotterie

- Was hätten Sie lieber:

  ① CHF 250 **Gewinn** mit 100% Wahrscheinlichkeit

  ② CHF 1000 **Gewinn** mit 25% Wahrscheinlichkeit und
  CHF 0 **Gewinn** mit 75% Wahrscheinlichkeit

Eine andere Lotterie

- Was hätten Sie lieber:

  ① CHF 750 **Verlust** mit 100% Wahrscheinlichkeit

  ② CHF 1000 **Verlust** mit 75% Wahrscheinlichkeit und
  CHF 0 **Verlust** mit 25% Wahrscheinlichkeit

Abbildung: Emotion

Die Optionen in beide Lotterien haben den gleichen Erwartungswert!

- Lotterie 1: CHF 1000*25 + CHF 0*75 = CHF 250
- Lotterie 2: CHF 1000*75 + CHF 0*25 = CHF 750

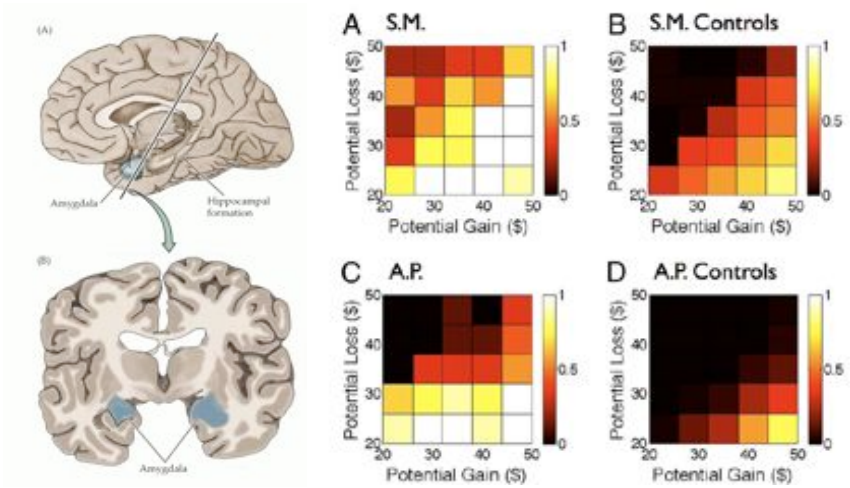
Dennoch versuchen die meisten Menschen:

- …sichere Gewinne (durch Risikovermeidung) zu wahren
- …mögliche Verluste (durch Risikoakzeptanz) zu vermeiden

- Verlustaversion: Automatische Emotionen spielen eine Rolle

Universität Zürich

Abbildung: Emotion



Universität Zürich

De Martino et al 2010 PNAS

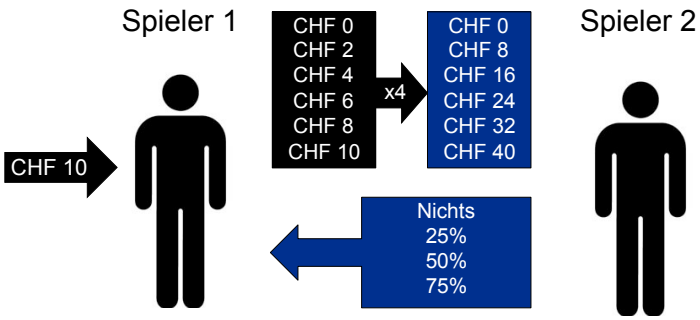
Abbildung: Emotion

- Schnelle, unbewusst generierte Emotionen werden parallel zu anderen Informationen vom Gehirn abgebildet und beeinflussen Entscheidungen
- Entscheidungen “aus dem Bauch heraus treffen”
- Wenn die Konsequenzen einer Entscheidung klar vorhergesehen werden können, sind Emotionen oft suboptimal
- Emotionen helfen bei unvollständiger oder ungenauer Information

Abbildung: Vertrauen in andere

- Vertrauen ist essentiell für das Funktionieren von sozialen Organisationen und ökonomische Transaktionen (cf. Währungskurse, Kreditwürdigkeit)
- Liegt Vertrauen in unserer (biologischen) Natur?

Vertrauen im Labor messen



Universität Zürich

Vertrauen im Labor messen

- Spieler 1: Wieviel Geld würden Sie überweisen?

① **CHF 0**

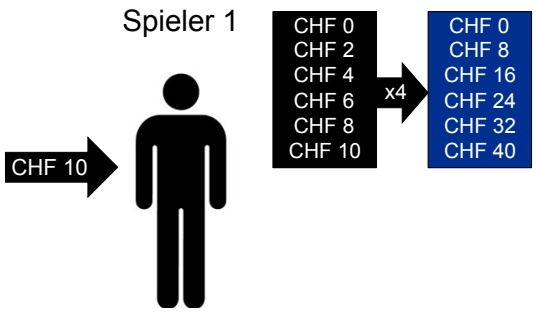
② **CHF 2**

③ **CHF 4**

④ **CHF 6**

⑤ **CHF 8**

⑥ **CHF 10**



Universität Zürich

Vertrauen im Labor messen

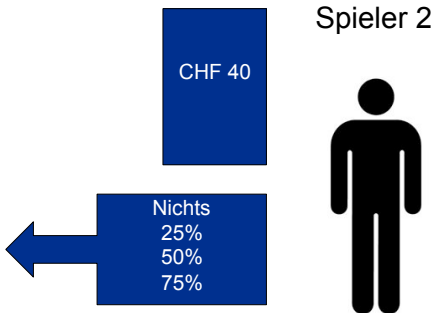
- Spieler 2: Wenn Sie CHF 40 erhielten, wieviel würden Sie rücküberweisen?

① Nichts

② 25%

③ 50%

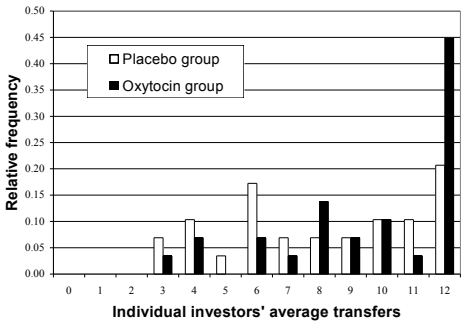
④ 75%



Universität Zürich

Vertrauen: Die Rolle von Oxytocin

- Experimente in Wühlmäusen und anderen Nagetieren zeigen, dass das Neuropeptid Oxytocin das Bindungs- und Sozialverhalten beeinflusst
- Oxytocin verstärkt Vertrauen zwischen fremden Interaktionspartern



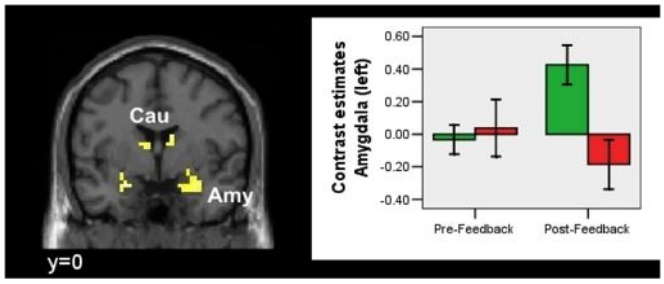
Kosfeld et al, 2005, Nature

Universität Zürich

Vertrauen: Oxytocin und Emotionsverarbeitung

fMRT des Vertrauensspiels nach Gabe von Oxytocin oder eines Plazebos

Emotionale Hirnaktivität nach Vertrauensbrüchen:
Amygdala-Aktivität nur in der Plazebo-Gruppe, nicht nach Oxytocingabe



Baumgartner et al, 2008, Neuron

- Automatische Emotionsverarbeitung im Gehirn bei Vertrauensbrüchen wird durch Oxytocin gedämpft

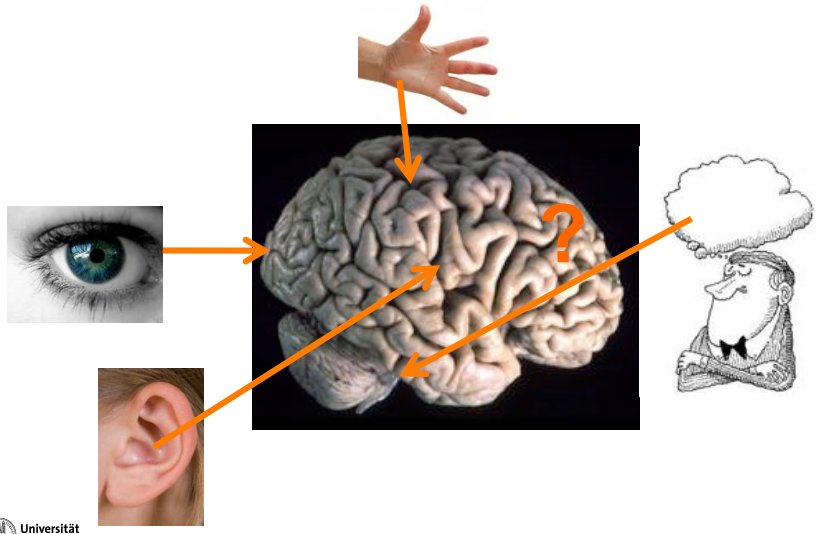
Universität Zürich

Abbildung: Vertrauen in andere

- Vertrauen ist essentiell für das Funktionieren von sozialen Organisationen und ökonomische Transaktionen (cf. Währungskurse, Kreditwürdigkeit)
- Vertrauen liegt in unserer biologischen Natur und wird entscheidend von Oxytozin gesteuert
- Dieser Botenstoff kann Emotionsverarbeitung im Gehirn resistent gegen Misstrauen machen
- Hierdurch können wir trotz schlechter Erfahrungen Risiken eingehen, die mit Vertrauen verbunden sind

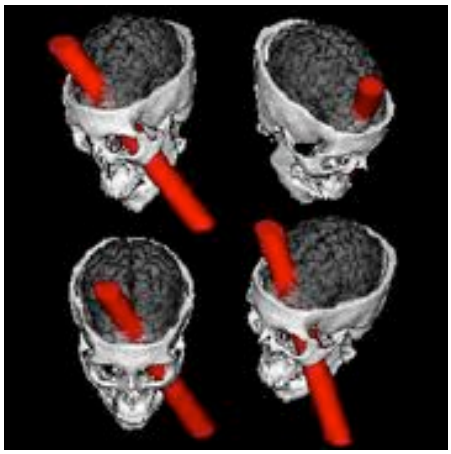
Universität Zürich

Bewertung: Integration aller Informationen



Universität Zürich

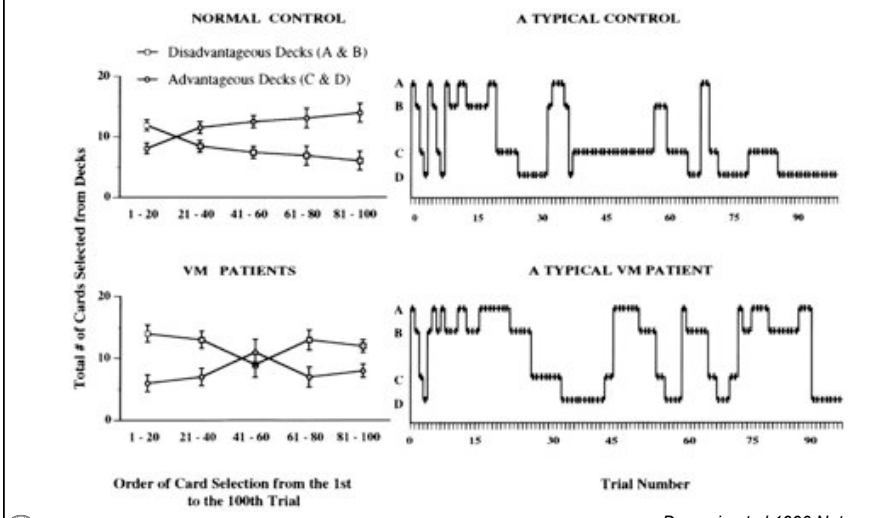
Bewertung: Integration aller Informationen



Universität Zürich

Phineas Gage

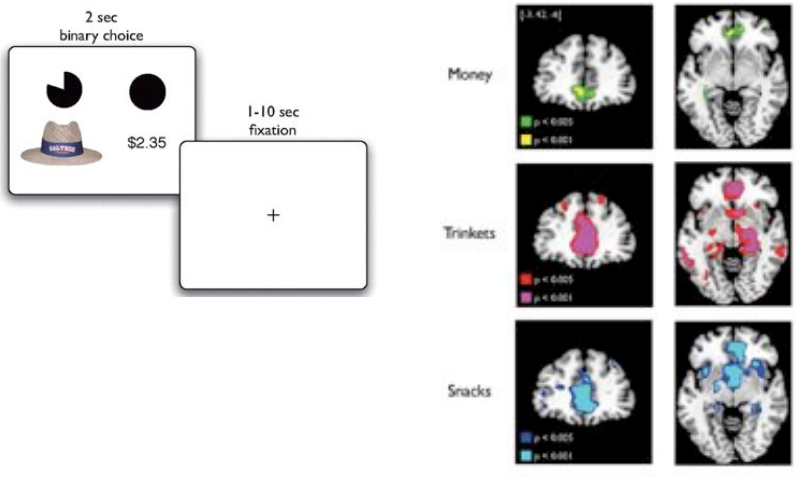
Bewertung: Integration aller Informationen



Universität Zürich

Damasio et al 1990 Nature

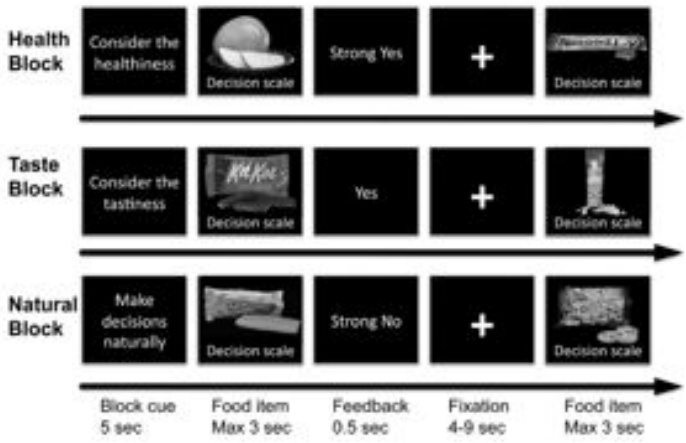
Bewertung: Integration aller Informationen



Universität Zürich

Chib et al 2009 JNeurosci

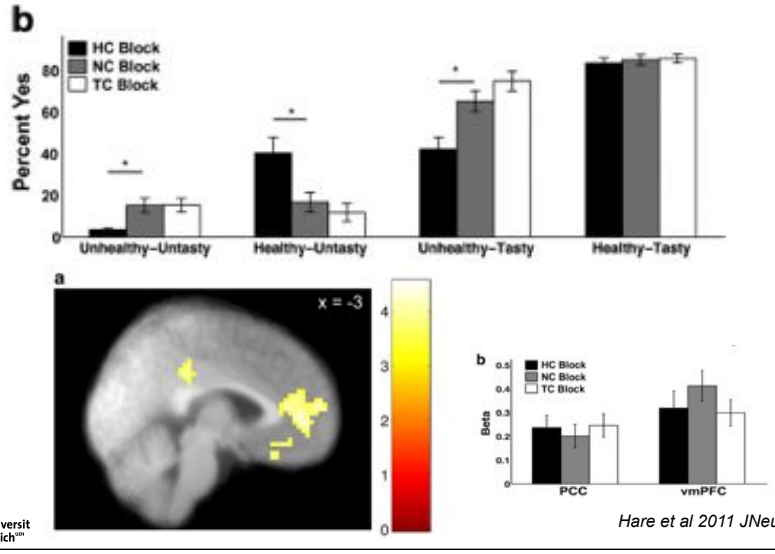
Bewertung: Integration aller Informationen



Universität Zürich

Hare et al 2011 JNeurosci

Bewertung: Integration aller Informationen



Universität Zürich

Hare et al 2011 JNeurosci

Bewertung

- Handlungsalternativen wird im VMPFC ein Wert zugewiesen
- In diesen Wert fliessen alle Informationen über die Optionen ein

- Diese Bewertung…

  … hängt davon ab, welche Informationen vom Gehirn abgebildet werden

  … kann durch Aufmerksamkeit auf relevante Dimensionen verändert werden

Universität Zürich

Auswahl: Impulskontrolle

- Menschen sind “schwach” und wählen nicht immer die für sie beste Option, wenn eine momentan verlockendere Option erhältlich ist

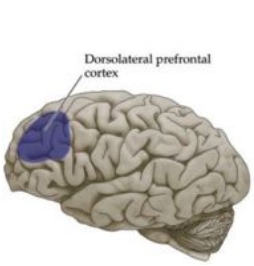
- Beispiele für solch fehlende Impulskontrolle:
  - Ungenügendes Sparen für Pension
  - Ungesund essen
  - “Fernsehen statt Sport”
  - Etc.

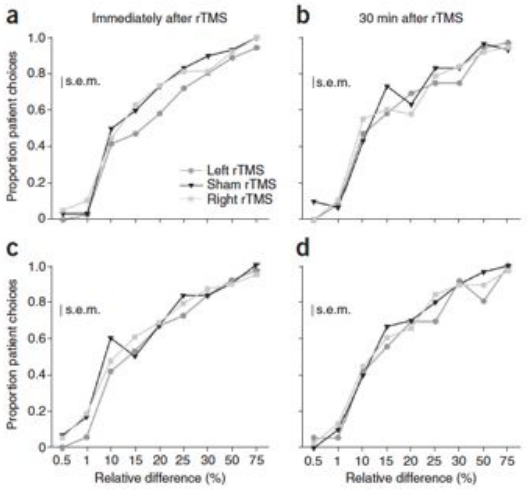
Universität Zürich

Auswahl: Impulskontrolle

Universität Zürich

Auswahl: Impulskontrolle





Universität Zürich

Figner et al 2011 Nat Neurosci

Auswahl: Soziale Normen

- Soziale Normen: Verhaltensstandards, die spezifizieren, wie man sich in bestimmten Situationen verhalten sollte

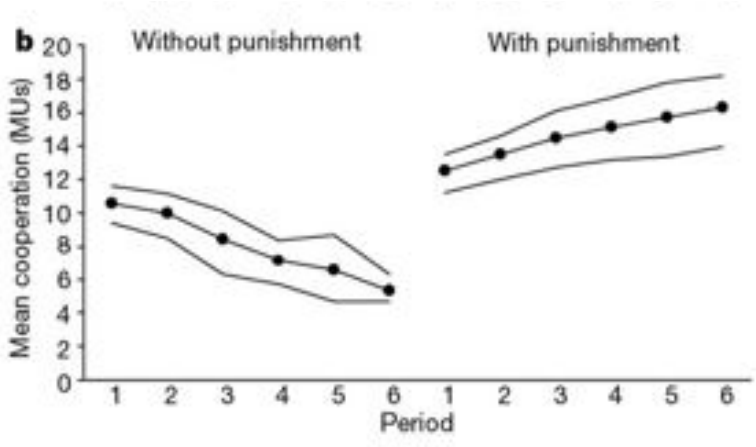
Universität Zürich

Auswahl: Soziale Normen

- Soziale Normen: Verhaltensstandards, die spezifizieren, wie man sich in bestimmten Situationen verhalten sollte
- Kennzeichen der menschlichen Zivilisation: Keine Tierart reguliert soziales Zusammenleben im gleichen Maße durch soziale Normen
- Es ist verlockend, soziale Normen zu brechen: Unfaires, unehrliches, unkooperatives Verhalten kann von Vorteil sein
- Legale und soziale Strafreize sind essentiell für die Normeinhaltung

Universität Zürich

Strafreize sind essentiell für Kooperation!

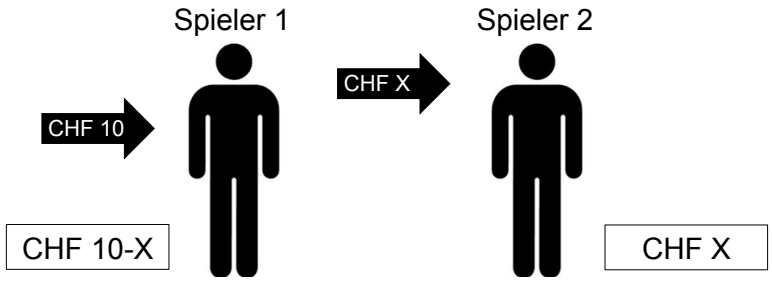


Fehr & Gächter, 2002, Nature

Universität Zürich

Einhaltung sozialer Normen im Labor

- Einhaltung sozialer Normen kann mit ökonomischen Paradigmen gemessen werden:



Universität Zürich

Spieler 1: Wieviel würden Sie abgeben?

① **CHF 0**

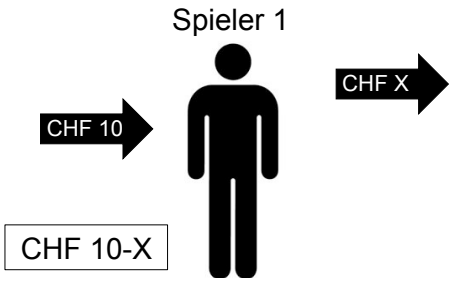
② **CHF 2**

③ **CHF 4**

④ **CHF 6**

⑤ **CHF 8**

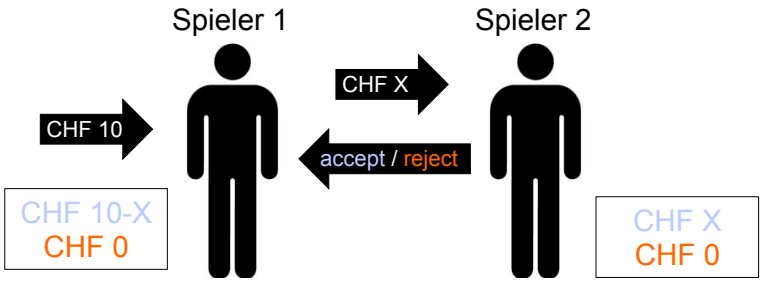
⑥ **CHF 10**



Universität Zürich

Einhaltung sozialer Normen im Labor

- Einhaltung sozialer Normen kann mit ökonomischen Paradigmen gemessen werden:



- Spieler 2 kann Spieler 1 auf eigene Kosten bestrafen

Universität Zürich

Spieler 1: Wieviel würden Sie abgeben?

① **CHF 0**

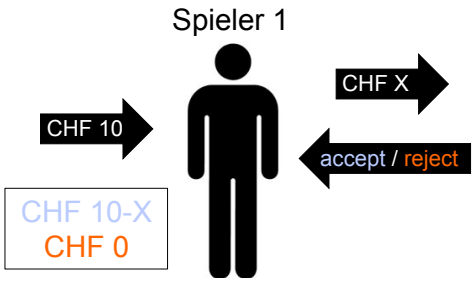
② **CHF 2**

③ **CHF 4**

④ **CHF 6**

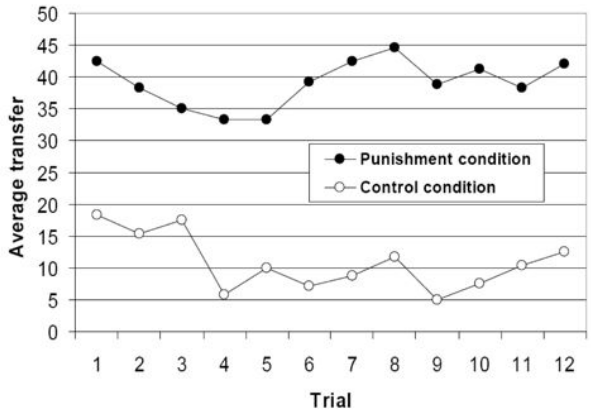
⑤ **CHF 8**

⑥ **CHF 10**



Universität Zürich

Strafe und soziale Normen



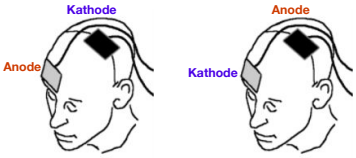
- Große individuelle Unterschiede in der Transferdifferenz

Universität Zürich

Spitzer et al, 2007, Neuron

Strafe und Soziale Normen: Rolle des DLPFC

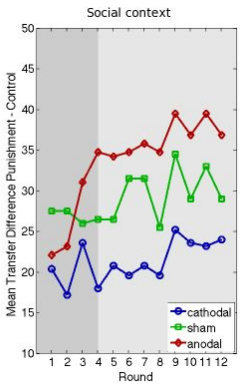
- Veränderung neuronaler Aktivität im rechten DLPFC mit transkranialer Gleichstromstimulation (tDCS)
- Verstärkt oder reduziert die neuronale Erregbarkeit, in Abhängigkeit der Polarität des Stromflusses



Universität Zürich

Ruff et al., in prep

Strafe und soziale Normen: Rolle des DLPFC

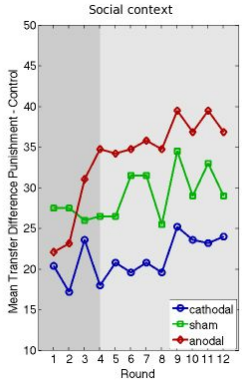


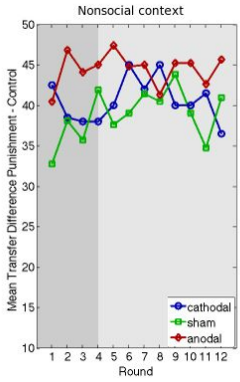
- Verstärkung / Reduktion der Erregbarkeit des DLPFC durch anodale / kathodale tDCS verstärkt / reduziert Einhaltung von sozialen Normen

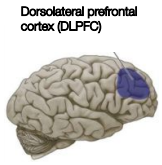
Universität Zürich

Ruff et al., in prep

Strafe und soziale Normen: Rolle des DLPFC







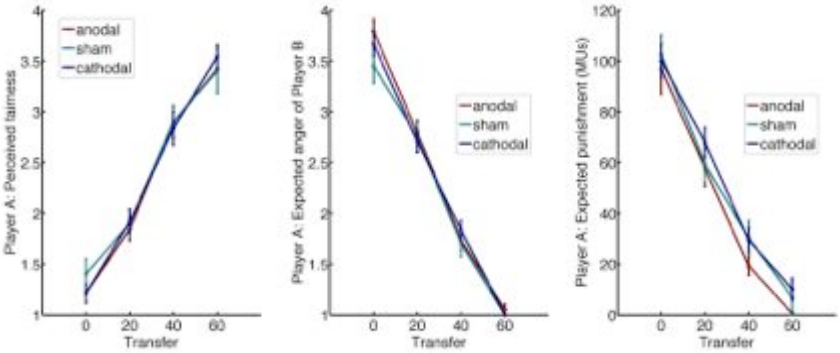
- Der tDCS Effekt auf Normeinhaltung ist spezifisch für soziale Strafreize!

Universität Zürich

Ruff et al., in prep

Strafe und soziale Normen: Rolle des DLPFC

Erwartete Fairness | Erwarteter Ärger | Erwartete Bestrafung



- Keine Störung der Wahrnehmung oder des Wissens über soziale Normen, sondern veränderte Entscheidungsprozesse

Universität Zürich

Ruff et al., in prep

Auswahl: Impulskontrolle

- Menschen sind “schwach” und wählen nicht immer die für sie beste Option, wenn eine kurzfristig verlockendere Option erhältlich ist
- Impulskontrolle wird vom DLPFC gesteuert
- Gerade für komplexe soziale Verhaltenssteuerung ist diese Region wichtig. Insbesondere für die Einhaltung von sozialen Normen und Regeln
- Die Intaktheit dieser Prozesse bei allen beteiligten Individuen sind essentiell für das Funktionieren gesamter Organisationen!

Universität Zürich

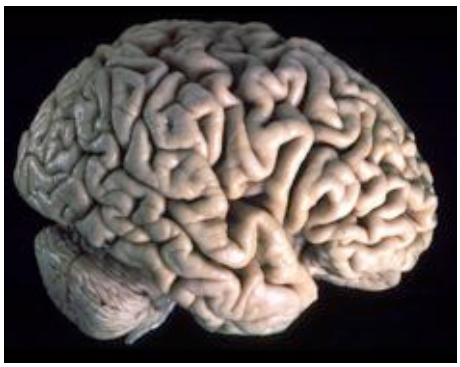
Entscheidungen im Gehirn

Drei Phasen:

① Abbildung

② Bewertung

③ Auswahl



Alle Phasen laufen

- parallel
- schnell

und beeinflussen sich gegenseitig

Universität Zürich

Entscheidungen im Gehirn: Implikationen

- Entscheidungen benötigen Abbildung der relevanten Informationen im Gehirn
- Das Gehirn hat eine begrenzte Verarbeitungskapazität
- "Choice Overload": Zu viele Optionen verringern die Motivation zur Entscheidung und die Zufriedenheit mit dem Ergebnis

Universität Zürich

Entscheidungen im Gehirn: Implikationen

- Entscheidungen benötigen Abbildung der relevanten Informationen im Gehirn
- Das Gehirn hat eine begrenzte Verarbeitungskapazität
- Aufmerksamkeit auf die wesentlichen Aspekte ist essentiell!
- *"It's not hard to make decisions when you know what your values are"* – Roy Disney
- *"An expert is someone who has succeeded in making decisions and judgments simpler through knowing what to pay attention to and what to ignore"* - Edward de Bono

Universität Zürich

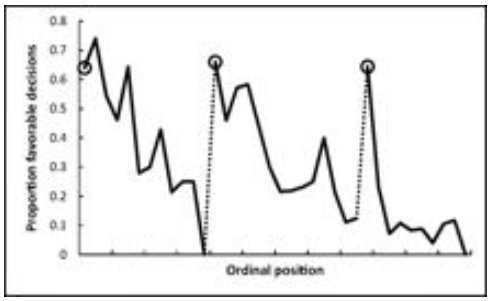
Entscheidungen im Gehirn: Implikationen

- Schnelle, unbewusst generierte Emotionen sind ständig präsent und beeinflussen unsere Entscheidungen
- Dies kann unproduktiv oder suboptimal sein (z.B. Angst, Impulse), gerade bei sozialen Entscheidungen
- Emotionen als unbewusste Bewertungsprozesse können aber auch eine wichtige Informationsquelle sein, gerade wenn wenig objektive Fakten zur Verfügung stehen
- Optimale Entscheidungen als Kombination von objektiven Fakten und "Bauchgefühl" - je nach Intensität und Verlässlichkeit der Informationen

Universität Zürich

Entscheidungen im Gehirn: Implikationen

- Entscheidungen ermüden die beteiligten Hirnprozesse, genau wie körperliche Aktivität Muskeln ermüdet
- "Decision Fatigue": Entscheidungen verringern Entscheidungsmotivation



Danziger et al 2011 PNAS

Universität Zürich

Entscheidungen im Gehirn: Implikationen

- Entscheidungen ermüden die beteiligten Hirnprozesse, genau wie körperliche Aktivität Muskeln ermüdet
- "Decision Fatigue": Entscheidungen verringern Entscheidungsmotivation
- Eine Nacht über wichtige Entscheidungen schlafen!
- Vermeidung unnötiger Entscheidungen verbessert die wichtigen Entscheidungen

Universität Zürich

Entscheidungen im Gehirn: Implikationen

- Haben wir überhaupt einen freien Willen?
- Unsere Hirne ermöglichen uns den freien Willen überhaupt erst (cf. Phineas Gage)
- Wir akzeptieren andere physiologische Grenzen (z.B., Stimme)
- Selbst die neurobiologischen Grenzen akzeptieren wir in manchen Fällen (z.B., bei Kindern und Alten)
- Wie Muskeln sind Hirnprozesse trainierbar - im Rahmen der biologischen Möglichkeiten
- Unser Hirn kann uns dabei helfen, seine eigenen Entscheidungen zu verstehen und zu verbessern

Universität Zürich

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

"In zweifelhaften Fällen entscheide man sich für das Richtige"

– Karl Kraus

Universität Zürich[UZH]