



**Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**  
**Medizinische Fakultät Mannheim**  
**Dissertations-Kurzfassung**

**Der Einfluss variabler Belohnung auf fMRI Aktivität im  
Belohnungssystem**

Autor: Stefanie Rechtsteiner  
Institut / Klinik: Zentralinstitut für Seelische Gesundheit Mannheim (ZI)  
Doktorvater: Prof. Dr. D. Brandeis

Die Bildgebung der Funktion des Belohnungssystems ist von grosser Bedeutung für das Verständnis des menschlichen Verhaltens. Da Veränderungen dieser Funktion bei zahlreichen psychiatrischen Störungen auftreten, ist die robuste Erfassung durch Bildgebung auch klinisch bedeutsam. Das Hauptziel der vorliegenden Arbeit zur Belohnungsverarbeitung beim Menschen bestand darin, ein bereits bewährtes fMRI-Paradigma mit einem für EEG-fMRI-Simultanmessungen angepassten Paradigma zu vergleichen. Beide Paradigmen beruhen auf der von Knutson entworfenen Monetary Incentive Delay Task, einer Reaktionszeitaufgabe, bei der Probanden in bestimmten Bedingungen durch schnelles Ausführen eines Tastendrucks Geld gewinnen können. Beide Paradigmen erzeugten vergleichbare durchschnittliche monetäre Gewinnerwartungen. Während das bewährte Paradigma die Gewinnerwartung bei der Ankündigung über den Einflussfaktor Salienz modulierte, indem hier höhere und niedrigere Gewinne angeboten wurden (1,50€ statt 0,50€), führte das zweite den Faktor Unsicherheit der Gewinnerwartung bei konstanter Ankündigung ein. Dies erfolgte durch den Einsatz sogenannter Booster-Trials, in welchen die Probanden überraschend in 4% aller Trials mit 2€ anstatt der erwarteten 0,50€ belohnt wurden. Ein weiterer Unterschied war, dass es im Salienz-Paradigma zusätzlich eine Verlust-Option gab und die Probanden mit einem Betrag von 10€ starteten, während es im Booster-Experiment nicht möglich war, Geld zu verlieren, der Ausgangswert betrug hier 0€.

Die fMRI-Messungen an 20 gesunden Probanden im Alter zwischen 21 und 30 Jahren ergaben, dass das Salienz-Experiment wie erwartet BOLD-Signale in ventralem Striatum, Cingulum, Insula, in visuellem und motorischem Kortex sowie in Thalamus und Cerebellum auslöste. Alle Strukturen sind Teil des belohnungsverarbeitenden Systems beim Menschen, die Höhe ihrer Aktivierung korrelierte jeweils mit der Belohnungshöhe. Dass die Salienz-Daten reliabel und reproduzierbar sind, konnten wir nachweisen, indem wir unsere Salienz-Ergebnisse mit denen aus einer früheren Studie verglichen: Bis auf wenige wahrscheinlich durch Stichprobeneffekte hervorgerufene Abweichungen kamen wir beim Vergleich von „altem“ und „neuem“ Salienz-Experiment zu übereinstimmenden Ergebnissen.

Im Rahmen der Gegenüberstellung von Salienz- und Booster-Experiment wurde deutlich, dass die unvorhersehbaren Gewinnhöhen des letzteren zu höheren hämodynamischen Aktivierungen führten. Den größten Aktivierungsunterschied stellten wir hierbei im Nucleus Accumbens, der Kernstruktur der menschlichen Belohnungsverarbeitung, fest. Aber auch Strukturen wie Cingulum, Thalamus und Hirnstamm wurden im Booster-Experiment stärker aktiviert als im Salienz-Experiment. Dies war auch dann der Fall, wenn man die höchste Gewinnbedingung des Salienz-Experiments (1,50€) mit der Gewinnbedingung des Booster-Experiments verglich. Umgekehrt konnten wir bei Gegenüberstellung der Gewinnbedingung mit der jeweils neutralen Bedingung der Experimente keine Hirnbereiche ausfindig machen, die höhere hämodynamische Aktivierung unter Salienz- als unter Booster-Bedingungen aufwiesen.

Da die im Rahmen von Simultanmessungen eingesetzte EEG-Ausstattung eine potentielle Störquelle für fMRI-Bilder darstellt, verglichen wir auch die Ergebnisse unseres Booster-Experiments mit Ergebnissen aus einer Simultanmessung. Mithilfe eines Two-Sample t-Tests kamen wir zum Ergebnis, dass die eingebrachten EEG-Utensilien die fMRI-Ergebnisse nicht signifikant beeinflusst haben.

Die Befunde zeigen, dass variable Belohnung eine besonders robuste Erfassung der Funktion des Belohnungssystems erlaubt. Aufgrund unserer Ergebnisse halten wir den Einsatz des neu entworfenen Booster-Paradigmas in weiteren Simultanstudien für empfehlenswert, ebenso erwies sich der im Simultanexperiment eingesetzte Messaufbau als geeignet, um auch unter multimodalen Bedingungen qualitativ hochwertige fMRI-Daten zu erhalten.