



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Feedbackverarbeitung im Wettbewerbskontext: Wie
reagieren wir auf gegnerisches Feedback?

Eine EEG-Studie

Verfasserin

Andrea Waldl

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im April 2013

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Dr. Mag. Daniela Pfabigan

Danksagung

Ich möchte mich bei allen bedanken, die mich beim Schreiben meiner Diplomarbeit unterstützt haben.

Besonders hervorheben möchte ich meine Betreuerin Mag. Dr. Daniela Pfabigan und PhD Mikhail Votinov, die mir mit Rat und Tat zur Seite standen.

Bedanken möchte ich mich auch bei meiner Kollegin Vera Windischhofer für die engagierte Zusammenarbeit und den kollegialen Austausch.

Zu Dank bin ich auch meinen Versuchspersonen, Assistenten und der Universität Wien für die finanzielle Unterstützung, aufgrund welcher es mir möglich war, meine Versuchspersonen zu bezahlen, verpflichtet.

Nicht zuletzt möchte ich meinen Freunden und besonders meiner Familie und meinem Partner für ihre finanzielle und emotionale Unterstützung während der Arbeit an der Diplomarbeit und während des gesamten Studiums danken.

Ein herzliches Dankeschön!

Inhaltsverzeichnis

1. Theoretischer Hintergrund	5
1.1 Einleitung	5
1.2 Neuronale Korrelate der Fehler- und Feedbackverarbeitung	6
1.2.1 Theoretische Erklärungsmodelle.....	7
1.2.2 Die P300	10
1.3 Fehler- und Feedbackverarbeitung im sozialen Kontext	11
1.3.1 EKPs der Fehler- und Feedbackverarbeitung im Beobachtungssetting	12
1.3.2 EKPs der Fehler- und Feedbackverarbeitung in antagonistischen Settings	18
1.4 Eigene Forschungsfragen und Hypothesen	20
2. Methoden.....	25
2.1 Versuchsteilnehmer	25
2.2 Aufgabe und Versuchsablauf.....	26
2.3 EEG-Ableitung	30
2.4 EEG-Datenanalyse	31
2.5 EKP-Datenanalyse	32
2.5 Fragebogendaten	33
2.5.1 The Aggression Questionnaire (TAQ; Buss & Perry, 1992).....	33
2.5.2 Saarbrückener Persönlichkeitsfragebogen (SPF; Paulus, 2009).....	34
2.5.3 Fragen zum subjektiven Eindruck und zum aktuellen Befinden.....	35
2.6 Statistische Analyse.....	35
3. Ergebnisse	38
3.1 Fragebogendaten	38
3.1.1 Unterschiede zwischen dem Spiel gegen den Computer und dem Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler.....	38
3.1.2 Geschlechtsunterschiede bei SPF und TAQ.....	40
3.2 FRN-Amplitude	41
3.3 P300-Amplitude	45

3.4 Korrelationen zwischen elektrophysiologischen und Fragebogendaten.....	46
3.4.1 Korrelationen elektrophysiologischer Variablen mit Persönlichkeitsvariablen	46
.....	47
3.4.2 Korrelationen elektrophysiologischer Daten mit Zustandsvariablen	47
4. Diskussion.....	50
4.1 Verhaltensdaten.....	50
4.2 FRN-Amplitude	50
4.3 P300-Amplitude	54
4.4 Korrelation elektrophysiologischer Daten mit Fragebogendaten	56
4.5 Konklusion	59
5. Literaturverzeichnis.....	60
6. Anhänge	67
Anhang A: Zusammenfassung	67
Anhang B: Abstract.....	69
Anhang C: Latenzergebnisse FRN	70
Anhang D: Latenzergebnisse P300	72
Anhang E: Korrelationen zwischen Persönlichkeitsvariablen und Zustandsvariablen.....	73
Anhang F: Instruktion Spieler 1 (blau)	74
Anhang G: Fragen nach dem Spiel gegen den Computergegner und dem Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler	77
Lebenslauf.....	82

Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird in dieser Diplomarbeit immer nur die männliche Form für Bezeichnungen von Personen oder Personengruppen angeführt. Hiermit möchte ich ausdrücklich darauf hinweisen, dass - wenn nicht anders angegeben – mit diesen Personenbezeichnungen sowohl weibliche als auch männliche Personen gemeint sind.

1. Theoretischer Hintergrund

1.1 Einleitung

Wir leben in einer sozialen Welt. Jeden Tag haben wir direkt oder indirekt mit anderen Menschen zu tun. Sie beeinflussen unser Denken, unser Handeln und unsere Gefühle. Nicht selten stellen wir Vergleichsprozesse an und messen uns mit unseren Kommilitonen. Das Streben nach Dominanz in sozialen Situationen stellt nicht zuletzt einen instinktiven Wunsch von Menschen dar (Bault, Coricelli, & Rustichini, 2008). Sowohl kooperatives Verhalten als auch wettbewerbsorientiertes Verhalten erscheinen aus einer evolutionspsychologischen Sicht sinnvoll (Dunbar, 2003). Um ein glückliches Leben zu führen und erfolgreich zu sein, müssen wir uns einerseits anpassen und andererseits behaupten. Um unsere Handlungen und deren Konsequenzen zu überwachen und entsprechend dieser Konsequenzen unsere Handlungen zu optimieren sind wir auf Feedback angewiesen. Wir können auch auf das Feedback unserer Mitmenschen achten und aus deren Fehlern lernen. Des Weiteren können negative Ereignisse, die anderen Menschen widerfahren, sowohl Mitgefühl als auch Schadenfreude bei uns auslösen (Aderman & Unterberger, 1977). Dies hängt sowohl von persönlichen Präferenzen der Personen (Singer, Seymour, O'Doherty & Stephan, 2006) als auch von der Interpretation der Situation ab (Decety & Lamm, 2006). Wenn der Schaden anderer zu unserem Vorteil ist oder wir finden, dass die betreffende Person diesen Schaden verdient hat, ist die Freude oft größer als das Mitgefühl. Experimentelle Studien haben gezeigt, dass wir uns zum Beispiel besonders über Bestrafungen unfair handelnder Personen freuen (Singer et al., 2006). Auf jeden Fall überwachen und verarbeiten wir sowohl die Konsequenzen unserer eigenen Handlungen als auch die Konsequenzen der Handlungen anderer.

Die Feedbackverarbeitung ist ein häufig untersuchtes Thema in den Neurowissenschaften, das mittels ereigniskorrelierter Potentiale (EKPs), die mit

dem Elektroenzephalogramm (EEG) gemessen werden, untersucht wird. Auf diese Weise kann die Messung elektrophysiologischer

Reaktionen erheblich zur Beantwortung sozialwissenschaftlicher Fragestellungen beitragen. In dieser Studie werden die elektrophysiologischen Reaktionen auf eigenes Feedback sowie auf gegnerisches Feedback in einem Wettbewerbskontext untersucht.

1.2 Neuronale Korrelate der Fehler- und Feedbackverarbeitung

Die „error-related negativity“ (ERN/Ne), die erstmals von Gehring, Goss, Coles, Meyer und Donchin (1993) beziehungsweise von Falkenstein, Hohnsbein, Hoormann und Blanke (1990) beschrieben wurde und die „feedback-related negativity“ (FRN), die erstmals von Miltner, Braun und Coles (1997) beschrieben wurde, sind zwei häufig untersuchte ereigniskorrelierte Potentiale (EKPs).

Die ERN ist ein negativer Ausschlag im EEG, der seinen Höhepunkt circa 80 bis 120 ms nach der motorischen Reaktion von Personen an frontal-zentralen Elektroden erreicht (Gehring et al., 1993). Sie tritt in Folge von Fehlern auf, die evident sind (also keines Feedbacks bedürfen). Typischerweise wird die ERN in „einfachen Reiz-Reaktions-Aufgaben“ wie dem Eriksen Flanker Task (Eriksen & Eriksen, 1974) und go/no-go Aufgaben beobachtet.

Die FRN ist ein negativer Ausschlag im EEG, der zwischen 200 und 300 ms nach Feedbackpräsentation auftritt und seinen Höhepunkt ebenfalls im frontal-zentralen Bereich erreicht (Miltner et al., 1997). Die Amplitude der FRN ist größer bei negativem im Vergleich zu positivem Feedback. Sie wird typischerweise bei Zeitschätzaufgaben oder anderen Aufgaben, bei denen die Versuchsteilnehmer auf Feedback angewiesen sind, beobachtet. Gehring und Willoughby (2002), die erstmals eine Negativierung im medio-frontalen Bereich circa 250 ms nach Verlusten in einem Glücksspiel beobachteten, nannten diese Komponente entsprechend ihrer Lokalisierung „medio-frontale Negativität“ (MFN).

Aufgrund ihrer ähnlichen Verteilung und Latenz werden die Begriffe FRN und MFN in den meisten Studien - wie auch in dieser - als Synonyme verwendet. Die Begrifflichkeiten der Autoren – FRN für fehlerassoziertes negatives Feedback und MFN für negatives Feedback in Glücksspielen - werden allerdings beibehalten.

Das zentrale Charakteristikum der ERN und der FRN Komponenten ist, dass ihre Amplituden größer nach Fehlern beziehungsweise nach negativem Feedback sind (Gehring et al., 1993; Hajcak, Moser, Holroyd, & Simons, 2007; Miltner et al., 1997; van Meel & van Heijningen, 2010; Yeung, Holroyd & Cohen, 2005). Nach wie vor besteht jedoch keine absolute Einigkeit darüber, ob diese beiden Komponenten denselben Prozess widerspiegeln oder sich in wesentlichen Punkten unterscheiden. Es wird jedoch angenommen, dass beide Komponenten im anterioren cingulären Cortex (ACC) generiert werden (Carter et al., 1998, Gehring et al., 2002; Miltner et al., 1997).

Vogt (2005) schlägt aufgrund der neuesten neurowissenschaftlichen Erkenntnisse eine andere Einteilung des cingulären Cortex vor. Nach dieser Einteilung wäre der vormals ACC genannte Bereich mit dem anterioren medialen cingulären Cortex (amCC) gleichzusetzen und wäre als Generator von ERN und FRN anzusehen.

1.2.1 Theoretische Erklärungsmodelle

Für die ERN und die FRN Komponenten existieren teils ähnliche, teils widersprüchliche Erklärungsansätze.

Gehring et al. (1993) und Falkenstein et al. (1991) betrachteten die ERN ursprünglich als Teil eines Fehlerüberwachungssystems. Dieser „error monitoring“ Theorie zufolge tritt die ERN immer dann auf, wenn die erfolgte Reaktion nicht mit der korrekten Reaktion übereinstimmt. Miltner et al. (1997) ging davon aus, dass es sich dabei um ein allgemeines Fehlererkennungssystem handelt, das unabhängig von der Feedbackmodalität (visuell, auditorisch und somatosensorisch) funktioniert.

Die Beobachtung, dass eine FRN Komponente nicht nur bei Fehlern, sondern auch in konfliktbehafteten Situationen auftritt (Carter et al., 1998), führte zum Erklärungsansatz der Konfliktüberwachungstheorie (conflict monitoring theory; Botvinick, Braver, Barch, Carter & Cohen, 2001). Als Auslöser für die FRN kommen laut Yeung, Botvinick und Cohen (2004) neben Reaktionsfehlern und negativem leistungsbezogenen Feedback auch verspätete Antworten bei Aufgaben, bei denen es auf Schnelligkeit ankommt, in Frage. Die „conflict monitoring theory“ schreibt dem ACC eine zentrale Rolle bei der Konfliktüberwachung zu (Botvinick et al., 2001).

Eine der prominentesten Theorien ist die Theorie des Verstärkungslernens (reinforcement learning theory; RL-theory), die von Holroyd und Coles (2002) vorgeschlagen wurde. Dieser Theorie zufolge reflektieren die ERN und FRN Amplituden Belohnungssignale, die vom mesencephalen Dopaminsystem in den ACC projiziert werden. Dort wird eine Fehlermeldung generiert, wenn das Ergebnis schlechter ist als erwartet. Diese Fehlermeldung - so postulieren die Autoren – sorgt dafür, dass Handlungen, die mit positivem Feedback verbunden sind, positiv verstärkt werden. Ihr zukünftiges Auftreten werde somit wahrscheinlicher. Handlungen, die mit negativem Feedback einhergehen, sollen zukünftig seltener auftreten. Auf diese Weise soll das Feedback eine Handlungsadaption begünstigen, die es uns ermöglicht, uns unserer Umwelt flexibel anzupassen und aus Fehlern zu lernen.

Holroyd & Krigolson (2007) betonten das Auftreten der FRN als Resultat eines Vorhersagefehlers. Eine FRN Komponente trete immer dann auf, wenn Erwartungen verletzt werden oder Resultate unerwartet auftreten. Holroyd et al. (2007) und Liao, Gramann, Feng, Deak und Li (2011) beobachteten eine signifikante Interaktion zwischen Valenz und Erwartung. Die Amplitude der FRN war am größten nach unerwartetem negativen Feedback (Holroyd et al., 2007; Liao et al., 2011; Nieuwenhuis, Holroyd, Mol & Coles, 2004).

Gehring und Willoughby (2002) postulierten einen engen Zusammenhang zwischen der motivationalen Bedeutsamkeit der Ereignisse und der Amplitudenhöhe der MFN. Je größer der gewonnene Betrag in einem Glücksspiel war, desto größer war die Amplitude der MFN (Gehring et al., 2002). Gehring et al. (1993) fanden eine höhere ERN-Amplitude, wenn die Versuchspersonen mehr Wert auf Genauigkeit als auf Geschwindigkeit legen sollten und Yeung et al. (2005) fanden eine größere FRN-Amplitude, wenn die Ergebnisse abhängig von den Reaktionen der Versuchspersonen waren im Vergleich zu Ergebnissen, welche nicht als Resultat einer aktiven Entscheidung der Versuchsperson auftraten. Zudem spricht die von Yeung et al. (2005) beobachtete Korrelation zwischen dem angegebenen Engagement und Interesse der Versuchspersonen und der Amplitudenhöhe der FRN für diese Hypothese.

Dass nicht nur die kognitive Verarbeitung, sondern auch die affektive Verarbeitung für Amplitudenvariationen der FRN von Bedeutung sind, zeigten Santesso et al. (2011) und Hajcak und Simons (2002). Santesso et al. (2011) fanden höhere FRN-Amplituden bei Personen, die hohe Werte in negativem Affekt aufwiesen und Hajcak et al. (2002) beobachteten höhere FRN-Amplituden bei Personen mit einer Zwangsstörung. Die Autoren erklärten sich dieses Ergebnis dadurch, dass Personen mit einer Zwangsstörung in der Regel über ein besonders ausgeprägtes Handlungsüberwachungssystem verfügen. Sie seien sehr darauf bedacht, keine Fehler zu machen und reagieren folglich mit vermehrtem affektiven Stress auf ebendiese. Rigoni, Polezzi, Rumiat, Guarino und Guiseppe (2010) fanden zudem, dass sich die Amplitudenhöhe der FRN durch die subjektiven Affektangaben der Versuchsteilnehmer vorhersagen ließ. Je trauriger die Probanden laut eigenen Angaben über ihren Verlust waren, desto höher war die Amplitude der FRN.

Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass für die Amplitudenhöhe der FRN nicht nur die kognitive Verarbeitung des Feedbacks an sich, sondern vor allem die Bewertung der affektiven und motivationalen Signifikanz desselben entscheidend ist.

1.2.2 Die P300

Die meist untersuchte Komponente unter den EKPs ist die P300 (Luck, 2005), die das erste Mal von Sutton, Braren, Zubin und John (1965) beschrieben wurde. Sutton et al. (1965) verwendeten in ihrer Studie das Oddball-Paradigma, bei dem ein häufiger Reiz in 80% der Fälle und ein weniger häufiger Zielreiz in 20% der Fälle präsentiert wurden. Die Aufgabe der Versuchspersonen war es, auf den seltener auftretenden Zielreiz mit einem Tastendruck zu reagieren. Ungefähr 300 ms nach der Zielreizpräsentation zeigte sich ein relativ großer positiver Ausschlag im EEG, der entsprechend seiner Valenz und Latenz P300 genannt wurde. Die P300 Komponente wies eine höhere Amplitude bei der Präsentation des selteneren Zielreizes als bei der Präsentation des häufigeren Reiztypus auf. Sutton et al. (1965) schlussfolgerten daraus, dass die Auftrittswahrscheinlichkeit für die Amplitudenhöhe der P300 eine ausschlaggebende Rolle spielt.

Laut Donchin (1981) und Donchin und Coles (1988) entsteht die P300 im Zuge der Aktualisierung des Arbeitsgedächtnisses. Wenn Veränderungen in der Umgebung registriert werden und die bisherige Repräsentation der Umwelt deswegen nicht mehr mit der aktuellen übereinstimmt, kommt es zu einem Update dieser Repräsentation. Die P300-Amplitude ist den Autoren zufolge das neuronale Korrelat dieses assoziierten Prozesses, der zur Aktualisierung des Arbeitsgedächtnisses führt.

Diese Theorie steht im Einklang mit der Sensitivität der Amplitudenhöhe der P300 bezüglich der Auftrittswahrscheinlichkeit der Reize, denn bei unerwarteten oder seltenen Ereignissen ist die Arbeitsgedächtnisaktualisierung aufwendiger als bei erwarteten oder häufigen Ereignissen (Polich, 2007). Des Weiteren hängt die Amplitudenhöhe der P300 eng mit dem Ausmaß an Aufmerksamkeit zusammen, die dem Ereignis gewidmet wird (Gray, Ambady, Lowenthal & Deldin, 2004).

Yeung und Sanfey (2004) und Briggs und Martin (2009) postulierten, dass die P300 Komponente die motivational-affektive Evaluation von Ereignissen widerspiegelt.

Yeung et al. (2004) fanden bei Glücksspielen größere P300-Amplituden bei großen Gewinnen und Verlusten im Vergleich zu kleinen Gewinnen und Verlusten. Briggs et al. (2009) beobachteten in einer Studie zur Verarbeitung von Bildern höhere P300-Amplituden bei emotionsgeladenen Bildern im Vergleich zu neutralen Bildern.

Widersprüchliche Ergebnisse existieren zur Frage der Valenzsensitivität der P300-Amplitude. Yeung et al. (2004) fanden keinen Einfluss der Valenz auf die P300-Amplitude. Die Autoren argumentierten, dass die FRN und die P300 Komponenten verschiedene Aspekte der Ergebnisevaluation kodieren. Die FRN-Amplitude werde von der Valenz des Ergebnisses beeinflusst, während die P300-Amplitude in Abhängigkeit zur Höhe des Ergebnisses stehe. Andere Autoren wie zum Beispiel Hajcak et al. (2007) und Wu und Zhou (2009) fanden eine größere P300-Amplitude bei positivem im Vergleich zu negativem Feedback. In Studien zur Bilderverarbeitung zeigte sich hingegen eine größere P300-Amplitude bei negativen im Vergleich zu positiven oder neutralen Bildern (Ito, Larsen, Smith & Cacioppo, 1998). Die Autoren erklärten sich dieses Ergebnis aufgrund der höheren Salienz von negativem Feedback. Auch van Meel et al. (2010) fanden eine größere P300-Amplitude bei negativem validen Feedback im Vergleich zu positivem validen Feedback.

1.3 Fehler- und Feedbackverarbeitung im sozialen Kontext

Funktionelle Magnetresonanztomographie-Studien (fMRT-Studien) legten nahe, dass bei der Feedbackverarbeitung nicht nur monetäre Ergebnisse, sondern auch soziale Faktoren ausschlaggebend sind (Izuma, Saito & Sadato, 2008). Izuma et al. (2008) fanden Aktivität im Striatum - einer Region, die mit Belohnungsverarbeitung assoziiert ist - sowohl infolge von monetärer Belohnung als auch infolge von sozialer Belohnung in Form einer guten Reputation. Dieses Ergebnis legt den Schluss nahe, dass es zumindest eine teilweise Überlappung der neuronalen Netzwerke der Belohnungsverarbeitung und der Verarbeitung sozialer Hinweisreize

gibt. Auch in EEG-Studien konnte die Sensitivität der Ergebnisverarbeitung für soziale Faktoren aufgezeigt werden (Hajcak, Moser, Yeung und Simons, 2005). Hajcak et al. (2005) beobachteten höhere ERN-Amplituden, wenn den Probanden gesagt wurde, dass ihre Ergebnisse online von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter bewertet werden und mit einer zweiten Person verglichen werden. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass nicht nur die Aussicht auf monetäre Entlohnung, sondern auch die Herstellung einer sozialen Bewertungs- und Vergleichssituation zu einer höheren ERN-Amplitude führt.

Verschiedene Formen des sozialen Kontextes wurden in weiterer Folge eingesetzt, um die zugrundeliegenden Mechanismen der neuronalen Korrelate der Fehler- und Feedbackverarbeitung zu erforschen. Die ERN und die FRN Komponenten wurden nicht mehr nur als Reaktion auf eigenes Feedback, sondern auch als Reaktion auf fremdes Feedback untersucht. Die anschließende Einführung antagonistischer Settings sollte weiteren Aufschluss über Funktion und Bedeutung der Komponenten bringen.

1.3.1 EKPs der Fehler- und Feedbackverarbeitung im Beobachtungssetting

Van Schie, Mars, Coles und Bekkering (2004) waren die ersten Autoren, die eine ERN Komponente im Beobachtungssetting entdeckten. Die Autoren gaben den Versuchsteilnehmern eine modifizierte Version des Eriksen Flanker Tasks¹ in zwei verschiedenen Bedingungen vor. In einer Bedingung bearbeiteten die Probanden die Aufgabe selbst und in der anderen Bedingung beobachteten sie die Reaktionen eines anderen Teilnehmers. Die ERN Komponente zeigte sich nicht nur als Reaktion auf eigene Fehler, sondern auch in der reinen Beobachtungssituation als

¹Auf dem Computerbildschirm wurden immer fünf Pfeile präsentiert. Entweder zeigten alle fünf Pfeile in dieselbe Richtung (<<<<< oder >>>>>) oder der Pfeil in der Mitte wurde von entgegengesetzt ausgerichteten Pfeilen flankiert (<<<>< oder >><>>). Erstere bezeichnet man als kongruente Durchgänge, letztere als inkongruente Durchgänge. Die Reaktion erfolgte mit einem Joystick, der in die gleiche Richtung wie der in der Mitte befindliche Pfeil bewegt werden sollte.

Reaktion auf die Fehler der anderen Person. Van Schie et al. (2004) deuteten dieses Ergebnis dahingehend, dass ähnliche neuronale Mechanismen sowohl an der Überwachung eigener Handlungen als auch an der Wahrnehmung der Konsequenzen der Handlungen anderer beteiligt sind. Diese ähnlichen neuronalen Mechanismen könnten den Autoren zufolge Beobachtungslernen erleichtern. Yu und Zhou (2006) untersuchten, ob ähnliche neuronale Mechanismen bei der Verarbeitung der Ergebnisse eigener und fremder Handlungen in einem Glücksspiel involviert sind. Dazu ließen sie zwei via Computernetzwerk verbundene Probanden abwechselnd ein Glücksspiel spielen, bei dem es darum ging, eine von zwei Karten mit den Werten 5 und 25 zu wählen. Der gewählte Betrag konnte entweder gewonnen oder verloren werden. Obwohl das Ergebnis des anderen Teilnehmers weder das Verhalten noch die elektroфизиologische Antwort des Beobachters bei eigenen Entscheidungen beeinflusste, zeigte sich eine „FRN-ähnliche“ Komponente auch als Reaktion auf die Ergebnisse des anderen Teilnehmers. Dies war der Fall, obwohl die Bezahlung der beiden Spieler unabhängig voneinander erfolgte. Diese oFRN („o“ steht für „observer“ - Beobachter) wies - wie die oERN (hier steht das „o“ ebenfalls für Beobachter) in der Studie von van Schie et al. (2004) - eine geringere Amplitudenhöhe als die FRN Komponente als Reaktion auf eigenes Feedback auf. Als Erklärung für dieses Ergebnis schlugen die Autoren die geringere motivationale und emotionale Beteiligung in der Beobachtungsbedingung vor. Des Weiteren wies das Amplitudenmaximum der oFRN in der Studie von Yu et al. (2006) im Gegensatz zum Amplitudenmaximum der FRN eine eher posteriore Verteilung auf. Bezüglich der Latenz gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Bedingungen. Yu et al. (2006) schlussfolgerten aus diesen Ergebnissen, dass zwar ähnliche neuronale Mechanismen an der Bewertung eigener und fremder Ergebnisse beteiligt sind, jedoch eine Trennung zwischen eigenem und fremdem Feedback auch auf elektroфизиologischer Ebene zu erkennen ist.

Ob sich die Amplitudenhöhe der „observer“-MFN (oMFN) je nach Beobachtungsobjekt unterscheidet, untersuchten Fukushima und Hiraki (2009).

Dazu beobachteten die Versuchspersonen sowohl eine ihnen nahestehende Person als auch einen via Computer simulierten Spieler während eines Glücksspiels. Die Entlohnung der Beobachter erfolgte unabhängig von den Spielergebnissen der Spieler. In beiden Bedingungen zeigte sich zwischen 200 und 300 ms eine oMFN Komponente mit ähnlicher Latenz, Morphologie und frontal-zentraler Verteilung. Statistische Signifikanz erreichte die oMFN-Amplitude jedoch nur bei der Beobachtung der Ergebnisse des Freundes. Zudem zeigten sich signifikante positive Korrelationen zwischen der Amplitudenhöhe der oMFN und selbstberichteten Empathie-Werten. Genauer gesagt korrelierten die beiden Persönlichkeitseigenschaften *Fantasie* aus dem IRI (Interpersonal Reactivity Index; Davis, 1983) und *emotionale Reaktivität* aus dem EQ (Empathy Quotient; Baron-Cohen & Wheelwright, 2004), sowie die Zustands-Variable *Personalisation* substantiell mit der oMFN-Amplitudenhöhe bei der Beobachtung des Freundes. Hinsichtlich der oMFN-Amplitude bei der Beobachtung des simulierten Spielers zeigte sich eine signifikante positive Korrelation mit der Zustands-Variable *Intimität/gefühlte Nähe*. Die Autoren zogen den Schluss, dass für das Zustandekommen der oMFN Komponente sowohl die Art des Beobachtungsobjektes (in diesem Fall Freund oder Computer) als auch die Empathie-Fähigkeit des Beobachters entscheidend ist.

Eine ähnliche Studie führten auch Leng und Zhou (2010) durch, wobei anstatt der Ergebnisse eines via Computer simulierten Spielers die Ergebnisse einer den Beobachtern unbekannt Person in einem Glücksspiel beobachtet wurden. Die Amplitude der MFN war erwartungsgemäß größer als Reaktion auf eigene im Vergleich zu fremden Verlusten. Es gab jedoch keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Amplitudenhöhe der oMFN zwischen den beiden letztgenannten Bedingungen. Die Amplitude der P300 wurde hingegen sowohl von der Valenz als auch von der Art der interpersonellen Beziehung moduliert. Die P300-Amplitude war als Reaktion auf eigenes Feedback am größten, gefolgt von der Reaktion auf die Ergebnisse des Freundes, die sich ebenfalls signifikant von der Reaktion auf die

Ergebnisse des Fremden unterschied. Zudem war in allen drei Bedingungen die P300-Amplitude größer nach positivem als nach negativem Feedback. Leng et al., (2010) zufolge könnte die FRN-Amplitude einen Index für eine anfängliche, semi-automatische Bewertung der motivationalen Bedeutsamkeit der Ergebnisse darstellen, die lediglich grob zwischen eigenen und fremden Ergebnissen unterscheidet. Die später auftretende P300 könnte hingegen eine elaboriertere kognitive Bewertung widerspiegeln, bei der die top-down gesteuerte Aufmerksamkeitsverteilung von der Art der interpersonellen Beziehung beeinflusst wird. Unter top-down Steuerung versteht man die Beteiligung höherer mentaler Prozesse an der Steuerung der Aufmerksamkeitsverteilung. Diese Zweiteilung schlugen auch Wu und Zhou (2009) vor.

Im Gegensatz zu Leng et al. (2010) fanden Kang, Hirsh und Chasteen (2010) eine höhere oFRN-Amplitude bei der Beobachtung der Ergebnisse einer nahestehenden Person als bei der Beobachtung der Ergebnisse einer fremden Person. Zudem identifizierten die Autoren die Variable *Einschluss ins Selbstkonzept* (gemessen via der Inclusion of Other in the Self scale; Aron, Aron & Smollan, 1992) als wichtige Mediatorvariable. Je mehr die Versuchsteilnehmer die zu beobachtende Person in ihr Selbstkonzept aufnahmen, desto höher war die oFRN-Amplitude oder - in anderen Worten – desto stärker reagierten die Versuchsteilnehmer auf die beobachteten Fehler des anderen.

Die Ergebnisse von Fukushima et al. (2009) und Kang et al. (2010) sprechen dem Faktor Empathie eine wichtige Rolle beim Zustandekommen der oMFN Komponente zu. Ma et al. (2011) fanden jedoch in ihrer Studie einen signifikanten Unterschied zwischen der Amplitudenhöhe der oFRN als Reaktion auf negatives Feedback des Freundes und der Amplitudenhöhe der oFRN als Reaktion auf positives Feedback des befreundeten Spielers nur, wenn die Beobachter nicht selbst am Spiel teilnahmen. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass neben der Bekanntheit (Fukushima et al., 2009) auch die eigene Involviertheit eine bedeutsame Moderatorvariable für das Auftreten der oFRN Komponente sein

könnte (Ma et al., 2011). Eine größere P300-Amplitude bei der Beobachtung der Ergebnisse der befreundeten Person im Vergleich zur Beobachtung der Ergebnisse der unbekannt Person, zeigte sich jedoch auch, wenn die Beobachter am Glücksspiel teilnahmen. Dieses Ergebnis ist konform mit dem Ergebnis von Leng et al. (2010), die ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen der FRN-Amplitudenhöhe bei der Beobachtung der bekannten im Vergleich zur unbekannt Person fanden, jedoch eine signifikant höhere P300-Amplitude bei der Beobachtung der Ergebnisse der bekannten im Vergleich zur Beobachtung der Ergebnisse der unbekannt Person.

Bellebaum, Kobza, Thiele und Daum (2010) betonten im Gegensatz vor allem die neuronalen Unterschiede in der Feedbackverarbeitung zwischen aktiv Lernenden und Beobachtern. Die Beobachter lernten die „Regel“ in einer probabilistischen Lernaufgabe ähnlich gut wie die aktiv Lernenden und auch hinsichtlich der elektrophysiologischen Reaktion auf positives Feedback zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Die Amplitude der FRN als Reaktion auf negatives Feedback war hingegen bei den aktiv Lernenden signifikant größer als bei den Beobachtern. Es zeigten sich auch signifikante Latenzunterschiede, wobei die Latenz der FRN kürzer bei den aktiv Lernenden und bei negativem Feedback war. Zudem identifizierten die Autoren ein unterschiedliches Verarbeitungsmuster, wobei sich die FRN und die oFRN Komponenten in einem „früheren“ Zeitintervall zwischen 180 und 220 ms und in einem „späteren“ Zeitintervall zwischen 280 und 330 ms unterschieden. Bellebaum et al. (2010) interpretierten die Ergebnisse ihrer Studie als Beleg für die Theorie des Verstärkungslernens (RL-theory; Holroyd & Coles, 2002). Den Autoren zufolge sei eine Handlungsadaption infolge von Feedback, das sich nicht auf eigene Reaktionen beziehe, nicht unbedingt notwendig, was zu einer verringerten FRN-Amplitude führe. Dieses Ergebnis ist konform mit den Ergebnissen von Yeung et al. (2005), die ebenfalls eine geringere FRN-Amplitude bei Versuchsteilnehmern, die weder selbst entscheiden noch reagieren mussten, fanden. Im Gegensatz zu Yeung et al. (2005) halten aber Bellebaum et al. (2010)

die Erklärung der geringeren emotionalen und motivationalen Beteiligung in der Beobachtungsbedingung nicht für ausreichend, da die Beobachter in ihrer Studie entsprechend den Ergebnissen des Akteurs belohnt wurden, wenn sie die „Regel“ durch genaue Beobachtung erfolgreich lernten. Das Feedback war also sowohl für die Akteure als auch für die Beobachter wichtig. Die Autoren vermuteten daher, dass noch andere (ungeklärte) Faktoren für das Beobachtungslernen eine wichtige Rolle spielen.

Zusammenfassung: EKPs im Beobachtungssetting

Bisherige Studien deuten darauf hin, dass ähnliche neuronale Mechanismen sowohl an der Überwachung eigener Handlungen und Ergebnisse als auch an der Verarbeitung der Ergebnisse der Handlungen und Entscheidungen anderer beteiligt sind (van Schie et al., 2004; Yu et al., 2006). Es zeigten sich jedoch Unterschiede bezüglich der Amplitudenhöhe und der Aktivierungsverteilung (Yu et al., 2006). Widersprüchliche Ergebnisse existieren hinsichtlich der Ähnlichkeit der Latenzen. Auch die Erklärungsansätze für die beobachteten Unterschiede zwischen FRN und oFRN divergieren. Während sich Bellebaum et al. (2010) auf die RL-Theorie beziehen und die kleinere oFRN-Amplitude auf die fehlende Möglichkeit zur Handlungsadaptation zurückführen, schlagen Yu et al. (2006) und Fukushima et al. (2009) die verringerte motivationale und emotionale Beteiligung bei fremden Ergebnissen im Vergleich zu eigenen Ergebnissen beziehungsweise bei Ergebnissen des Freundes im Vergleich zu Ergebnissen eines via PC simulierten Spielers als Erklärung vor. Die beobachteten Korrelationen der oMFN-Amplitude mit selbstberichteten Empathie-Werten (Fukushima et al., 2009) und dem Ausmaß der Integration des anderen Spielers ins eigene Selbstkonzept (Kang et al., 2010) sprechen ebenfalls für letztere Erklärung. Leng et al. (2010) und Ma et al. (2011), die hinsichtlich der FRN-Amplitude lediglich eine signifikante Differenzierung zwischen eigenem und fremdem Feedback fanden, beobachteten eine Sensitivität für die Art der zwischenmenschlichen Beziehung hinsichtlich der P300-Amplitude.

1.3.2 EKPs der Fehler- und Feedbackverarbeitung in antagonistischen Settings

Der Frage, ob eine oFRN Komponente auch bei Ergebnissen auftritt, die zwar für den Akteur einen Gewinn darstellen, für den Beobachter jedoch einen Verlust bedeuten, gingen Marco-Pallares, Krämer, Strehl, Schröder und Münte (2010) nach. Die Autoren untersuchten die elektrophysiologischen Reaktionen von Beobachtern in drei verschiedenen Bedingungen. Die erste (neutrale) Gruppe beobachtete die Handlungen des Akteurs, ohne eine Belohnung zu erhalten. Die zweite (parallelisierte) Gruppe erhielt die gleichen Gewinne und Verluste wie der aktive Spieler und die dritte (reversierte) Gruppe gewann, wenn der Akteur verlor und umgekehrt. In den ersten beiden Gruppen zeigte sich die oFRN Komponente in der erwarteten Weise, wobei die Amplitudenhöhe in der parallelisierten Gruppe größer war als in der neutralen Gruppe. Den Autoren zufolge spielte neben der Empathie für die Gewinne und Verluste des anderen Spielers die größere motivationale Bedeutsamkeit der Ergebnisse desselben in der parallelisierten Gruppe eine Rolle. In der dritten (reversierten) Gruppe zeigte sich ein umgekehrtes Bild. Die oFRN-Amplitude war größer bei Gewinnen des Akteurs, die für den Beobachter einen Verlust bedeuteten. Marco-Pallares et al. (2010) schlussfolgerten, dass die persönliche Bedeutsamkeit die Amplitudenhöhe der FRN besser vorhersagt als der beobachtete Verlust selbst. Zu dieser Konklusion kamen auch Itagaki und Katayama (2008) in einer vergleichbaren Studie.

Fukushima und Hiraki (2006) fanden einen Geschlechtereffekt bezüglich der Amplitudenhöhe der oMFN in Wettbewerbssituationen. Bei den männlichen Versuchsteilnehmern zeigte sich eine MFN beziehungsweise eine oMFN Komponente sowohl bei eigenen Verlusten als auch bei Gewinnen des Gegners, die in dieser antagonistischen Situation für den Beobachter Verluste bedeuteten. Bei den weiblichen Versuchsteilnehmern konnte eine MFN Komponente nur bei eigenen Verlusten, nicht jedoch bei Gewinnen der Gegnerin beobachtet werden. Das Ergebnis der elektrophysiologischen Daten stand im Einklang mit den subjektiven Affektangaben der Versuchsteilnehmer und Versuchsteilnehmerinnen

bezüglich der Gewinne ihrer Gegenspieler. Die weiblichen Versuchsteilnehmer bewerteten die Gewinner ihrer Gegner signifikant positiver als die männlichen Probanden. Fukushima et al. (2006) schrieben diesen Geschlechtereffekt hinsichtlich der Amplitudenvariation der oMFN der stärker ausgeprägten Empathie-Fähigkeit der weiblichen Versuchsteilnehmer zu.

Koban, Pourtois, Vocat und Vuilleumier (2010) fanden in ihrer Studie weder bei männlichen noch bei weiblichen Versuchsteilnehmern eine oERN Komponente als Reaktion auf positives, gegnerisches Feedback. In ihrer Studie bearbeiteten zwei Versuchspersonen abwechselnd einen go/no-go task in zwei verschiedenen Bedingungen. In der kooperativen Bedingung wurden beiden Spieler entsprechend ihrer gemeinsamen Leistung entlohnt. In der Wettbewerbsbedingung bekam nur der bessere Spieler am Ende der Runde einen Bonus. Die Analyse der Verhaltensdaten ergab vergleichbare Fehlerraten in beiden Bedingungen. Auch die ERN-Amplituden der Akteure unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Bedingungen. Die ERN war sowohl in der Kooperations- als auch in der Wettbewerbsbedingung größer nach Fehlern als nach richtigen Reaktionen. Bei den elektrophysiologischen Reaktionen der Beobachter fanden sich jedoch signifikante Unterschiede zwischen der Kooperations- und der Wettbewerbsbedingung in einem früheren Zeitintervall zwischen 125 ms und 145 ms und in einem späteren Zeitintervall zwischen 280 ms und 320 ms. Im Zeitintervall zwischen 125 ms und 145 ms beobachteten die Autoren in der Kooperationsbedingung eine „early oERN“, die eine höhere Amplitude bei Fehlern im Vergleich zu richtigen Reaktionen aufwies. Diese „early oERN“ korrelierte zudem negativ mit den Angaben der Versuchsteilnehmer zur empfundenen Rivalität. Je größer die empfundene Rivalität der Probanden, desto kleiner war die „early oERN“ in der Kooperationsbedingung. Interessanterweise zeigte sich auch in der Wettbewerbsbedingung eine oERN Komponente bei Verlusten des aktiven Spielers, die für den Beobachter Gewinne bedeuteten. Im Gegensatz zur „early oERN“ in der Kooperationsbedingung erreichte die oERN Komponente in der Wettbewerbsbedingung ihr Amplitudenmaximum zwischen 280

ms und 320 ms. Entsprechend ihrer späteren Latenz wurde sie von den Autoren „late oERN“ genannt.

Die Ergebnisse der Studie von De Bruijn und von Rhein (2012) stehen im Einklang mit den Ergebnissen von Koban et al. (2010). Die Autoren fanden im Gegensatz zu Marco-Pallares et al. (2010) und Itagaki et al. (2008) ebenfalls eine oERN Komponente nach Fehlern des zu beobachtenden Spielers sowohl in der Kooperations- als auch in der Wettbewerbssituation. Im Gegensatz zur Studie von Koban et al. (2010) zeigten sich jedoch keine signifikanten Latenzunterschiede hinsichtlich der oERN-Amplitudenmaxima zwischen den beiden Bedingungen. De Bruijn et al. (2012) führten die unterschiedlichen Ergebnisse bezüglich der Latenz auf Unterschiede im Studiendesign zurück. In den Studien von de Bruijn et al. (2012) und van Schie et al. (2004) saßen die Probanden einander gegenüber und die Beobachter konnten die Reaktionen der Spieler direkt beobachten. In der Studie von Koban et al. (2010) erfuhren die Beobachter via Bildschirm von den Reaktionen der Spieler. Die Versuchspersonen mussten daher in der Studie von Koban et al. (2010) indirekt auf die erfolgte Reaktion des Spielers schließen, was zu einer späteren Latenz der oERN-Amplitude geführt haben könnte (de Bruijn et al., 2012). Das Auftreten einer oERN Komponente als Reaktion auf Fehler des Gegners, veranlassten de Bruijn et al. (2012) zur Schlussfolgerung, dass unterschiedliche neuronale Netzwerke an der Fehler- und Belohnungsverarbeitung beteiligt sind. Die Amplitudenvariationen der ERN seien fehler- und nicht belohnungsspezifisch.

1.4 Eigene Forschungsfragen und Hypothesen

Ziel der aktuellen Studie war es, die neuronalen Korrelate der Feedbackverarbeitung von Spielern bei einer einfachen Reiz-Reaktionsaufgabe in einer Wettbewerbssituation zu untersuchen. Die Hauptfragestellung bezog sich auf potentielle Unterschiede zwischen der elektrophysiologischen Reaktion auf eigenes und der elektrophysiologischen Reaktion auf gegnerisches Feedback. Das Ziel der

Untersuchung war es herauszufinden, ob eine FRN-ähnliche Komponente auch bei negativem Feedback des Gegenspielers in einer Wettbewerbssituation zu beobachten ist. Des Weiteren waren mögliche Zusammenhänge zwischen den FRN- und P300-Amplituden und den persönlichkeitsbezogenen Variablen Empathie und Aggressivität von Interesse.

Bezüglich der FRN Komponente wurde eine größere Amplitude bei eigenem negativem im Vergleich zu eigenem positivem Feedback erwartet (Gehring et al., 1993; Hajcak et al., 2007; Miltner et al., 1997; van Meel et al., 2010; Yeung et al., 2005). Eine höhere FRN-Amplitude nach negativem im Vergleich zu positivem Feedback wurde auch als Reaktion auf das Feedback des Gegners erwartet. Diese Hypothese stützte sich vor allem auf die Ergebnisse der Studien von Koban et al. (2010) und de Bruijn et al. (2012), die auf die Fehlerspezifität der ERN/FRN Komponenten hinweisen. Da den Probanden in der vorliegenden Studie gesagt wurde, dass sich ihr Feedback auf ihre Schnelligkeit beziehe, die sie selbst beeinflussen konnten, entsprach das Feedback in dieser Studie eher einem leistungsbezogenen Feedback als einer zufällig erfolgenden Ergebnispräsentation. Ein weiterer Faktor, der zu einer höheren oFRN-Amplitude bei negativem gegnerischen Feedback im Vergleich zu positivem gegnerischen Feedback beitragen könnte, ist Empathie (Fukushima et al., 2009). Da jedoch Ma et al. (2011) gezeigt haben, dass die empathische Reaktion durch die eigene Teilnahme am Spiel moduliert wird und es sich bei dem vorliegenden Kontext um eine Wettbewerbssituation handelte, wurden keine signifikanten Korrelationen zwischen der FRN-Amplitude und Empathie-Werten aus dem Saarbrückener Persönlichkeitsfragebogen (SPF; Paulus, 2009) erwartet.

Des Weiteren wurde aufgrund der größeren emotionalen und motivationalen Bedeutsamkeit des eigenen Feedbacks eine höhere FRN-Amplitude nach dem eigenen als nach dem gegnerischen Feedback erwartet (Leng et al., 2010; van Schie et al., 2004; Yu et al., 2006)

Hinsichtlich möglicher Korrelationen der FRN- und oFRN-Amplituden mit Fragebogendaten, wurde eine höhere oFRN-Amplitude bei Personen mit höheren Werten in einer oder mehreren Skalen des Aggressionsfragebogens TAQ (The Aggression Questionnaire; Buss & Perry, 1992) vermutet. Es wurden auch potentielle Zusammenhänge der FRN- und oFRN-Amplituden mit subjektiven Affektangaben beim Spiel gegen den Computergegner und beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler untersucht.

Bezüglich der P300 Komponente wurden signifikante Unterschiede zwischen der P300-Amplitude bei eigenem Feedback und der P300-Amplitude beim Feedback des Gegners erwartet. Da eigenes Feedback von größerer emotionaler und motivationaler Bedeutsamkeit ist und daher mehr Aufmerksamkeit auf sich ziehen sollte (Leng et al., 2010), wurde eine höhere P300-Amplitude bei eigenem Feedback als bei gegnerischem Feedback vermutet.

Bezüglich der Valenz wurde postuliert, dass negatives Feedback aufgrund seiner größeren Salienz besonders in Wettbewerbssituationen – eine größere P300-Amplitude als positives Feedback hervorruft (Ito et al., 1998).

Des Weiteren wurde untersucht, ob eine höhere P300-Amplitude bei gegnerischem Feedback in Zusammenhang mit niedrigeren Empathie-Werten im SPF und erhöhten Aggressivitäts-Werten im TAQ steht. Außerdem wurden Korrelationen der P300-Amplitude mit den Angaben der Versuchspersonen zu Affekt, Interesse und Motivation während der Aufgabe untersucht. Es wurde erwartet, dass größeres selbstbekundetes Interesse und eine größere Motivation mit höheren P300-Amplituden in Zusammenhang stehen (Yeung et al., 2004). Hinsichtlich der Empathie-Werte des SPF wurden keine signifikanten Korrelationen mit der P300-Amplitude erwartet.

Darüber hinaus wurden potentielle Unterschiede zwischen den Fragebogendaten beim Spiel gegen den Computergegner und den Fragebogendaten beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler untersucht. Es wurden auch potentielle

Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern bezüglich der FRN- und P300-Amplituden in den verschiedenen Bedingungen und bezüglich der Angaben in den Fragebögen untersucht. Im Fall signifikanter Geschlechtsunterschiede war eine Kontrolle der Variable *Geschlecht* bei den Korrelationen zwischen den Fragebogendaten und den elektrophysiologischen Daten vorgesehen.

Die Hypothesen lauteten also wie folgt:

H1a: Die FRN weist eine höhere Amplitude als Reaktion auf eigenes negatives Feedback als auf eigenes positives Feedback auf.

H1b: Die FRN-Amplitude ist größer nach negativem Feedback für den Gegenspieler als nach positivem Feedback für den Gegenspieler.

H2: Die Amplitude der FRN ist größer nach eigenem Feedback als nach dem Feedback des Gegenspielers

H3a: Es zeigt sich eine signifikante Korrelation zwischen der FRN-Amplitudenhöhe bei eigenem und gegnerischem Feedback und Skalenwerten des TAQ.

H3b: Es besteht keine signifikante Korrelation zwischen der FRN-Amplitudenhöhe bei gegnerischem Feedback und Skalenwerten des SPF.

H4: Die Amplitude der P300 ist größer bei eigenem Feedback im Vergleich zum Feedback des Gegners.

H5: Nach negativem Feedback zeigt sich eine größere P300-Amplitude als nach positivem Feedback.

H6: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Höhe der P300-Amplitude und subjektiven Angaben zu Interesse und Motivation während des Spiels.

Da die Manipulation der Gewinnwahrscheinlichkeiten nicht wie gewünscht funktionierte und sich aus diesem Grund die Gewinnwahrscheinlichkeiten für das Spiel gegen den Computer und das Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler unterschieden, wurden alle angeführten Hypothesen separat für das Spiel gegen

den Computer und für das Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler durchgeführt. Diese Entscheidung wurde aufgrund der Erkenntnisse, dass die FRN- und P300-Amplitudenhöhen von der Gewinnwahrscheinlichkeit und der daraus resultierenden Erwartungshaltung beeinflusst werden (Holroyd et al., 2007; Liao et al., 2011; Pfabigan, Alexopoulos, Bauer & Sailer, 2011; Nieuwenhuis et al., 2004) getroffen.

2. Methoden

2.1 Versuchsteilnehmer

Die ursprüngliche Stichprobe der Studie bestand aus 60 gesunden Personen, die aus dem erweiterten Bekanntenkreis der Versuchsleiter und über Internetinserate auf www.unijobs.at akquiriert wurden. Das erste Paar wurde für eine Probeableitung herangezogen und nach der Datenerhebung dreier weiterer Versuchspaare wurde die Aufgabe neu programmiert, um diese weniger durchschaubar zu gestalten. Zwei männliche Versuchsteilnehmer erschienen nicht zum vereinbarten Testtermin und eine weibliche Versuchsperson erlitt einen Kreislaufkollaps während der EEG-Hauben-Applikation, weshalb die Erhebung der elektrophysiologischen Daten nicht stattfand. In diesen drei Fällen wurden gleichgeschlechtliche Personen als Gegenspieler eingesetzt, damit die Datenerhebung bei der zweiten anwesenden Person in der geplanten Wettbewerbssituation stattfinden konnte. Da die Ersatzspieler bereits mit der Aufgabe vertraut waren, wurden ihre Daten von der Analyse ausgeschlossen. Des Weiteren gab es unabsichtlich ein gegengeschlechtliches Paar, weswegen die Datenerhebung in der Wettbewerbssituation nicht durchgeführt wurde. Die finale Stichprobe, deren Daten in die statistische Analyse eingingen, bestand aus 46 Personen (24 Männer und 22 Frauen) zwischen 19 und 35 Jahren ($M=25.55$, $SD=4.09$).

Alle Teilnehmer waren rechtshändig (Oldfield, 1971), hatten weder neurologische noch psychische Erkrankungen, nahmen nach eigenen Angaben weder Drogen noch psychoaktive Medikamente und hatten keine Kopfverletzungen. Darüber hinaus war eine weitere Voraussetzung ein Matura- beziehungsweise Abiturabschluss, um eine größtmögliche Homogenität der Stichprobe zu gewährleisten.

Alle Probanden unterschrieben die Einverständniserklärung und erhielten € 30,-. Diese Aufwandsentschädigung wurde durch das Förderstipendium der Universität Wien finanziert. Die Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von

Helsinki (Revision 2000) und den lokalen Richtlinien der Universität Wien durchgeführt.

2.2 Aufgabe und Versuchsablauf

Nach der online Rekrutierung der Versuchsteilnehmer wurde diesen der Link zu einer Online-Fragebogenbatterie bestehend aus NEO-FFI (Eysenck & Eysenck, 1985), BIS/BAS (Carver & White, 1994), SPF (Paulus, 2009) und TAQ (Buss & Perry, 1992) zugeschickt, den sie vor dem Laborbesuch ausfüllten. Die Fragebögen NEO-FFI und BIS/BAS waren Teil einer weiteren Studie und bleiben deswegen im Folgenden unberücksichtigt.

Zur Erhebung der elektrophysiologischen Daten wurden zwei Personen des gleichen Geschlechts paarweise ins EEG-Labor der SCAN-Unit an der Universität Wien eingeladen. Es wurde darauf geachtet, dass sich die Personen zuvor nicht kannten. Im Labor angekommen erhielten die Versuchsteilnehmer die Probandeninformation inklusive Einverständniserklärung. Sie wurden gebeten die deutsche Version des Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971) zur Prüfung der Rechtshändigkeit und den PANAS (Watson, Clark & Tellegen, 1988), der Auskunft über die momentane Befindlichkeit gibt, auszufüllen. Nachfolgend wurde den Probanden die Instruktion ausgehändigt (siehe Anhang E), die über Aufbau und Ablauf des Versuchs informierte.

Nach der EEG-Hauben-Applikation, die in zwei getrennten Räumen stattfand, wurden die beiden Versuchsteilnehmer in einen schallisolierten Versuchsraum geführt. Auf einem Tisch befanden sich zwei 19-Zoll-Röhren-Monitore. Die Probanden saßen einander genau gegenüber. Der Abstand zu ihren Monitoren betrug circa 70 cm und vor ihnen auf dem Tisch liegend befand sich je ein schwarzes flexibles Keyboard. Die Aufgabe wurde mit dem Programm Cogent (Cogent 2000v1.29) programmiert und präsentiert.

Bei dem Paradigma, das den Versuchsteilnehmern vorgegeben wurde, handelte es sich um eine einfache Reaktionsaufgabe. Der genaue zeitliche Ablauf der Stimulus- und Feedbackpräsentationen ist in Abbildung 1 dargestellt.

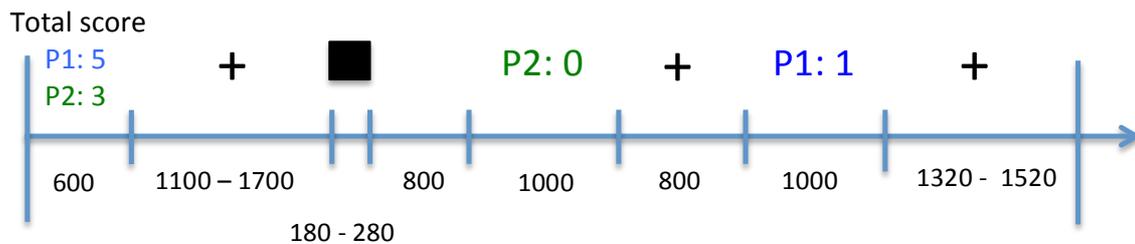


Abbildung 1: Zeitlicher Ablauf der Aufgabe mit Dauer der Reiz- und Feedbackpräsentationen in Millisekunden (ms).

Zu Beginn jedes Durchgangs erschien der pro Block aufsummierte Gesamtpunktstand beider Spieler für 600 ms. Danach war auf dem Bildschirm ein schwarzes Fixationskreuz für ein variables Zeitintervall, das entweder 1100 ms, 1300 ms, 1500 ms oder 1700 ms betrug, zu sehen. Dieses diente dazu, den Blick der Probanden auf die Mitte des Bildschirms zu lenken. Bei Erscheinen des Zielreizes - ein ungefähr 1 cm² großes, schwarzes ausgefülltes Quadrat, das entweder 100 ms, 180 ms, 230 ms oder 280 ms in der Bildschirmmitte präsentiert wurde – sollten die Probanden so schnell als möglich die Pfeiltaste auf dem flexiblen Keyboard drücken. Spieler 1 sollte immer die linke Pfeiltaste, Spieler 2 immer die rechte Pfeiltaste betätigen. Nach 800 ms erhielt zunächst einer der beiden Spieler für 1000 ms Feedback, ob er in diesem Durchgang erfolgreich war oder nicht. Je nachdem erschien auf dem Bildschirm „P1/P2: 0“ beziehungsweise „P1/P2: 1“. 800 ms später erhielt der zweite Spieler Feedback in derselben Form. Nach einem weiteren variablen Zeitintervall, das zwischen 1320 ms und 1520 ms betrug, begann der nächste Durchgang erneut mit der Präsentation des aktuellen Gesamtpunktstands beider Spieler.

Nach jedem Block, der jeweils 50 Durchgänge enthielt, wurde die Reihenfolge des Feedbacks getauscht. Wenn im ersten Block Spieler 1 als erstes Feedback erhalten hatte, erschien im zweiten Block das Feedback für Spieler 2 zuerst und umgekehrt.

Nach zwanzig Probedurchgängen pro Versuchsperson, die dazu dienten, diese mit der Aufgabe vertraut zu machen, fanden in Summe für beide Spieler 400 Durchgänge zu 8 Blöcken statt. Zu Beginn spielte jeder Spieler alleine jeweils 100 Durchgänge gegen einen Computergegner. Währenddessen wurde der Monitor des zweiten anwesenden Spielers ausgeschaltet und er wurde gebeten, die Fragebögen Beck Depression Inventory II (BDI-II; Beck, Steer & Brown, 1996) und das State-Trait-Angstinventar (STAI; Laux, Glanzmann, Schaffner & Spielberger, 1981) auszufüllen. Bei Paaren mit einer geradzahigen Nummerierung startete Spieler 1, bei Paaren deren Nummer ungeradzahlig war, startete Spieler 2. Wer Spieler 1 und wer Spieler 2 war, wurde bei Ankunft im Labor durch einen Münzwurf entschieden. Nach den beiden Einzeldurchgängen wurde den Spielern eine Grafik gezeigt, in der mittels einem blau- und einem grünfärbigen Balken (die Feedbackfarbe für Spieler 1 beziehungsweise Spieler 2) die Anzahl der Siege gegen den Computer für beide Spieler dargestellt waren. Diese Graphik war von der Versuchsleitung manipuliert. Der blaue Balken für Spieler 1 war immer um $\frac{2}{3}$ größer als der grünfarbige Balken für Spieler 2. Diese Grafik diente dazu, die Ergebnisse der folgenden Durchgänge, bei denen Spieler 1 Spieler 2 immer überlegen war, glaubwürdiger zu gestalten.

Die anschließenden 200 Durchgänge spielten die Spieler zur gleichen Zeit gegen den Computer, wobei sie anstatt des Feedbacks des Computergegners das Feedback des menschlichen Gegenspielers sahen. Dadurch, dass beide Spieler gegen den Computer spielten, war es möglich, dass entweder beide Spieler gewannen, nur einer von beiden gewann oder beide Spieler in einem Durchgang keinen Punkt gewannen und somit leer ausgingen. Die Wettbewerbssituation wurde induziert, indem den Spielern vor dem Spiel gesagt wurde, dass sie gegeneinander spielen würden. Es ginge um einen im Vorhinein festgesetzten Geldbetrag, der

entsprechend der relativen Punkteanzahl zwischen den beiden Spielern aufgeteilt würde. Je mehr Punkte ein Spieler gesammelt habe, desto weniger Geld sei für den zweiten Spieler übrig und umgekehrt. Es wäre deshalb wichtig, den eigenen Punktestand im Vergleich zum zweiten anwesenden Spieler zu maximieren. Des Weiteren sahen beide Spieler sowohl ihr eigenes Feedback, das Feedback des Gegenspielers sowie den Gesamtpunktestand beider Spieler am Ende jedes Durchgangs. Dadurch war permanent ein direkter Vergleich der Punkte möglich.

Nach jedem Block wurden den Versuchspersonen vier Fragen bezüglich ihres Glücksgefühls, ihrer Zufriedenheit, ihrer Zuversicht beim nächsten Durchgang zu gewinnen und ihrer Motivation ausgehändigt, die auf einer 7-stufigen Skala zu beantworten waren. Nach dem Spiel gegen den Computergegner sowie nach dem Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler wurden die Versuchsteilnehmer gebeten, weitere Fragen bezüglich der von ihnen erlebten Gefühle bei eigenen und gegnerischen Gewinnen und Verlusten, ihrem Interesse, ihrer Aufmerksamkeit und Motivation während des Spiels sowie der gefühlten Nähe und Sympathie zum Gegenspieler auf einer 7-stufigen Skala einzustufen.

Der gesamte Versuch wurde von Seiten der Versuchsleitung manipuliert und die beiden Spieler hatten im Vorhinein festgelegte unterschiedliche Gewinnwahrscheinlichkeiten. Spieler 1 sollte mit einer Wahrscheinlichkeit von 60 Prozent gewinnen, während Spieler 2 eine Gewinnwahrscheinlichkeit von 40 Prozent haben sollte. Lediglich wenn ein Spieler innerhalb von 400 ms nach Stimuluspräsentation seine Pfeiltaste nicht betätigte, erschien in rot geschriebenen Buchstaben „zu spät“ auf dem Bildschirm und er erhielt keinen Punkt, auch wenn in diesem Durchgang ursprünglich ein Punktegewinn für ihn vorgesehen war. Dies war notwendig, damit die Spieler die Manipulation durch die Versuchsleitung nicht durchschauten. Damit die beiden Spieler, die im selben Raum saßen, den Tastendruck des Gegenübers nicht hören sollten, wurden zum einen flexible Keyboards verwendet, die kaum Geräusche bei einem Tastendruck machten, der Ventilator der EEG-Kabine wurde auf Stufe 3 gestellt und die Versuchspersonen

wurden gebeten, bei den gemeinsamen Durchgängen Oropax zu verwenden, um sich gegenseitig nicht zu irritieren.

Die Bearbeitung der Aufgaben nahm in etwa 55 Minuten in Anspruch.

Tatsächlich funktionierte die Manipulation der Gewinnwahrscheinlichkeiten nicht wie geplant, da beim gemeinsamen Spiel Spieler 2 in weniger als 40 Prozent der Durchgänge positives Feedback erhielt. Aus diesem Grund wurden die elektrophysiologischen Reaktionen der Spieler beim Spiel gegen den Computer nicht direkt mit den elektrophysiologischen Reaktionen beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler verglichen. Stattdessen wurden für beide Bedingungen separate Analysen gerechnet.

2.3 EEG-Ableitung

Die EEG-Aufzeichnung erfolgte mittels 59 Silber/Silberchlorid (Ag/AgCl)-Ringelektroden, die äquidistant in einer elastischen Elektrodenhaube (EASYCAP GmbH; Modell M10, Herrsching, Deutschland) implementiert waren. Zusätzlich wurden 5 externe Elektroden an Kopf und Gesicht angebracht. Die Erdungselektrode wurde in der Mitte der Stirn genau zwischen den Augenbrauen platziert. Zur Berechnung des Elektrookulogramms (EOGs), welches die spätere Artefaktkodierung erleichtern sollte, wurden je zwei Elektroden neben dem linken und dem rechten Augenrand in einer horizontalen Linie auf der Höhe der Pupille sowie ungefähr 1 cm über und unter dem linken Auge angebracht. An den einzelnen Elektrodenstellen wurden die Haare mit einem abgeschnittenen Wattestäbchen beiseite geschoben, die freigelegten Stellen mit Alkohol desinfiziert und die Kopfhaut mit einer sterilen Nadel leicht angekratzt, um die Herstellung eines möglichst geringen Übergangswiderstands zu gewährleisten (Picton & Hillyard, 1972). Anschließend wurde evakuiertes Elektrodengel (Electro-Gel, Electrode-Cap International, Inc., Eaton, OH) in die Elektroden eingefüllt und der Übergangswiderstand mit einem Impedanzmessgerät (Ing. Kurt Zickler, GmbH,

model: 32-Kanal-Elektroden-Impedanzmessgerät, Pfaffstätten, Österreich) überprüft. Es wurde darauf geachtet wurde, dass alle Übergangswiderstände unter 2 k Ω betragen. Als Referenz für die Online-Aufzeichnung diente die rechte Mastoid-Elektrode. Die Aufzeichnung erfolgte mittels eines 64-EEG-Kanal-Verstärkers (neuroConn GmbH; Ilmenau, Deutschland). Die Daten wurden in einem Frequenzbereich von DC – 500 Hz aufgezeichnet und die Digitalisierungsrate betrug 1000 Hz.

2.4 EEG-Datenanalyse

Die aufgezeichneten EEG-Daten wurden zur Offline-Bearbeitung in das im Programm Matlab 7.5.0 (The MathWorks, Inc., Natick, MA) implementierte Programm EEGLAB 6.0.3b (Delorme & Makeig, 2004) eingelesen. Nach dem Down-Sampling der Daten von 1000 Hz auf 250 Hz und der Filterung der Daten mittels eines 0.1 Hz Hoch-Pass-Filters und eines 30 Hz Tief-Pass-Filters wurden die Daten zum Mittelwert der beiden mastoiden Elektroden re-referenziert. Anschließend erfolgte ein kurzer, grober Durchblick der EEG-Daten in den einzelnen Durchgängen. Wenn auffällige Artefakte (Körperbewegungen und alpha-Rhythmus) in einzelnen Durchgängen entdeckt wurden, wurden diese entfernt. Dies war fast immer bei den ersten beiden Durchgängen, manchmal auch beim letzten Durchgang der Fall. Bei zwei Datensätzen wurde aufgrund einer defekten Elektrode der betreffende Kanal interpoliert. Danach wurde eine ICA (independent component analysis; Bell & Sejnowski, 1995) durchgeführt, um die EEG-Daten von Augenartefakten, die durch horizontale und vertikale Augenbewegungen verursacht wurden, zu bereinigen. Pro Versuchsperson wurden zwischen einer und vier ICA-Komponenten entfernt. Danach erfolgte das Einlesen der Trigger für positives und negatives Feedback anhand der aufgezeichneten Log-Files. Anschließend wurden die Daten für das Zeitintervall von 200 ms vor der Feedbackpräsentation bis 1000

ms nach der Feedbackpräsentation epochiert. Als Baseline dienten die 200 ms vor der Feedbackpräsentation.

Anhand der eingelesenen Trigger wurden die Daten in je vier verschiedene Bedingungen für das Spiel gegen den Computer und das Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler unterteilt:

1. negatives Feedback – selbst
2. positives Feedback – selbst
3. negatives Feedback – Gegner
4. positives Feedback – Gegner

Anschließend erfolgte eine semi-automatische Artefaktkorrektur mithilfe der beiden Funktionen „find abnormal values“ und „find abnormal trends“, implementiert in EEGLAB, wobei alle Durchgänge mit einer Amplitudenspannung $\pm 75 \mu\text{V}$ oder Drifts ab einer Steigung von $50 \mu\text{V}$ markiert und bei Bedarf entfernt wurden. Danach wurden die Grand-Averages pro Bedingung berechnet.

2.5 EKP-Datenanalyse

Die Bestimmung der Amplitudenminima bzw. -maxima der FRN und der P300 Komponenten für die Grand-Averages pro Bedingung erfolgte mit dem Programm BRL peak finder 0.1b in EEGLAB. Für die FRN Komponente wurde die höchste Negativierung im Zeitintervall von 150 ms bis 350 ms nach Feedbackpräsentation an den Elektroden Fz und FCz markiert. Für die Berechnung der FRN-Amplitude mittels peak-to-peak-to-peak Methode (Yeung & Sanfey, 2004) wurden an den Elektroden Fz und FCz die höchsten positiven Amplitudenausschläge im Zeitintervall zwischen 120 ms und 200 ms (die P200) und im Zeitintervall zwischen 250 ms bis 500 ms (die P300) markiert und ins SPSS-Datenfile importiert. Die Berechnung der FRN-Amplitude erfolgte anschließend anhand der Formel:

$$\text{FRN-Amplitude} = (\text{P200} + \text{P300}) / 2 - \text{FRN}$$

Diese wurde herangezogen, da so die Variationen der vorfolgenden und nachfolgenden Amplitudenmaxima, von denen der base-to-peak Wert der FRN beeinflusst wird (Picton et al., 2000), berücksichtigt werden (Yeung et al., 2004).

Für die P300 Komponente wurden sowohl die größte Positivierung an der Elektrode Pz im Zeitbereich zwischen 200 und 500 ms nach Feedbackpräsentation (P300) sowie der größte vorangehende negative Amplitudenausschlag im Zeitbereich zwischen 150 ms und 250 ms (N2) nach Feedbackpräsentation bestimmt. Die Berechnung des Wertes der P300-Amplitude, der für die statistische Analyse herangezogen wurde, erfolgte anhand der peak-to-peak Methode:

$$\text{P300-Amplitude} = \text{P300} - \text{N2}$$

Wenn mittels der explorativen Datenanalyse der FRN- und P300-Amplitudenwerte Ausreißer ≥ 2 SD identifiziert wurden, wurden diese durch den Mittelwert der entsprechenden Variable ersetzt, um Verzerrungen aufgrund weniger, großer Ausreißer zu verhindern.

2.5 Fragebogendaten

2.5.1 *The Aggression Questionnaire (TAQ; Buss & Perry, 1992)*

Der Aggressionsfragebogen (AF-BP) von Buss und Perry (1992) wurde den Versuchsteilnehmern in der deutschen Übersetzung von Amelang und Bartussek (1997) vorgegeben. Er besteht aus vier Subskalen – körperliche Aggression, verbale Aggression, Feindseligkeit und Ärger - die vier verschiedene Aspekte der Aggressivität erfassen. Die Skalen körperliche Aggression und verbale Aggression erfassen Aggressivität auf der Verhaltensebene und bestehen aus acht beziehungsweise fünf Items. Feindseligkeit (acht Items) erfasst den kognitiven, Ärger (sechs Items) den emotionalen Aspekt der Aggressivität. Alle Items waren auf einer 5-stufigen Skala (von 1 *stimme gar nicht zu* bis 5 *stimme voll zu*) zu

beantworten. Zwei Items der ursprünglichen Version von Buss et al. (1992) wurden aufgrund der marginalen Faktorladung in der deutschen Validierungsstudie von Herzberg (2003) nicht in den Fragebogen inkludiert. Die deutsche Version des TAQ wurde den Probanden vorgegeben, da das Ausmaß an Aggressivität möglicherweise Einfluss auf Rivalität und Konkurrenzdenken in Wettbewerbsbedingungen hat.

2.5.2 Saarbrückener Persönlichkeitsfragebogen (SPF; Paulus, 2009)

Der SPF – die deutsche Version des Interpersonal Reactivity Index (IRI; Davis, 1983) – erfasst vier verschiedene Dimensionen der Empathie: Perspektivenübernahme, empathische Sorge, Fantasie und Gefühlsansteckung.

Perspektivenübernahme, die Tendenz, sich spontan in die Lage anderer zu versetzen und sich ihre Sichtweise zu vergegenwärtigen, erfasst den kognitiven Aspekt der Empathie. Empathische Sorge, die Tendenz Gefühle von Sympathie und Mitgefühl für unglückliche Andere zu empfinden, erfasst den emotionalen Aspekt der Empathie. Die Skala Fantasie meint die Tendenz, sich in die Lage fiktiver Personen aus Romanen oder Filmen zu versetzen und mit diesen mitzufühlen und die Skala Gefühlsansteckung bezieht sich auf die undifferenzierte, automatische Übernahme der Gefühle anderer, was bei starken negativen Gefühlen zu einer Art Mitleid im wahrsten Sinne des Wortes führt. Alle Skalen bestehen aus je vier Items und wurden in einem 5-stufigen Antwortformat (von *stimme gar nicht zu* bis *stimme voll zu*) vorgegeben. Der SPF wurde den Probanden vorgegeben, um mögliche Korrelationen zwischen der elektrophysiologischen Reaktion auf gegnerisches Feedback in Wettbewerbssituationen mit Aspekten der Empathie zu untersuchen.

2.5.3 Fragen zum subjektiven Eindruck und zum aktuellen Befinden

Zusätzlich zu den vorab online auszufüllenden Fragebögen wurden den Versuchsteilnehmern nach jedem Block vier Fragen ausgehändigt. Die Fragen wurden in Anlehnung an Rigoni et al. (2010) formuliert, um fortlaufend Freude, Zufriedenheit, Antizipation und Motivation der Probanden während des Experiments zu erfassen. Die Fragen, welche auf einer 7-stufigen Skala (von *gar nicht...* bis *sehr...*) zu beantworten waren, lauteten: Wie glücklich fühlen Sie sich? Wie zufrieden sind Sie? Wie wahrscheinlich werden Sie im nächsten Durchgang gewinnen? Wie gerne möchten Sie weiterspielen?

Nach den beiden Blöcken gegen den Computergegner beziehungsweise nach den vier Blöcken gegen den menschlichen Gegner erhielten die Probanden zusätzlich weiteren Fragen (siehe Anhang F), die in Anlehnung an Fukushima et al. (2006) und Koban et al. (2010) formuliert wurden. Die Versuchsteilnehmer wurden unter anderem gebeten, die von ihnen erlebte Freude beim eigenen Gewinn und dem Gewinn des Gegners, ihr Gefühl der Traurigkeit und des Ärgers nach dem eigenem und gegnerischem Verlust, ihr Interesse, ihre Aufmerksamkeit und Motivation während des Spiels sowie die gefühlte Nähe und Sympathie zum Gegenspieler auf einer 7-stufigen Skala einzustufen (von *sehr...* bis *gar nicht...*). Diese Fragen sollten Aufschluss über potentielle Unterschiede zwischen dem Spiel gegen den Computer und dem Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler geben.

2.6 Statistische Analyse

Die statistische Analyse wurde mit dem Programm SPSS (IBM SPSS Statistics 20) durchgeführt.

Zur Prüfung der Hypothesen 1 und 2 wurden zwei 2 x 2 x 2 x 2 Varianzanalysen mit Messwiederholung mit den Innersubjektfaktoren **Elektrodenposition** (Fz/FCz), **Feedbackempfänger** (selbst/Gegner) und **Valenz** (positiv/negativ) und dem Zwischensubjektfaktor **Geschlecht** (männlich/weiblich) separat für das Spiel gegen

den Computer und für das Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler berechnet. Die abhängige Variable war die mittels der peak-peak-to-peak Methode berechnete Amplitude der FRN. Für die Latenz der FRN-Amplitudenmaxima als abhängige Variable wurden ebenfalls zwei 2 x 2 x 2 x 2 Varianzanalysen mit Messwiederholung mit denselben Innersubjektfaktoren und demselben Zwischensubjektfaktor **Geschlecht** separat für das Spiel gegen den Computergegner und das Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler durchgeführt. Im Fall signifikanter Interaktionseffekte wurden Tukey pos-hoc Tests durchgeführt, um signifikante Unterschiede zwischen den betreffenden Bedingungen zu ermitteln.

Um die Hypothesen 4 und 5 zu überprüfen wurden zwei 2 x 2 x 2 Varianzanalysen mit Messwiederholung mit den Innersubjektfaktoren **Feedbackempfänger** (selbst/Gegner) und **Valenz** (positiv/negativ) und dem Zwischensubjektfaktor **Geschlecht** (männlich/weiblich) separat für das Spiel gegen den Computergegner und für das Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler berechnet. Die abhängige Variable war die mittels der peak-to-peak Methode berechnete Amplitude der P300. Für die Latenz der P300-Amplitudenmaxima als abhängige Variable wurde für beide Bedingungen eine Varianzanalyse mit Messwiederholung mit denselben Innersubjektfaktoren und demselben Zwischensubjektfaktor **Geschlecht** durchgeführt. Signifikante Interaktionseffekte wurden ebenfalls mittels Tukey post-hoc Tests untersucht.

Zur Prüfung der Hypothesen 3 und 6 wurden einzelne Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson durchgeführt. Aufgrund der Vielzahl an Korrelationen erfolgte eine Fokussierung auf Korrelationen, die ein Signifikanzniveau von $p=.025$ unterschritten. Dieses adaptierte Signifikanzniveau wurde entsprechend gewählt um das Auftreten falsch-positiver Ergebnisse zu minimieren verglichen mit dem gängigen Signifikanzniveau von 0.05.

Unterschiede zwischen den Fragebogendaten beim Spiel gegen den Computergegner und den Fragebogendaten beim Spiel gegen den menschlichen

Gegenspieler wurden mittels t-Tests für abhängige Stichproben untersucht. t-Tests für unabhängige Stichproben wurden für die Untersuchung potentieller Geschlechtsunterschiede bezüglich der Fragebogendaten durchgeführt. Die Korrelationen zwischen den Persönlichkeitsvariablen und Zustandsvariablen wurden ebenfalls mittels Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson untersucht (Anhang E).

Abgesehen von den Korrelationsanalysen wurde ein Signifikanzniveau von $p < .050$ festgelegt. Für die Varianzanalysen mit Messwiederholung wurden für die signifikanten Ergebnisse die Effektgrößen mit dem partiellen Eta-Quadrat (η^2) angegeben, wobei 0.05 einen kleinen, 0.1 einen mittleren und 0.2 einen großen Effekt anzeigen (Cohen, 1973).

3. Ergebnisse

3.1 Fragebogendaten

3.1.1 Unterschiede zwischen dem Spiel gegen den Computer und dem Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler

Bei den mittels Fragebögen unmittelbar nach den beiden Blöcken erhobenen Variablen Interesse am Spiel, Aufmerksamkeit für eigenes/gegnerisches Feedback, Freude bei eigenem Gewinn/ Verlust des Gegenspielers/ Gewinn des Gegenspielers, Traurigkeit bei eigenem Verlust/ Gewinn des Gegenspielers/ Verlust des Gegenspielers, Ärger bei eigenem Verlust/ Gewinn des Gegenspielers, Wichtigkeit des eigenen Gewinns/ Verlustes des Gegenspielers, Motivation während dem Spiel, gefühlte Nähe zum Gegenspieler, Sympathie des Gegenspielers, gefühlte Rivalität, Hauptziel zu gewinnen und Konzentration während des Spiels, zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen dem Spiel gegen den Computer und dem Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler hinsichtlich der Variablen Nähe ($t(44) = -4.320$; $p < .001$) und Sympathie ($t(44) = -5.432$; $p < .001$). Des Weiteren gaben die Versuchsteilnehmer an, mehr Freude beim Verlust des menschlichen Gegenspielers als beim Verlust des Computergegners empfunden zu haben ($t(44) = 1.086$; $p = .007$). Es wurde jedoch mehr Traurigkeit bei eigenem Verlust im Spiel gegen den Computer als beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler empfunden ($t(44) = 2.429$; $p = .019$). In allen anderen Variablen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Angaben beim Spiel gegen den Computer und den Angaben beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler (alle p -Werte $> .114$). Die Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Zustandsvariablen beim Spiel gegen den Computergegner und beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler sind in Tabelle 1 zu finden.

	<i>Computer</i>		<i>Mensch</i>	
	M	SD	M	SD
Interessantheitsgrad des Spiels	3.09	1.72	2.93	1.91
Aufmerksamkeit für eigenes FB	4.17	1.55	4.50	1.59
Aufmerksamkeit für gegn. FB	4.00	1.65	4.15	1.58
Freude bei eigenem Gewinn	4.31	1.41	4.07	1.82
Trauer bei eigenem Verlust*	2.65	1.65	2.07	1.54
Ärger bei eigenem Verlust	3.43	1.86	3.29	1.79
Ärger bei gegnerischem Gewinn	3.00	1.74	2.71	1.79
Freude bei gegnerischem Verlust*	3.40	1.63	2.65	1.52
Trauer bei gegnerischem Gewinn	2.11	1.58	1.85	1.22
Freude bei gegnerischem Gewinn	0.83	1.10	0.98	1.22
Trauer bei gegnerischem Verlust	0.63	1.12	0.61	0.95
Wichtigkeit zu gewinnen	4.09	1.47	3.96	1.62
Wichtigkeit des gegn. Verlustes	2.97	1.81	2.81	1.84
Motivation während des Spiels	4.28	1.50	3.95	1.48
Sympathie des Gegners**	1.90	1.48	3.33	1.07
Gefühlte Nähe zum Gegner**	0.82	1.21	2.26	1.59
Gefühlte Rivalität	2.59	1.90	2.21	1.79
Hauptziel zu gewinnen	4.46	1.76	4.14	1.75
Konzentration während des Spiels	4.54	1.21	4.33	1.32

Tabelle 1: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der Zustandsvariablen der Fragebögen beim Spiel gegen den Computergegner (links) und beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler (rechts); Die Unterschiede zwischen den Angaben beim Spiel gegen den Computer und dem Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler, die ein Signifikanzniveau $p < .05$ erreichten, sind mit * gekennzeichnet; jene, welche ein Signifikanzniveau $p < .01$ aufwiesen mit **

3.1.2 Geschlechtsunterschiede bei SPF und TAQ

Bezüglich der Variable *Geschlecht* zeigten sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Variablen *Perspektivenübernahme* ($t(43)=0.603$; $p=.550$), *empathische Sorge* ($t(43)= -1.623$; $p=.112$) und *Gefühlsansteckung* ($t(43)= -1.344$; $p=.186$) des SPF sowie hinsichtlich der Variablen *verbale Aggression* ($t(43)=1.969$; $P=.055$), *Ärger* ($t(43)= -.843$; $p=.405$) und *Feindseligkeit* ($t(43)=0.701$; $p=.487$) des TAQ. Die weibliche Versuchsteilnehmer bekundeten jedoch eine stärkere Tendenz als die männlichen Versuchsteilnehmer, mit fiktiven Charakteren mitzufühlen (*Fantasie*: $t(43)= -2.226$; $p=.039$). Die männlichen Versuchspersonen gaben hingegen an, körperlich aggressiver zu sein ($t(43)=2.627$; $p=.012$).

	M		SD	
	♀	♂	♀	♂
Perspektivenübernahme (SPF)	3.84	3.94	0.71	0.57
Gefühlsansteckung (SPF)	2.76	2.45	0.98	0.68
Fantasie (SPF)*	3.94	3.47	0.69	0.85
Empathische Sorge (SPF)	4.10	3.79	0.61	0.61
Verbale Aggression (TAQ)	2.49	2.78	0.47	0.51
Körperliche Aggression (TAQ)*	1.34	1.68	0.39	0.52
Feindseligkeit (TAQ)	2.18	2.32	0.58	0.72
Ärger (TAQ)	2.50	2.28	0.71	0.78

Tabelle 2: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der Eigenschaftsvariablen des SPF und des TAQ separat für die weiblichen Versuchsteilnehmer (♀) und die männlichen Versuchsteilnehmer (♂). Signifikante Geschlechtsunterschiede ($p<.05$) sind mit einem * gekennzeichnet

3.2 FRN-Amplitude

Bei visueller Inspektion der Grand Averages an der **Elektrodenposition** Fz beim Spiel gegen den Computergegner (Abbildung 2) erkennt man die größte FRN-Amplitude als Reaktion auf eigenes negatives Feedback. Die kleinste FRN-Amplitude zeigt sich als Reaktion auf positives Feedback des Computergegners. Beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler zeigt sich im Vergleich zum Spiel gegen den Computergegner eine größere FRN-Amplitude auch als Reaktion auf negatives Feedback des Gegenspielers.

Die Berechnung der 2 x 2 x 2 x 2 Varianzanalyse mit Messwiederholung ergab drei signifikante Haupteffekte beim Spiel gegen den Computergegner. Die Amplitude der FRN war größer nach eigenem Feedback als nach dem Feedback des Computergegners ($F(1,44)= 16.63$, $p<.001$, $\eta^2=0.262$) und größer an der Elektrodenposition Fz als an der Elektrodenposition FCz ($F(1,44)= 60.14$, $p<.001$, $\eta^2=0.567$). Des Weiteren war die Amplitude der FRN größer bei negativem im Vergleich zu positivem Feedback ($F(1,44)= 43.67$, $p<.001$, $\eta^2=0.487$). Eine genauere Betrachtung des signifikanten Interaktionseffektes **Feedbackempfänger*Valenz** ($F(1,44)= 44.52$, $p<.001$, $\eta^2=0.49$) zeigte post hoc eine signifikant höhere FRN-Amplitude in der Bedingung *negatives Feedback – selbst* als in den Bedingungen *positives Feedback – selbst* ($p<.001$), *negatives Feedback – Gegner* ($p<.001$) und *positives Feedback – Gegner* ($p<.001$). Die Amplitudenhöhe der FRN unterschied sich zwischen den Bedingungen *positives Feedback – selbst*, *negatives Feedback – Gegner* und *positives Feedback – Gegner* nicht signifikant. Der Unterschied zwischen positivem und negativem Feedback war also nur bei eigenem Feedback signifikant, während sich die FRN-Amplitude als Reaktion auf negatives Feedback des Computergegners nicht signifikant von der FRN-Amplitude als Reaktion auf positives Feedback des Computergegners unterschied ($p=.059$). Des Weiteren war der Interaktionseffekt **Elektrodenposition*Feedbackempfänger** ($F(1,44)= 17.33$, $p<.001$, $\eta^2 =0.274$) aufgrund der verhältnismäßig großen FRN-Amplitude nach eigenem Feedback an

der Elektroden-position Fz signifikant. Hinsichtlich der Variable **Geschlecht** gab es weder einen signifikanten Haupteffekt noch signifikante Interaktionseffekte (alle p-Werte $>.099$).

Beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler wurden der Haupteffekt **Elektrodenposition** ($F(1,44)= 12.04$, $p=.001$, $\eta^2 =0.207$) und der Haupteffekt **Valenz** ($F(1,44)= 91.01$, $p<.001$; $\eta^2 =0.664$) signifikant, nicht aber der Haupteffekt **Feedbackempfänger** ($F(1,44)= 1.35$, $p=.251$; $\eta^2 =0.029$). Die Amplitude der FRN war größer an der Elektrodenposition Fz als an der Elektrodenposition FCz und größer bei negativem im Vergleich zu positivem Feedback. Des Weiteren unterschritten die Interaktionseffekte **Elektrodenposition*Valenz** ($F(1,44)= 18.88$, $p<.001$, $\eta^2 =.0291$) und **Elektrodenposition*Feedbackempfänger** ($F(1,44)= 34.94$, $p<.001$; $\eta^2 =0.431$) das festgelegte Signifikanzniveau. Diese kamen dadurch zustande, da es signifikante Unterschiede zwischen den FRN-Amplitudenhöhen an den Elektrodenpositionen Fz und FCz nur bei negativem ($p<.001$), nicht aber bei positivem Feedback ($p=.997$) und nur bei gegnerischem ($p<.001$), nicht aber bei eigenem Feedback ($p=.736$) gab. Die FRN-Amplitude war sowohl bei negativem Feedback als auch beim Feedback des Computergegners größer an der Elektrodenposition Fz als an der Elektrodenposition FCz. Der Interaktionseffekt **Feedbackempfänger*Valenz** war knapp nicht signifikant ($F(2,46)= 4.01$, $p=.061$; $\eta^2 =0.080$). Hinsichtlich der Variable *Geschlecht* gab es weder einen signifikanten Haupteffekt noch signifikante Interaktionseffekte (alle p-Werte $>.397$).

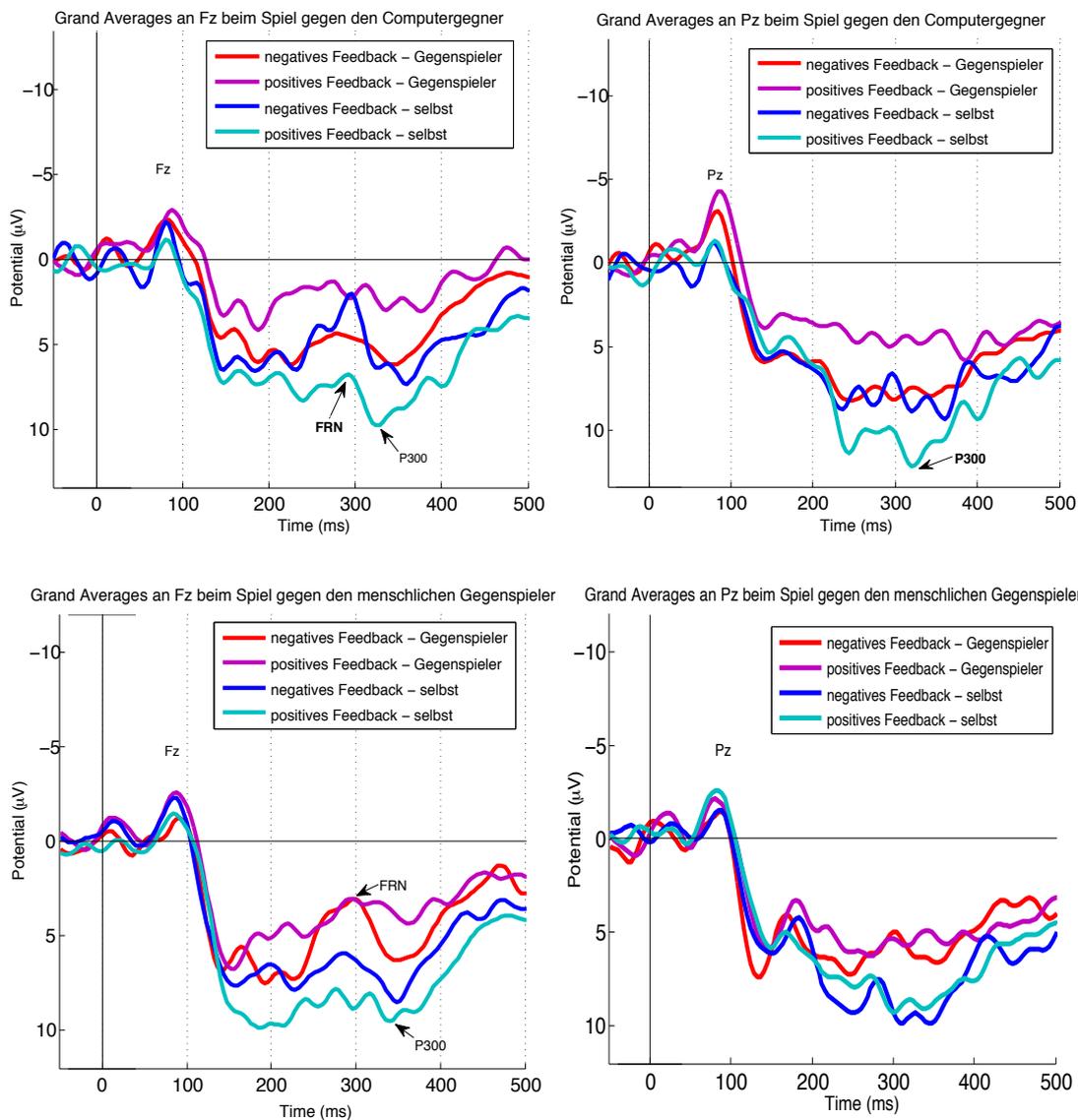


Abbildung 2: Zu sehen sind die Grand Averages beim Spiel gegen den Computergegner (links) und beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler (rechts) an den Elektrodenpositionen Fz (oben) und Pz (unten). Die Feedbackpräsentation erfolgte bei 0 ms.

	FRN_PC	FRN_Mensch	P300_PC	P300_Mensch
Neg_selbst: M	5.67	3.55	4.01	6.21
SE	0.12	0.11	0.25	0.22
Pos_selbst: M	4.00	2.68	3.93	4.16
SE	0.13	0.16	0.21	0.26
Neg_Gegner: M	4.25	3.95	4.09	4.51
SE	0.13	0.08	0.19	0.12
Pos_Gegner: M	3.49	2.63	3.10	3.66
SE	0.14	0.18	0.21	0.31

	Latenz FRN_PC	Latenz FRN_Mensch	Latenz P300_PC	Latenz P300_Mensch
Self_neg: M	298.05	269.15	353.52	281.51
SE	0.86	3.92	2.05	5.86
Self_pos: M	276.50	265.58	331.88	297.36
SE	3.35	3.17	2.11	4.80
Other_neg: M	269.37	225.60	303.72	305.36
SE	2.62	4.66	7.68	8.81
Other_pos: M	276.35	227.82	332.54	297.75
SE	3.66	2.31	7.33	5.78

Tabelle 3: Mittelwerte (M) und Standardfehler des Mittelwertes (SE) der FRN- und P300-Amplituden in den verschiedenen Bedingungen (oben) und der Latenzen der FRN- und P300-Amplituden an den Elektrodenpositionen Fz beziehungsweise Pz in den verschiedenen Bedingungen (unten).

3.3 P300-Amplitude

Bei visueller Inspektion der Grand-Averages an der Elektrodenposition Pz beim Spiel gegen den Computergegner und beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler (Abbildung 2) fallen die Unterschiede bezüglich der Latenz der P300 Komponente zwischen den vier Bedingungen auf. Aufgrund der großen Varianz der P300-Latenzen innerhalb der Bedingungen (siehe Tabelle 3) ist die Aussagekraft auf Basis der Grand Averages jedoch stark eingeschränkt.

Bei der 2 x 2 x 2 Varianzanalyse mit Messwiederholung beim Spiel gegen den Computergegner wurden die Haupteffekte **Valenz** ($F(1,44)= 6.35$, $p=.015$, $\eta^2 =0.121$) und **Feedbackempfänger** ($F(1,44)= 5.08$, $p=.029$, $\eta^2 =0.099$) signifikant. Die Amplitude der P300 war größer nach negativem Feedback als nach positivem Feedback und größer nach eigenem Feedback im Vergleich zum Feedback des Computergegners. Weder der Haupteffekt Geschlecht noch irgendein Interaktionseffekt wurden signifikant (alle p-Werte $>.212$).

Bei der 2 x 2 x 2 Varianzanalyse mit Messwiederholung beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler wurden die Haupteffekte **Valenz** ($F(1,44)= 58.65$, $p<.001$, $\eta^2 =0.571$) und **Feedbackempfänger** ($F(1,44)= 33.41$, $p<.001$, $\eta^2 =0.432$) signifikant. Die Amplitude der P300 war größer nach negativem als nach positivem Feedback und größer nach eigenem Feedback im Vergleich zum Feedback des menschlichen Gegenspielers. Des Weiteren unterschritt der Interaktionseffekt **Valenz*Feedbackempfänger** ($F(1,44)= 5.80$, $p=.020$, $\eta^2 =0.116$) das festgelegte Signifikanzniveau. Der Unterschied zwischen der P300-Amplitudenhöhe bei eigenem Feedback und der P300-Amplitudenhöhe beim Feedback des menschlichen Gegenspielers war nur bei negativem Feedback ($p<.001$), nicht aber bei positivem Feedback ($p=.401$) signifikant. Hinsichtlich der Variable **Geschlecht** gab es weder einen signifikanten Haupteffekt noch signifikante Interaktionseffekte (alle p-Werte $>.364$). Die Ergebnisse für die Latenz der FRN und die Latenz der P300 sind in Anhang C beziehungsweise Anhang D zu finden.

3.4 Korrelationen zwischen elektrophysiologischen und Fragebogendaten

3.4.1 Korrelationen elektrophysiologischer Variablen mit Persönlichkeitsvariablen

Keine einzige Produkt-Moment-Korrelation zwischen den vier Skalen des SPF (*empathische Sorge, Perspektivenübernahme, Gefühlsansteckung, Fantasie*) und den oFRN-Amplituden in den Bedingungen positives Feedback – Gegner und negatives Feedback – Gegner wurde signifikant (alle p-Werte $>.218$). Dies war sowohl beim Spiel gegen den Computergegner als auch beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler an den Elektrodenpositionen Fz und FCz der Fall.

Bezüglich der Korrelationen zwischen den FRN- und oFRN-Amplituden und den vier Skalen des TAQ zeigten sich vier signifikante Korrelationen. Die Skala *verbale Aggression* korrelierte positiv mit der oFRN-Amplitude in der Bedingung negatives Feedback – Computergegner an der Elektrodenposition Fz ($r=.396$, $p=.003$, $n=46$), mit der oFRN-Amplitude in der Bedingung positives Feedback – Computergegner an der Elektrodenposition Fz ($r=.304$, $p=.020$, $n=46$) und mit der oFRN-Amplitude in der Bedingung negatives Feedback – menschlicher Gegenspieler an der Elektrodenposition FCz ($r=.357$, $p=.007$, $n=46$). Umso höher die selbsteingeschätzte verbale Aggression der Versuchsteilnehmer war, desto größer war deren oFRN-Amplitude als Reaktion auf negatives Feedback des Gegenspielers. Beim Spiel gegen den Computergegner gingen höhere Werte in der Skala *verbale Aggression* auch mit höheren oFRN-Amplituden als Reaktion auf positives gegnerisches Feedback einher. Eine signifikante negative Korrelation war zwischen der Skala *verbale Aggression* und der FRN-Amplitude in der Bedingung negatives Feedback – selbst an der Elektrodenposition FCz zu beobachten ($r=-.300$, $p=.022$, $n=46$).

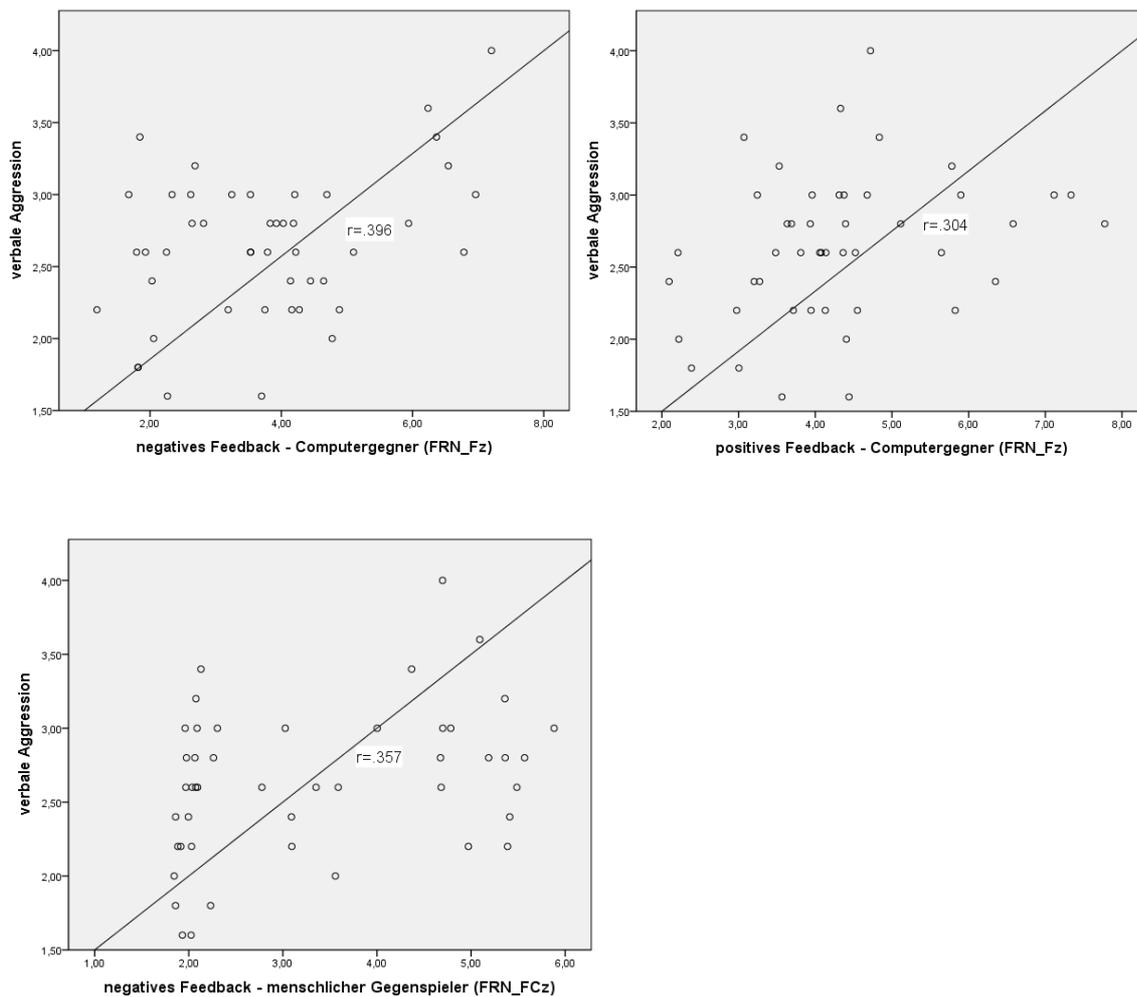


Abbildung 3: Streudiagramme der signifikanten Korrelationen zwischen der angegebenen verbalen Aggression der Teilnehmer und den oFRN-Amplitudenwerten bei negativem und positivem Feedback des Computergegners (oben) und bei negativem Feedback des menschlichen Gegenspielers (unten)

3.4.2 Korrelationen elektrophysiologischer Daten mit Zustandsvariablen

Bezüglich der FRN- und oFRN-Amplituden gab es signifikante positive Korrelationen zwischen der FRN-Amplitude bei eigenem negativem Feedback im Spiel gegen den Computergegner an der Elektrodenposition Fz und der

angegebenen *Wichtigkeit zu gewinnen* (*Wichtigkeit eines gegnerischen Verlustes*: $r=.384$, $p=.008$; *Hauptziel zu gewinnen*: $r=.390$, $p=.007$). Die FRN-Amplitude bei eigenem negativem Feedback beim Spiel gegen den Computergegner an der Elektrodenposition FCz korrelierte positiv mit der angegebenen *Konzentration* ($r=.386$, $p=.008$). Die oFRN-Amplitude bei negativem Feedback des Computergegners an der Elektrodenposition Fz korrelierte hingegen negativ mit der angegebenen *Konzentration* ($r=-.383$, $p=.008$). Des Weiteren unterschritt die positive Korrelation zwischen der oFRN-Amplitude bei positivem Feedback des Computergegners an der Elektrodenposition FCz und der angegebenen *Traurigkeit über den eigenen Verlust* das festgelegte Signifikanzniveau ($r=.360$, $p=.007$).

Beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler gab es signifikante positive Korrelationen zwischen der oFRN-Amplitude bei negativem Feedback des menschlichen Gegenspielers an der Elektrodenposition Fz und der angegebenen *Wichtigkeit zu gewinnen* ($r=.377$, $p=.005$) sowie der selbstberichteten *Motivation* ($r=.427$, $p=.002$). Die FRN-Amplitude bei eigenem positivem Feedback beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler an der Elektrodenposition FCz korrelierte positiv mit dem selbstberichteten *Ärger über einen gegnerischen Gewinn* ($r=.433$, $p=.001$).

Bezüglich der P300-Amplituden zeigten sich eine signifikante positive Korrelation zwischen der angegebenen *Konzentration* während des Spiels und der P300-Amplitude bei eigenem negativem Feedback beim Spiel gegen den Computergegner ($r=.386$, $p=.008$). Beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler korrelierte die P300-Amplitude bei eigenem negativem Feedback signifikant mit der angegebenen *Wichtigkeit zu gewinnen* ($r=.358$, $p=.007$), mit der angegebenen *Motivation* ($r=.508$, $p<.001$) und der berichteten *Konzentration* während des Spiels ($r=.402$, $p=.004$).

Die signifikanten Korrelationen zwischen den elektrophysiologischen Daten und den Zustandsvariablen sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Spiel gegen den Computer	Spiel gegen den menschl. Gegner
Wichtigkeit des gegn. Verlustes: FRN(neg_selbst): $r=.384$, $p=.008$	Wichtigkeit zu gewinnen: oFRN(neg_Gegner): $r=.377$, $p=.005$ P300(neg_selbst): $r=.358$, $p=.007$
Hauptziel zu gewinnen: FRN(neg_selbst): $r=.390$, $p=.007$	Motivation: oFRN(neg_Gegner): $r=.427$, $p=.002$ P300(neg_selbst): $r=.508$, $p=.007$
Konzentration: FRN(neg_selbst): $r=.386$, $p=.008$; oFRN(neg_Gegner): $r=-.383$, $p=.008$ P300(neg_selbst): $r=.386$, $p=.008$	Konzentration: P300(neg_selbst): $r=.402$, $p=.004$
Traurigkeit über den eigenen Verlust: oFRN(pos_Gegner): $r=.360$, $p=.007$	Ärger über gegnerischen Gewinn: FRN(pos_selbst): $r=.433$; $p=.001$

Tabelle 4: Die Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson ® und die Signifikanzniveaus (p) der signifikanten Korrelationen zwischen den FRN/oFRN- und P300-Amplituden und den Fragebogendaten beim Spiel gegen den Computer (links) und beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler (rechts)

4. Diskussion

4.1 Verhaltensdaten

Die äußerst geringen Unterschiede zwischen den subjektiven Angaben der Versuchsteilnehmer bezüglich *Motivation*, *Interesse* und der *Wichtigkeit zu gewinnen* beim Spiel gegen den Computer und beim Spiel gegen menschlichen Gegenspieler, deuten auf eine gute Vergleichbarkeit der elektrophysiologischen Daten der beiden Bedingungen hin. Die Probanden waren nach eigenen Angaben auch beim Spiel gegen den Computer hinreichend interessiert, motiviert und aufmerksam. Die signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Variablen *Sympathie* und *gefühlte Nähe/Intimität* wiesen auf eine gelungene experimentelle Manipulation der Variable Gegenspieler (PC vs. Mensch) hin.

Abgesehen von der Variable *körperliche Aggression*, die bei den männlichen Teilnehmern laut eigenen Angaben stärker ausgeprägt war, gab es hinsichtlich der anderen persönlichkeitsbezogenen Variablen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern. Es konnte somit bei der Korrelation der Fragebogendaten mit den elektrophysiologischen Daten auf eine Kontrolle der Variable *Geschlecht* verzichtet werden.

4.2 FRN-Amplitude

Erwartungsgemäß war die FRN-Amplitude sowohl beim Spiel gegen den Computer als auch beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler größer nach eigenem negativen Feedback als nach eigenem positiven Feedback (Hajcak et al., 2007; Miltner et al., 1997; van Meel et al., 2010; Yeung et al., 2005).

Bezüglich der oFRN-Amplituden als Reaktion auf gegnerisches Feedback gab es unterschiedliche Ergebnisse für das Spiel gegen den Computer und das Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler. Die oFRN-Amplitude als Reaktion auf das Feedback des menschlichen Gegenspielers war genau wie die FRN-Amplitude als

Reaktion auf eigenes Feedback größer bei negativem als bei positivem Feedback. Dieses Ergebnis unterstützt den Vorschlag der Fehlerspezifität der FRN von de Bruijn et al. (2012). Wäre für die Amplitudenhöhe der oFRN die positive beziehungsweise negative Bedeutung für den Spieler selbst ausschlaggebend gewesen, hätte die oFRN-Amplitude in der vorliegenden Wettbewerbssituation größer bei positivem als bei negativem Feedback des Gegenspielers sein sollen. Dass jedoch eine größere oFRN-Amplitude bei negativem Feedback des menschlichen Gegenspielers als bei positivem Feedback des menschlichen Gegenspielers zu beobachten war, deutet daraufhin, dass die Beobachtung des negativen Feedbacks an sich für die Amplitudenhöhe der oFRN entscheidend war und weniger die umgemünzte, belohnungsspezifische Bedeutung desselben für den Beobachter. Dieses Ergebnis steht jedoch nicht im Einklang mit dem Ergebnis von Marco-Pallares et al. (2010), die eine größere oFRN-Amplitude als Reaktion auf positives Feedback des Gegenspielers fanden. Eine Erklärung für die widersprüchlichen Ergebnisse stellt das unterschiedliche Studiendesign dar. Während in der Studie von Marco-Pallares et al. (2010) die Versuchspersonen entweder Beobachter oder aktive Spieler waren, spielten in der vorliegenden Studie beide Versuchspersonen zur selben Zeit gegeneinander. Des Weiteren handelte es sich bei dem Paradigma von Marco-Pallares et al. (2010) um ein reines Glücksspiel, bei dem sich der aktive Spieler für eine von zwei Karten entscheiden musste und der Beobachter tatenlos zusehen musste. Die Tatsache, dass der Beobachter auf sein Ergebnis keinen Einfluss nehmen konnte, könnte seine empathische Reaktion auf die Verluste des Gegenspielers reduziert haben. Des Weiteren handelte es sich beim Feedback in der Studie von Marco-Pallares et al. (2010) nicht um ein leistungsbezogenes Feedback, da bei der Kartenauswahl keine Gewinn-Regel erlernt werden konnte. Das Argument der Fehlerspezifität (de Bruijn et al., 2012) ist daher auf das Feedback in der Studie von Marco-Pallares et al. (2010) schwerer anwendbar. Beim Spiel gegen den Computergegner war im Gegensatz zum Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler keine größere oFRN-Amplitude nach negativem gegnerischen Feedback im Vergleich zu positivem gegnerischen

Feedback zu beobachten. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die Beobachtung eines negativen Feedbacks an sich für das Auftreten einer signifikant größeren oFRN-Amplitude bei negativem im Vergleich zu positivem Feedback nicht ausreicht. Fukushima et al. (2009) fanden in ihrer Studie eine signifikante Amplitudenvariation der oFRN ebenfalls nur als Reaktion auf Feedback menschlicher Spieler, jedoch nicht als Reaktion auf Feedback computergenerierter Spieler. Die Autoren, die dieses Ergebnis in einer reinen Beobachtungssituation fanden, in der die Entlohnung der Spieler unabhängig voneinander erfolgte, schrieben dem Faktor Empathie für das Zustandekommen einer signifikanten oFRN-Amplitude eine wichtige Rolle zu. Fukushima et al. (2009) fanden auch signifikante Korrelationen zwischen Empathie-Werten des IRI und der oFRN-Amplitudenhöhe. Ob Empathie für die beobachtete oFRN als Reaktion auf Feedback des menschlichen Gegenspielers in der vorliegenden Studie ausschlaggebend war, lässt sich schwer beurteilen. Den subjektiven Angaben der Spieler zufolge gab es signifikante Unterschiede zwischen dem Spiel gegen den Computergegner und dem Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler nur hinsichtlich der Variablen *Sympathie* und *gefühlte Nähe*, was für die Rolle der Empathie beim Zustandekommen der unterschiedlich hohen oFRN-Amplituden beim Spiel gegen den Computergegner und beim Spiel gegen den menschlichen Gegner spricht. Die Spieler gaben jedoch auch an, dem eigenen Feedback beim Spiel gegen den Computer mehr Aufmerksamkeit gewidmet zu haben und trauriger nach eigenem Verlust beim Spiel gegen den Computer als beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler gewesen zu sein. Wenn es um die Freude über den Verlust des Gegners ging, waren die Angaben hingegen höher beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler als beim Spiel gegen den Computer. Diese Unterschiede sprechen für die größere affektive Bedeutsamkeit des Feedbacks des menschlichen Gegenspielers und des eigenen Feedbacks beim Spiel gegen den Computergegner. Dieser Unterschied könnte auch darin begründet sein, dass die Gewinne und Verluste des Computergegners für den schlussendlichen Gewinn der Spieler nicht von Bedeutung waren. Für die Auszahlung waren lediglich die

gesammelten Punkte der beiden Spieler ausschlaggebend. Diese untergeordnete Bedeutung des Feedbacks des Computergegners könnte der Hauptgrund für die fehlende Differenzierung hinsichtlich der oFRN-Amplitudenhöhe zwischen positivem und negativem Feedback des Computergegners sein. Zudem konnten auch keine signifikanten Korrelationen zwischen den oFRN-Amplituden und den vier Skalen des SPF gefunden werden, was gegen eine große Bedeutung der individuellen Empathie-Fähigkeit der Beobachter spricht.

Die untergeordnete Bedeutung des Feedbacks des Computergegners könnte auch der Grund dafür sein, dass die FRN-Amplitude bei eigenem negativem Feedback größer war als die oFRN-Amplitude bei negativem Feedback des Computergegners. Dieser Unterschied bezüglich der Amplitudenhöhe zwischen der FRN und der oFRN zeigte sich allerdings nur bei negativem Feedback. Dies könnte an der größeren motivationalen Bedeutsamkeit des negativen Feedbacks liegen, welches anzeigte, dass man nicht schnell genug war und sich in der nächsten Runde verbessern sollte, um einen Punkt zu erhalten.

Beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler zeigte sich weder bei positivem Feedback noch bei negativem Feedback ein signifikanter Unterschied zwischen der FRN-Amplitude bei eigenem Feedback und der oFRN-Amplitude beim Feedback des menschlichen Gegenspielers. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu den Studien von van Schie et al. (2004), Yu et al. (2006) und Leng et al. (2010). Ein großer Unterschied zwischen den Studien der eben angeführten Autoren und der vorliegenden Studie ist jedoch, dass die Entlohnung in der vorliegenden Studie nicht unabhängig von der zweiten Person erfolgte. Ganz im Gegenteil: Genau genommen war es beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler für den schlussendlichen Ausgang egal, ob man selbst einen Punkt gewann oder dem Gegner ein Punkt entging, da das Punkteverhältnis und nicht die absolute Punktezahl für das Endergebnis ausschlaggebend war. Diese Tatsache könnte zu einer größeren motivationalen Bedeutsamkeit des Feedbacks des menschlichen Gegenspielers und damit zu einer vergleichbaren oFRN-Amplitudenhöhe beim

Feedback des menschlichen Gegenspielers in der vorliegenden Studie geführt haben.

4.3 P300-Amplitude

Die kleinere P300-Amplitude als Reaktion auf Feedback des Computergegners im Vergleich zur Reaktion auf eigenes Feedback kann aufgrund der zuvor erklärten untergeordneten motivational-affektiven Bedeutsamkeit des Feedbacks des Computergegners erklärt werden (Briggs et al., 2009; Yeung et al., 2004). Zusätzlich zur größeren persönlichen Relevanz des eigenen Feedbacks war dieses im Gegensatz zum Feedback des Computergegners auch für den schlussendlichen Vergleich mit dem menschlichen Gegenspieler von Bedeutung.

Beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler zeigte sich ebenfalls eine höhere P300-Amplitude bei eigenem im Vergleich zum fremden Feedback. Dieser Unterschied wurde allerdings nur bei negativem Feedback, jedoch nicht bei positivem Feedback signifikant. Dies könnte an der besonderen Bedeutsamkeit des eigenen negativen Feedbacks liegen, das eine Verhaltensänderung hervorrufen soll (Ito et al., 1998).

Die Tatsache, dass sich beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler nur die Amplitudenhöhe der P300 (bei negativem Feedback), jedoch nicht die Amplitudenhöhe der FRN signifikant zwischen dem eigenen und fremdem Feedback unterschied, unterstützt den Vorschlag von Leng et al. (2010) und Wu et al. (2009). Die Autoren postulierten, dass die FRN eine frühe semi-automatische Bewertung des Feedbacks darstelle und die spätere P300 eine elaboriertere Bewertung der Ereignisse durch das Einsetzen aufmerksamkeitsassoziiertes Prozesse widerspiegele. Während die FRN-Amplitudenhöhe in der vorliegenden Studie beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler nur zwischen positivem und negativem Feedback differenzierte unterschied die P300-Amplitude zusätzlich auch zwischen dem eigenen negativen und dem gegnerischen negativen

Feedback. Im Gegensatz zu den Ergebnissen der vorliegenden Studie differenzierte die FRN in der Studie von Leng et al. (2010) bereits zwischen eigenem und fremdem Feedback und die genauere Differenzierung bezog sich auf die höhere P300-Amplitude als Reaktion auf das Feedback der nahestehenden Person im Vergleich zum Feedback eines computergenerierten Spielers. In der Studie von Leng et al. (2010) hatte jedoch das Feedback der anderen Spieler keinen Einfluss auf die Entlohnung der Beobachter, was den Unterschied zu den Ergebnissen der vorliegenden Studie erklären könnte. Während in der Studie von Leng et al. (2010) das eigene Feedback von Anfang an von größerer Bedeutung war (aufgrund der unabhängigen Entlohnung), war das Feedback des menschlichen Gegenspielers in der vorliegenden Studie für den schlussendlichen Gewinn genauso entscheidend.

Die gefundene größere P300-Amplitudenhöhe bei negativem im Vergleich zu positivem Feedback steht im Widerspruch zu den Ergebnissen der Studien von Rigoni et al. (2010) und Wu et al. (2009), die eine größere P300-Amplitude bei positivem als bei negativem Feedback fanden. Im Gegensatz zur vorliegenden Studie handelte es sich bei den Paradigmen der Studien von Rigoni et al. (2010) und Wu et al. (2009) um Glücksspiele. Studien zur Gesichtswahrnehmung fanden höhere P300-Amplituden bei negativem im Vergleich zu positivem Feedback (Ito et al., 1998) und wieder andere Studien fanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Amplitudenhöhe der P300 zwischen positivem und negativem Feedback (Santesso et al., 2011; Wu et al., 2009; Yeung et al., 2004). Laut Yeung et al. (2004) und ist es bis heute ungeklärt, warum Glücksspiele in der Regel größere P300-Amplituden bei positivem im Vergleich zu negativem Feedback hervorrufen, während Bilder negativen Inhalts größere P300-Amplituden zur Folge haben als Bilder positiven Inhalts.

Ein möglicher Grund, warum bei Glücksspielen im Allgemeinen größere P300-Amplituden bei Gewinnen gefunden werden, könnte die größere motivationale Bedeutsamkeit von Gewinnen in Glücksspielen sein. Das negative Feedback in Glücksspielen heißt so viel wie „du hast Pech gehabt“, während das negative

Feedback in Reaktionsaufgaben oder go/no-go Aufgaben so viel heißt wie „du warst nicht gut/schnell genug – werde besser“, weswegen negativem leistungsbezogenem Feedback im Gegensatz zu negativem Feedback in Glücksspielen eine größere motivationale Bedeutsamkeit zukommen könnte.

Da sich die Gewinnwahrscheinlichkeiten und somit die Auftrittswahrscheinlichkeiten von positivem und negativem Feedback zwischen Spieler 1 und Spieler 2 zwischen dem Spiel gegen den Computergegner (60% vs. 40%) und dem Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler unterschieden (variablere Verteilung; Spieler 1 erhielt aber immer mehr positives Feedback als Spieler 2), ist bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse jedoch Vorsicht geboten. Laut bisherigen Studien sind sowohl die FRN-Amplitude als auch die P300-Amplitude abhängig von der Auftrittswahrscheinlichkeit der Reize beziehungsweise der subjektiven Erwartungshaltung der Versuchsteilnehmer (Donchin et al., 1988; Holroyd et al., 2007; Liao et al., 2011). Für eine genaue Untersuchung der Unterschiede zwischen den elektrophysiologischen Reaktionen auf Feedback eines Computergegners und den elektrophysiologischen Reaktionen auf Feedback eines menschlichen Gegenspielers müssten die Ergebnisse beider Gegner von gleicher Relevanz für den schlussendlichen monetären Ausgang der Spieler haben. Dadurch wäre eine bessere Vergleichbarkeit möglich.

4.4 Korrelation elektrophysiologischer Daten mit Fragebogendaten

Im Gegensatz zu Fukushima et al. (2009), die in ihrer Studie signifikante Korrelationen zwischen der oFRN-Amplitude und selbstberichteten Empathie-Werten fanden, handelte es sich beim experimentellen Kontext der vorliegenden Studie um eine Wettbewerbssituation, die zu einer verminderten Empathie der Spieler bezüglich der Gewinne und Verluste des gegnerischen Spielers geführt haben könnte. In der Studie von Ma et al. (2011) fungierte auch die eigene Teilnahme am Spiel als Moderator der empathischen Reaktion der Spieler. Da in

der vorliegenden Studie beide Spieler zur selben Zeit gegeneinander spielten, stehen die Ergebnisse dieser Studie im Einklang mit den Ergebnissen von Ma et al. (2011).

Die einzige Eigenschaftsvariable, die signifikante Korrelationen mit FRN- und oFRN-Amplituden aufwies, war die Variable *verbale Aggression* aus dem TAQ. Umso höher die selbsteingeschätzte *verbale Aggression* der Versuchsteilnehmer war, desto größer war deren oFRN-Amplitude als Reaktion auf negatives und positives Feedback des Gegenspielers und desto kleiner war deren FRN-Amplitude als Reaktion auf eigenes negatives Feedback beim Spiel gegen den Computergegner. Die ersten beiden Korrelationen lassen sich durch die erhöhte motivationale und emotionale Bedeutsamkeit des negativen gegnerischen Feedbacks bei Personen mit höheren Aggressionstendenzen erklären. Für die größere oFRN-Amplitude bei positivem gegnerischen Feedback, das von den tendenziell aggressiveren Versuchspersonen vermutlich als negativer empfunden wird, bietet sich ebenfalls die Erklärung der größeren motivationalen Bedeutsamkeit an. Die negative Korrelation der Variable *verbale Aggression* mit der FRN-Amplitudenhöhe bei eigenem negativem Feedback im Spiel gegen den Computergegner lässt sich schwerer erklären. Als mögliche Erklärung käme die stärker nach außen, jedoch nicht nach innen gerichtete Aggression in Frage, die mit einer stärkeren Fokussierung auf gegnerisches negatives Feedback als auf eigenes negatives Feedback einhergehen würde. Als Erklärung, warum nur die Variable *verbale Aggression*, nicht aber die Variablen *körperliche Aggression*, *Feindseligkeit* und *Ärger* signifikant mit der oFRN-Amplitudenhöhe korrelierten, käme das Redeverbot bei der Aufgabenbearbeitung in Frage. Probanden, die es gewohnt sind, sich verbal mit Konkurrenten zu streiten, mussten dies im vorliegenden experimentellen Setting unterdrücken, wodurch die Subskala *verbale Aggression* in der vorliegenden Studie eine größere Rolle als die anderen drei Subskalen gespielt haben könnte. Dass die Variable *körperliche Aggression*, für die eine ähnliche Erklärung geltend gemacht werden könnte, keine signifikanten Korrelationen mit

den elektrophysiologischen Daten aufweist, liegt wahrscheinlich an der generell sehr geringen Ausprägung dieser Variable in der vorliegenden Stichprobe (siehe Tabelle 1).

Zusätzlich zu den gefundenen Korrelationen der Variable *verbale Aggression* mit FRN- und oFRN-Amplituden sprechen Korrelationen zwischen den elektrophysiologischen Daten und den Zustandsvariablen *Hauptziel zu gewinnen*, *Wichtigkeit des eigenen Gewinnes*, *Wichtigkeit des gegnerischen Verlustes*, *Traurigkeit über eigenen Verlust*, *Motivation* und *Konzentration* für den Zusammenhang der FRN-, oFRN- und P300-Amplitudenhöhen mit der subjektiven Wichtigkeit der Ereignisse für die Versuchsteilnehmer. Je wichtiger es für die Versuchsteilnehmer war zu gewinnen und je konzentrierter diese nach eigenen Angaben waren, desto höher war die FRN-Amplitude bei eigenem negativen Feedback beim Spiel gegen den Computergegner. Ebenso korrelierte beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler die angegebene Wichtigkeit zu gewinnen und die angegebene Konzentration der Spieler mit ihrer oFRN-Amplitude bei negativem Feedback des menschlichen Gegenspielers. Es konnten auch zwei signifikante Korrelationen zwischen den elektrophysiologischen Daten mit subjektiven Affektangaben gefunden werden. Beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler war die FRN-Amplitude bei eigenem positiven Feedback umso größer, je mehr Ärger die Spieler über gegnerische Gewinne bekundeten. Dies mag erneut der höheren motivationalen Bedeutsamkeit eigener Gewinne in Personen mit vermehrtem Ärger bei gegenteiligen Ergebnissen zuzuschreiben sein. Und je mehr die Versuchspersonen über ihren eigenen Verlust trauerten, desto größer war die Amplitude der oFRN auch beim gegenteiligen Ergebnis beim Spiel gegen den Computergegner - nach positivem Feedback des Computergegners. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen von Rigoni et al. (2010), die höhere FRN-Amplituden ebenfalls bei subjektiv unangenehmeren Ereignissen fanden.

Auch die gefundenen signifikanten Korrelationen der P300-Amplituden mit den Zustandsvariablen *Konzentration*, *Wichtigkeit zu gewinnen* und *Motivation*

unterstreichen den Zusammenhang der P300-Amplitudenhöhe mit der motivationalen Bedeutsamkeit von Ereignissen (Yeung et al., 2004) und der damit einhergehenden Aufmerksamkeit (Gray et al., 2004).

4.5 Konklusion

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie unterstützen den Vorschlag der Fehlerspezifität der FRN Komponente von de Bruijn et al. (2012), da eine signifikante oFRN-Amplitude als Reaktion auf negatives Feedback des menschlichen Gegenspielers gefunden werden konnte. Die Tatsache, dass dieses Ergebnis jedoch nur für die Reaktion auf das negative Feedback des menschlichen Gegenspielers und nicht für die Reaktion auf das negative Feedback des Computergegners gefunden wurde, deutet darauf hin, dass ein beobachtetes Feedback von hinreichender motivationaler Bedeutsamkeit sein muss, um signifikante Amplitudenvariationen der FRN auszulösen. Sowohl der Zusammenhang zwischen den FRN-, oFRN- und P300-Amplituden und Fragen zur emotionalen und motivationalen Bedeutsamkeit der Ereignisse als auch die Korrelation zwischen der Amplitudenhöhe der oFRN und der selbstberichteten Tendenz zur verbalen Aggression sprechen für den Zusammenhang der FRN-, oFRN- und P300-Amplitudenhöhen mit der motivationalen Bedeutsamkeit von Ereignissen (Briggs et al., 2009; Gehring et al., 2002; Leng et al., 2010; Yeung et al., 2004; Yu et al., 2006).

5. Literaturverzeichnis

- Aderman, D., & Unterberger, G. L. (1977). Contrast empathy and observer modeling behavior. *Journal of Personality*, *45*, 267–280.
- Amelang, M., & Bartussek, D. (1997). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Aron, A., Aron, E. N., & Smollan, D. (1992). Inclusion of other in the self scale and the structure of interpersonal closeness. *Journal of Personality and Social Psychology*, *63*, 596–612.
- Baron-Cohen, S., & Wheelright, S. (2004). The Empathy Quotient: An Investigation of Adults with Asperger Syndrome or High Functioning Autism, and Normal Sex Differences. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *34*(2), 163-175.
- Bault, N., Coricelli, G., & Rustichini, A. (2008). Interdependent Utilities: How Social Ranking Affects Choice Behavior. *PLoS ONE*, *3*(10), e3477.
- Bellebaum, C., Kobza, S., Thiele, S., & Daum, I. (2010). It was not my fault: Event-related brain potentials in active and observational learning from feedback. *Cerebral Cortex*, *20*, 2874-2883.
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. (1996). *Beck Depression Inventory Manual* (2nd edition). San Antonio: The Psychological Corporation.
- Bell, A. J., & Sejnowski, T. J., 1995. An information-maximization approach to blind separation and blind deconvolution. *Neural Computation*, *7*, 1129–1159.
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). The Conflict Monitoring Theory and Cognitive Control. *Psychological Review*, *108*(3), 624-652.
- Briggs, K. E., Martin, F. H. (2009). Affective picture processing and motivational relevance: Arousal and valence effects on ERPs in an oddball task. *International Journal of Psychophysiology*, *72*, 299-306.

- Buss, A. H., & Perry, M. (1992). The aggression questionnaire. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63(3), 452–459.
- Carter, C. S., Braver, T. S., Barch, D. M., Botvinick, M. M., Noll, D., & Cohen, J. (1998). Anterior Cingulate Cortex, Error Detection, and the Online Monitoring of Performance. *Science*, 280, 747-749.
- Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 319–333.
- Cohen, J. (1973). Eta-squared and partial eta-squared in fixed factor anova designs. *Educational and Psychological Measurements*, 33, 107-111.
- Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44(1), 113-126.
- de Bruijn, E. R. A., & von Rhein, D. T. (2012). Is your error my concern? An event-related potential study on won and observed error detection in cooperation and competition. *Frontiers in neuroscience*, 6(8), 1-9.
- Decety, J. & Lamm, C. (2006). Human empathy through the lense of social neuroscience. *The Scientific World Journal*, 6, 1146–1163.
- Decety, J., Jackson, P. L., Sommerville, J. A., Chaminade, T. & Meltzoff, A. N. (2004). The neural bases of cooperation and competition: an fMRI investigation. *NeuroImage*, 23, 744-751.
- Delorme, A. & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, 134, 9-21
- Donchin, E. (1981). Surprise! . . . Surprise? *Psychophysiology*, 18, 493– 515.
- Donchin, E., & Coles, M. G. H. (1988). Is the P300 component a manifestation of cognitive updating? *The Behavioral and Brain Sciences*, 11, 357–427.

- Dunbar, R. I. M. (2003). The Social Brain: Mind, Language, and Society in Evolutionary Perspective *Annual Review of Anthropology* 32, 163-181.
- Duncan-Johnson, C. C., & Donchin, E. (1977). On quantifying surprise: the variation of event-related potentials with subjective probability. *Psychophysiology*, 14, 456–467.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16(1), 143-149.
- Eysenck, H. J., & Eysenck, M. W. (1985). *Personality and individual differences*. New York: Plenum.
- Falkenstein, M., Hohnsbein, J., Hoormann, J., & Blanke, L. (1991). Effects of crossmodal divided attention on late ERP components. II: Error processing in choice reaction tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 78, 447-455.
- Fukushima, H., & Hiraki, K. (2006). Perceiving an opponent's loss: gender-related differences in the medial-frontal negativity. *SCAN*, 1, 149-157.
- Fukushima, H., & Hiraki, K. . (2009). Whose loss is it? Human electrophysiological correlates of non-self reward processing. *Social Neuroscience*, 4(3), 261-275.
- Gehring, W. J., Goss, B., Coles, M. G. H., Meyer, D. E., & Donchin, E. (1993). A Neural System for Error Detection and Compensation. *Psychological Science*, 4, 385-390.
- Gehring, W. J., & Willoughby, A. R. (2002). The Medial Frontal Cortex and the Rapid Processing of Monetary Gains and Losses. *Science*, 295, 2279-2282.
- Gray, H. M., Ambady, N., Lowenthal, W. T., & Deldin, P. (2004). P300 as an index of attention to self-relevant stimuli. *Journal of Experimental Social Psychology*, 40, 216-224.

- Hajcak, G., Moser, J. S., Holroyd, C. B., & Simons, R. F. (2007). It's worse than you thought: The feedback negativity and violations of reward prediction in gambling tasks. *Psychophysiology*, *44*, 905-912.
- Hajcak, G., Moser, J. S., Yeung, N., & Simons, R. F. (2005). On the ERN and the significance of errors. *Psychophysiology*, *42*, 151-160.
- Hajcak, G., & Simons, R. F. (2002). Error-related brain activity in obsessive compulsive undergraduates. *Psychiatry Research*, *110*, 63-72.
- Herzberg, P. Y. (2003). Faktorstruktur, Gütekriterien und Konstruktvalidität der deutschen Übersetzung des Aggressionsfragebogens von Buss und Perry. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, *24*(4), 311-323.
- Holroyd, C. B., & Coles, M. G. H. (2002). The Neural Basis of Human Error Processing: Reinforcement Learning, Dopamine, and the Error-Related Negativity. *Psychological Review*, *109*(4), 679-709.
- Holroyd, C. B., & Krigolson O. E. (2007). Reward prediction error signals associated with a modified time estimation task. *Psychophysiology*, *44*, 913-917.
- Itagaki, S., & Katayama, J. (2008). Self-relevant criteria determine the evaluation of outcomes induced by others. *Neuroreport*, *19*, 383-387.
- Ito, T. A., Larsen, J. T., Smith, N. K., & Cacioppo, J. T. (1998). Negative Information Weighs More Heavily on the Brain: The Negativity Bias in Evaluative Categorizations. *Journal of Personality and Social Psychology*, *75*(4), 887-900.
- Izuma, K., Saito, D. N., & Sadato, N. (2008). Processing of Social and Monetary Rewards in the Human Striatum. *Neuron*, *58*, 284-294.
- Kang, S. K., Hirsh, J. B., & Chasteen, A. L. (2010). Your mistakes are mine: Self-other overlap predicts neural response to observed errors. *Journal of Experimental Social Psychology*, *46*, 229-232.

- Koban, L., Pourtois, G., Vocat, R., & Vuilleumier, P. (2010). When your errors make me lose or win: Event-related brain potentials to observed errors of cooperators and competitors. *Social Neuroscience*, 5(4), 360-374.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P., & Spielberger, C. D. (1981). *Das State-Trait-Angstinventar. Theoretische Grundlagen und Handanweisung*. Weinheim: Beltz Test GmbH.
- Leng, Y., & Zhou, X. (2010). Modulation of the brain activity in outcome evaluation by interpersonal relationship: An ERP study. *Neuropsychologia*, 48, 448-455.
- Liao, Y., Gramann, K., Feng, W., Deak, G., & Li, H. (2011). This ought to be good: Brain activity accompanying positive and negative expectations and outcomes. *Psychophysiology*, 48, 1412-1419.
- Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event related potential technique*. Cambridge: The MIT Press.
- Ma, Q., Shen, Q., Xu, Q., Li, D., Shu, L. & Weber, B. (2011). Empathic responses to others' gains and losses: An electrophysiological investigation. *NeuroImage*, 54, 2472-2480.
- Marco-Pallares, J., Krämer, U. M., Strehl, S., Schröder, A., & Münte, T. F. (2010). When decisions of others matter to me: an electrophysiological analysis. *BMC Neuroscience*, 11(86).
- Miltner, W. H. R., Braun, C. H., & Coles, M. G. H. (1997). Event-Related Brain Potentials Following Incorrect Feedback in a Time-Estimation Task: Evidence for a "Generic" Neural System for Error Detection. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(6), 788-798.
- Nieuwenhuis, S., Holroyd, C. B., Mol, N., & Coles, M. G. H. (2004). Reinforcement-related brain potentials from medial frontal cortex: Origins and functional significance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 28, 441-448.

- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, *9*, 97-113.
- Paulus, C. (2009). Der Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogen SPF (IRI) zur Messung von Empathie. Psychometrische Evaluation der deutschen Version des Interpersonal Reactivity Index. Universität des Saarlandes. Retrieved from http://psydok.sulb.unisaarland.de/volltexte/2009/2363/pdf/SPF_Artikel.pdf
- Pfabigan, D. M., Alexopoulos, J., Bauer, H., & Sailer, U. (2011). Manipulation of feedback expectancy and valence induces negative and positive reward prediction error signals manifest in event-related brain potentials. *Psychophysiology*, *48*(5), 656-664.
- Picton, C., & Hillyard, P. (1972). Cephalic skin potentials in electroencephalography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *33*, 419-424.
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, *118*, 2128-2148.
- Rigoni, D., Polezzi, D., Rumiati, R., Guarino, R., & Guiseppe, S. (2010). When people matter more than money: An ERPs study *Brain Research Bulletin*, *81*, 445-452.
- Santesso, D. L., Bogdan, R., Birk, J. L., Goetz, E. L., Holmes, A. J., & Pizzagalli, D. A. (2011). Neural responses to negative feedback are related to negative emotionality in healthy adults. *Social Cognitive and Affective Neuroscience Advance Access*.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J. P., Stephan, K. E. (2006). Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature* *439*(26), 466-469.
- Sutton, S., Braren, M., Zubin, J., John, E. R. (1965). Evoked potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, *150*, 1187-1188.

- van Meel, C., & van Heijningen, C. A. A. (2010). The effect of interpersonal competition on monitoring internal and external error feedback. *Psychophysiology*, *47*, 213-222.
- van Schie, H. T., Mars, R. B., Coles, M. G. H., & Bekkering, H. (2004). Modulation of activity in medial frontal and motor cortices during error observation. *Nature Neuroscience*, *7*(5), 549-553.
- Vogt, B. A. (2005). Pain and emotion interactions in subregions of the cingulate gyrus. *Nature Reviews Neuroscience*, *6*, 533–544.
- Watson, D., Clark, L. A., Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*, 1063–70.
- Wu, Y., & Zhou, X. (2009). The P300 and reward valence, magnitude, and expectancy in outcome evaluation. *Brain Research*, 114-122.
- Yeung, N., Botvinick, M. M., & Cohen, J. D. (2004). The Neural Basis of Error Detection: Conflict Monitoring and the Error-Related Negativity. *Psychological Review*, *111*(4), 931-959.
- Yeung, N., Holroyd, C. B., & Cohen, J. D. (2005). ERP Correlates of Feedback and Reward Processing in the Presence and Absence of Response Choice. *Cerebral Cortex*, *15*(5), 535-544.
- Yeung, N., & Sanfey, A. G. (2004). Independent coding of reward magnitude and valence in the human brain. *The Journal of Neuroscience*, *24*(28), 6258–6264.
- Yu, R., & Zhou, X. (2006). Brain responses to outcomes of one's own and other's performance in a gambling task. *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology*, *17*(16), 1747-1750.

6. Anhänge

Anhang A: Zusammenfassung

Das Ziel der aktuellen Studie war, die neuronalen Korrelate der Feedbackverarbeitung von Spielern in einer Wettbewerbssituation zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurden die EEG-Signale zweier Versuchspersonen abgeleitet, während diese eine einfache Reiz-Reaktionsaufgabe in zwei Bedingungen bearbeiteten. In der ersten Bedingung spielten die beiden Personen nacheinander gegen einen Computergegner und in der zweiten Bedingung bearbeiteten die beiden Versuchspersonen die Reiz-Reaktionsaufgabe zur selben Zeit, wobei sie in beiden Bedingungen sowohl ihr eigenes Feedback, das Feedback des Gegenspielers sowie den Gesamtpunktstand beider Spieler nach jedem Durchgang sehen konnten. Eine signifikante FRN-Amplitude zeigte sich nicht nur als Reaktion auf eigenes negatives Feedback, sondern auch als Reaktion auf negatives Feedback des menschlichen Gegenspielers, obwohl dieses für den Beobachter aufgrund der antagonistischen Situation einem positiven Feedback gleichkam. Dieses Ergebnis unterstützt den Vorschlag der Fehlerspezifität der FRN-Amplitude von de Bruijn et al. (2012). Eine signifikante FRN-Amplitude war allerdings nicht als Reaktion auf das negative Feedback des Computergegners zu beobachten. Dieses Ergebnis wurde auf die verringerte motivationale Bedeutsamkeit desselben zurückgeführt. Die P300-Amplitude differenzierte hingegen sowohl zwischen dem eigenen negativem Feedback und dem negativen Feedback des menschlichen Gegenspielers als auch zwischen dem eigenen negativen Feedback und dem negativen Feedback des Computergegners, wobei eine höhere P300-Amplitude bei eigenem negativem Feedback zu beobachten war. Die beobachteten Korrelationen zwischen den FRN- und P300-Amplituden und Fragen zu Emotion, Konzentration und Motivation während des Spiels unterstützen den Zusammenhang der Amplitudenhöhe der FRN und P300 mit der motivational-

affektiven Bedeutsamkeit von Ereignissen. Zudem wurden in Spielern mit höherer selbstberichteter verbaler Aggression größere FRN-Amplituden gefunden.

Anhang B: Abstract

The aim of the current study was to investigate the neural correlates of feedback processing in a competitive situation. To this end, electroencephalogram (EEG) was recorded concurrently from two participants while they were performing a simple stimulus-response task in two conditions. In the first condition, the two participants played one after the other against a computer opponent, and in the second condition the two participants played the stimulus-response task at the same time against each other. In both conditions participants were presented with their own feedback, the feedback of the opponent, as well as the total score of both players after each trial. A significant FRN amplitude variation was present not only in response to the players' own negative feedback, but also in response to the negative feedback of the human opponent, although this amounted due to the antagonistic situation to a positive feedback for the observers themselves. This result supports the proposal of the error specificity of the FRN amplitude by de Bruijn et al. (2012). A significant FRN amplitude variation, however, was not observed in response to the negative feedback of the computer opponent. This result was attributed to the decreased motivational significance of the same. The P300 amplitude differentiated both between the players' own negative feedback and the negative feedback of the human opponent, as well as between the own negative feedback and the negative feedback of the computer opponent. Higher P300 amplitudes were observed in response to the players' own negative feedback. The observed correlations between the FRN and P300 amplitudes and questions concerning emotion, concentration, and motivation during the game support the relationship of the amplitude level of FRN and P300 components with the motivational-affective significance of events. Additionally, larger FRN amplitudes have been found in players with high self-reported verbal aggression.

Anhang C: Latenzergebnisse FRN

Beim Spiel gegen den Computergegner waren die Haupteffekte **Elektrodenposition** ($F(2,46)= 10.02$, $p=.003$, $\eta^2 =0.179$), **Feedbackempfänger** ($F(2,46)= 32.40$, $p<.001$, $\eta^2 =0.413$) und **Valenz** ($F(2,46)= 8.97$, $p=.004$, $\eta^2 =0.163$) signifikant. Die Latenz der FRN war länger an der Elektrodenposition Fz als an der Elektrodenposition FCz, länger bei eigenem Feedback im Vergleich zum Feedback des Computergegners und länger bei negativem als bei positivem Feedback. Die Interaktionseffekte **Feedbackempfänger*Valenz** ($F(2,46)= 42.72$, $p<.001$, $\eta^2 =0.482$) und **Elektrodenposition*Feedbackempfänger** ($F(2,46)= 8.30$, $p<.006$, $\eta^2 =0.153$) waren ebenfalls signifikant. Post hoc zeigte sich eine signifikant spätere Latenz in der Bedingung negatives Feedback – selbst als in den Bedingungen negatives Feedback – Gegner ($p<.001$), positives Feedback – selbst ($p<.001$) und positives Feedback – Gegner ($p<.001$). Die letztgenannten drei Bedingungen unterschieden sich hinsichtlich der Latenz der FRN nicht signifikant voneinander. Der Interaktionseffekt **Elektrodenposition*Feedbackempfänger** war signifikant, da es signifikante Unterschiede zwischen der Latenz der FRN an den Elektrodenpositionen Fz und FCz nur bei eigenem Feedback ($p<.001$), nicht aber beim Feedback des Gegners ($p=.993$) gab. Der Unterschied bezüglich der Latenz der FRN zwischen dem eigenen Feedback an der Elektrodenposition Fz und dem eigenen Feedback an der Elektrodenposition FCz war wiederum nur bei positivem eigenen Feedback ($p=.001$), nicht aber bei negativem eigenen Feedback ($p=.710$) signifikant (Interaktionseffekt **Elektrodenposition*Feedbackempfänger*Valenz**: $F(2,46)= 4.40$, $p=.042$, $\eta^2=0.087$). Kein weiterer Haupt- oder Interaktionseffekt war signifikant (alle p-Werte $<.335$).

Beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler wurden die beiden Haupteffekte **Elektrodenposition** ($F(2,46)= 8.56$, $p=.005$, $\eta^2 =0.157$) und **Feedbackempfänger** ($F(2,46)= 54.55$, $p<.001$, $\eta^2 =0.543$), nicht aber der Haupteffekt Valenz ($F(2,46)= 0.072$, $p=.790$, $\eta^2 =0.002$) signifikant. Eine genauere Betrachtung des Interaktionseffekts **Elektrodenposition*Feedbackempfänger** ($F(2,46)= 22.44$,

$p < .001$, $\eta^2 = 0.328$), zeigte post hoc signifikante Unterschiede hinsichtlich der Latenz der FRN zwischen den Elektrodenpositionen Fz und FCz nur bei gegnerischem ($p < .001$), nicht aber bei eigenem Feedback ($p = .822$). Der Interaktionseffekt **Elektrodenposition*Feedbackempfänger*Valenz** ($F(2,46) = 17.54$, $p = .001$, $\eta^2 = 0.276$) wurde signifikant, weil sich der Unterschied zwischen der Latenz der FRN bei eigenem negativen Feedback und der Latenz der FRN beim negativen Feedback des menschlichen Gegenspielers nur an der Elektrodenposition Fz, nicht aber an der Elektrodenposition FCz signifikant unterschied. Der signifikante Interaktionseffekt **Elektrodenposition*Feedbackempfänger*Geschlecht** ($F(2,46) = 4.71$, $p = .035$, $\eta^2 = 0.093$) lässt sich zurückführen auf die Beobachtung, dass bei männlichen Versuchsteilnehmern die oFRN-Amplitude als Reaktion auf gegnerisches Feedback an Fz nicht von der oFRN-Amplitude der weiblichen Versuchsteilnehmer an der Elektrodenposition FCz zu unterscheiden war ($p = .990$), während sich die oFRN-Amplitude bei weiblichen Versuchspersonen an der Elektrodenposition Fz signifikant von der oFRN-Amplitude männlicher Versuchspersonen an der Elektrodenposition FCz unterschied ($p = .024$). Zwischen den FRN-Amplituden bei eigenem Feedback gab es hingegen keine signifikanten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Versuchspersonen (alle p-Werte $> .684$).

Anhang D: Latenzergebnisse P300

Beim Spiel gegen den Computer erreichte der Haupteffekt **Feedbackempfänger** statistische Signifikanz ($F(1,44)= 20.05$, $p<.001$, $\eta^2 =0.313$). Die Amplitude der P300 trat später auf bei eigenem Feedback als beim Feedback des Gegners. Der Haupteffekt **Valenz** war nicht signifikant ($F(1,44)= 0.51$, $p=.479$, $\eta^2 =0.011$). Es gab jedoch einen signifikanten Interaktionseffekt **Feedbackempfänger*Valenz** ($F(1,44)= 14.02$, $p<.001$, $\eta^2 =.242$) Die Amplitude der P300 trat in der Bedingung negatives Feedback – Gegner signifikant früher auf als in den Bedingungen negatives Feedback – selbst ($p<.001$), positives Feedback – Gegner ($p=.017$) und positives Feedback – selbst ($p=.018$). Die drei letztgenannten Bedingungen unterschieden sich hinsichtlich der Latenz der P300 nicht signifikant voneinander. Anders formuliert gab es hinsichtlich der Latenz der P300 signifikante Unterschiede zwischen positivem und negativem Feedback nur beim Feedback des Computergegners, jedoch nicht bei eigenem Feedback.

Beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Haupteffekt **Feedbackempfänger** ($F(1,44)= 7.17$, $p=.010$, $\eta^2 =0.140$). Im Gegensatz zum Spiel gegen den Computergegner trat die Amplitude der P300 bei eigenem Feedback früher auf als beim Feedback des Gegners. Der Haupteffekt **Valenz** war nicht signifikant ($F(1,44)= 0.52$, $p=.474$, $\eta^2 =0.012$). Eine genauere Betrachtung des signifikanten Interaktionseffektes **Feedbackempfänger*Valenz** ($F(1,44)= 10.97$, $p=.002$, $\eta^2 =0.200$) zeigte pos hoc eine signifikant kürzere Latenz der P300 in der Bedingung negatives Feedback – selbst und den Bedingungen negatives Feedback – Gegner ($p<.001$), positives Feedback selbst ($p=.011$) und positives Feedback – Gegner ($p<.017$). Die drei letztgenannten Bedingungen unterschieden sich hinsichtlich der Latenz der P300 nicht signifikant voneinander. Der signifikante Interaktionseffekt **Valenz*Feedbackempfänger** kam also dadurch zustande, dass sich ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Latenz der P300 zwischen positivem und negativem Feedback nur beim Feedback des menschlichen Gegenspielers, nicht aber bei eigenem Feedback zeigte.

Anhang E: Korrelationen zwischen Persönlichkeitsvariablen und Zustandsvariablen

Verbale Aggression (TAQ)	Konzentration während des Spiels gegen M: r=-.358, p=.020
Ärger (TAQ)	Ärger bei Gewinn des PC: r=.341, p=.020
Feindseligkeit (TAQ)	Traurigkeit bei Gewinn des PC: r=.368, p=.012 Traurigkeit bei Verlust des PC: r=.476, p=.001
Gefühlsansteckung (SPF)	Konzentration während des Spiels gegen M: r=.419, p=.008 Konzentration während des Spiels gegen PC: r=.476, p=.017 Hauptziel zu gewinnen gegen den M: r=.425, p=.005

Tabelle 5: Die Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson (r) und die Signifikanzniveaus (p) der signifikanten Korrelationen zwischen den Persönlichkeitsvariablen (links) und den Zustandsvariablen (rechts) beim Spiel gegen den Computergegner (PC) und beim Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler (M)

Anhang F: Instruktion Spieler 1 (blau)

Sie werden nun ein **Reaktionsspiel** in zwei verschiedenen Versionen spielen. Zuerst spielen beide Spieler alleine gegen den Computer-Gegner und anschließend spielen Sie gegen die zweite anwesende Person. Die genaue Reihenfolge wird vorab von der Versuchsleitung bestimmt,

Ihre Aufgabe im Reaktionsspiel ist immer dieselbe: Jeder neue Durchgang startet mit der Präsentation eines Fadenkreuzes, das lediglich dazu dient, Ihren Blick auf die Mitte des Bildschirms zu lenken. Anschließend wird kurz ein **schwarzes ausgemaltes Quadrat** eingeblendet. Das ist Ihr **Zielreiz**. Jetzt müssen Sie so schnell wie möglich mittels Tastendruck (**linke Pfeiltaste**) reagieren. Auch Ihr Gegenspieler (sowohl Mensch als auch Computer) hat diese Aufgabe. Anschließend erhalten Sie und Ihr Gegenspieler Feedback, ob sie beide erfolgreich waren oder nicht. Haben Sie entsprechend schnell reagiert, wird Ihnen ein Punkt auf Ihrem Punktekonto gutgeschrieben. Waren Sie hingegen zu langsam, gehen Sie in dieser Runde leer aus und erhalten somit keinen Punkt gutgeschrieben.

Es ist möglich, dass beide Spieler in einem Durchgang schnell genug reagiert haben und beiden wird jeweils ein Punkt gutgeschrieben. Es ist aber auch möglich, dass nur ein Spieler entsprechend schnell reagiert hat. Dann gewinnt nur dieser Spieler einen Punkt. Wenn beide Spieler zu langsam reagiert haben, werden keinem Punkte gutgeschrieben – beide Spieler gehen somit leer aus.

Bitte beachten Sie: In jedem Durchgang erhalten Sie sowohl Feedback bzgl. Ihrer Leistung als auch Feedback bzgl. der Leistung Ihres Gegenspielers. Sie sind **Spieler 1** – Ihr Feedback (0 oder 1 Punkt erspielt) wird immer separat in **blauer Farbe** eingeblendet, die erspielten Punkte von **Spieler 2** werden immer separat in **grüner Farbe** eingeblendet. Blockweise erhalten Sie oder Ihr Gegenspieler zuerst Feedback.

Nachdem Ihnen und Ihrem Gegenspieler gezeigt wurde, ob sie in der letzten Runde einen Punkt erspielt haben oder nicht, wird anschließend immer der

Gesamtpunktstand beider Spieler präsentiert (Punktstand von Spieler 1 immer in blau, Punktstand von Spieler 2 immer in grün).

Wenn Sie alleine gegen den Computer spielen und Ihr realer Gegenspieler pausiert, sehen Sie als Spieler 1 genau wie vorher Ihre erspielten Punkte in blauer Farbe als Feedback, die Punkte des Computer-Gegners werden in grüner Farbe eingeblendet. Nach dem individuellen Feedback für Sie und Ihren Computer-Gegner wird Ihnen ebenfalls der Gesamtpunktstand beider Spieler präsentiert - Ihr Gesamtpunktstand in blau und der Ihres Computer-Gegners in grün.

Nachdem beide Spieler gegen den Computer gespielt haben, erscheint eine Grafik, die die Gewinnhäufigkeit beider Spieler mittels blau und grün gefärbter Balken darstellt. Somit können Sie sehen, wie Sie im Vergleich zu Ihrem Gegenspieler abgeschnitten haben.

Ziel beider Spiele ist es, so viele Punkte wie möglich zu sammeln, indem Sie schnell genug nach Erscheinen des schwarzen Quadrats mittels Tastendruck (linke Pfeiltaste) reagieren. Bitte drücken Sie erst ab Erscheinen des Quadrats und geben Sie nur einen Tastendruck ab.

Während Sie gegen den Computer-Gegner spielen, hat Ihr realer Gegner eine Spielpause, in der Fragebögen ausgefüllt werden. Spielt Ihr realer Gegner gegen den Computer-Gegner, dann haben Sie eine Spielpause – hier werden wir Ihnen einige Fragebögen vorlegen, die Sie bitte zügig ausfüllen.

Vor Spielbeginn werden für beide reale Spieler einige **Trainingsdurchgänge** stattfinden, in denen noch nicht um Geld gespielt wird. Dies soll dazu dienen, sich mit dem Reaktionsspiel vertraut zu machen.

Es wird während der Spiele immer wieder kurze Pausen zur Erholung geben. In diesen Pausen werden wir Ihnen zusätzlich kurze Fragen vorlegen, die Sie bitte ebenfalls ausfüllen.

Wir bitten Sie weiters während der Spiele und auch während der Pausen **nicht mit ihrem Gegenspieler zu reden**, um ähnliche Bedingungen für alle Spieler zu schaffen. Danke!

Die gesammelten Punkte werden nach den Spielen pro Spieler zusammengezählt und nach einem fixen Schema in Geld umgerechnet. Je mehr Punkte Sie im Vergleich zum zweiten anwesenden Spieler gesammelt haben, desto mehr Geld bekommen Sie. Der maximal mögliche Gewinn beträgt € 40,-.

Bei weiteren Fragen wenden Sie sich bitte an die Versuchsleiterinnen!

Anhang G: Fragen nach dem Spiel gegen den Computergegner und dem Spiel gegen den menschlichen Gegenspieler

Bitte beantworten Sie folgende Fragen auf einer 7-Punkte Skala (von 0="überhaupt nicht/überhaupt keine" bis 6="sehr/sehr viel") in Bezug auf das Spiel gegen einen menschlichen Gegenspieler! Kennzeichnen Sie Ihre Antwort, indem Sie die betreffende Zahl ankreuzen!

Wie interessant fanden Sie dieses Spiel?

0 1 2 3 4 5 6

Wie viel Aufmerksamkeit widmeten Sie Ihrem Feedback?

0 1 2 3 4 5 6

Wie viel Aufmerksamkeit widmeten Sie dem Feedback Ihres Gegenspielers?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sehr freuten Sie sich über Ihren Gewinn?

0 1 2 3 4 5 6

Wie traurig waren Sie über Ihren Verlust?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sehr ärgerten Sie sich über Ihren Verlust?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sehr ärgerten Sie sich, wenn Ihr Gegenspieler gewann?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sehr freuten Sie sich, wenn Ihr Gegenspieler verlor?

0 1 2 3 4 5 6

Wie traurig waren Sie, wenn Ihr Gegenspieler gewann?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sehr freuten Sie sich, wenn Ihr Gegenspieler gewann?

0 1 2 3 4 5 6

Wie traurig waren Sie, wenn Ihr Gegenspieler verlor?

0 1 2 3 4 5 6

Wie wichtig war es Ihnen zu gewinnen?

0 1 2 3 4 5 6

Wie wichtig war es Ihnen, dass Ihr Gegenspieler verliert?

0 1 2 3 4 5 6

Wie motiviert waren Sie während des Spiels?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sympathisch fanden Sie Ihren Gegenspieler?

0 1 2 3 4 5 6

Wie nahe fühlten Sie sich Ihrem Gegenspieler?

0 1 2 3 4 5 6

Wie viel Rivalität/Feindseligkeit spürten Sie während des Spiels?

0 1 2 3 4 5 6

Beim Spiel war es mein Hauptziel, mehr Punkte zu erreichen als mein Gegenspieler.

0 1 2 3 4 5 6

Ich war während des Spiels konzentriert.

0 1 2 3 4 5 6

Ich war ein sehr kompetenter Spieler.

0 1 2 3 4 5 6

Mein Gegenspieler war ein sehr kompetenter Spieler.

0 1 2 3 4 5 6

Bitte beantworten Sie folgende Fragen auf einer 7-Punkte Skala (von 0="überhaupt nicht/überhaupt keine" bis 6="sehr/sehr viel") in Bezug auf das Spiel gegen den Computer! Kennzeichnen Sie Ihre Antwort, indem Sie die betreffende Zahl ankreuzen!

Wie interessant fanden Sie dieses Spiel?

0 1 2 3 4 5 6

Wie viel Aufmerksamkeit widmeten Sie Ihrem Feedback?

0 1 2 3 4 5 6

Wie viel Aufmerksamkeit widmeten Sie dem Feedback Ihres Gegenspielers?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sehr freuten Sie sich über Ihren Gewinn?

0 1 2 3 4 5 6

Wie traurig waren Sie über Ihren Verlust?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sehr ärgerten Sie sich über Ihren Verlust?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sehr ärgerten Sie sich, wenn Ihr Gegenspieler gewann?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sehr freuten Sie sich, wenn Ihr Gegenspieler verlor?

0 1 2 3 4 5 6

Wie traurig waren Sie, wenn Ihr Gegenspieler gewann?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sehr freuten Sie sich, wenn Ihr Gegenspieler gewann?

0 1 2 3 4 5 6

Wie traurig waren Sie, wenn Ihr Gegenspieler verlor?

0 1 2 3 4 5 6

Wie wichtig war es Ihnen zu gewinnen?

0 1 2 3 4 5 6

Wie wichtig war es Ihnen, dass Ihr Gegenspieler verliert?

0 1 2 3 4 5 6

Wie motiviert waren Sie während des Spiels?

0 1 2 3 4 5 6

Wie sympathisch fanden Sie Ihren Gegenspieler?

0 1 2 3 4 5 6

Wie nahe fühlten Sie sich Ihrem Gegenspieler?

0 1 2 3 4 5 6

Wie viel Rivalität/Feindseligkeit spürten Sie während des Spiels?

0 1 2 3 4 5 6

Beim Spiel war es mein Hauptziel, mehr Punkte zu erreichen als mein Gegenspieler.

0 1 2 3 4 5

Ich war während des Spiels konzentriert.

0 1 2 3 4 5 6

Ich war ein sehr kompetenter Spieler.

0 1 2 3 4 5 6

Mein Gegenspieler war ein sehr kompetenter Spieler.

0 1 2 3 4 5 6

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Andrea Waldl
Geburtsdatum: 28. Februar 1990
Staatsbürgerschaft: Österreich
E-Mail: waldl.andrea@gmail.com

Schulbildung

1996 - 2000 Volksschule, Roitham
2000 - 2008 Realgymnasium Lambach mit Maturaabschluss
2008 - 2013 Psychologiestudium an der Universität Wien

bisherige berufliche Tätigkeiten

Juli 2006 Fa. Josef Felbermair, Gunskirchen
➤ Allgemeine Bürotätigkeiten

Juli/August 2007 Freiwillige soziale Sommereinsätze
➤ Einsatz bei 3 Familien mit behinderten Kindern

Juli 2008, 2009 & 2010 Fa. Lidl, Lindach
➤ Bürotätigkeit in der Expansion

August 2008 Freiwilliger sozialer Sommereinsatz
➤ Betreuung von Kindern in einem Ferienheim

Sept. 2010 – Juli 2011 ehrenamtliche Nachhilfe bei Lobby 16
➤ Englisch-, Deutsch- und Mathematiknachhilfe für junge Flüchtlinge

Nov. 2010 – Juli 2011 Jung und Alt
➤ Besuchsdienst für zwei ältere Damen

August/September 2011	Praktikum in einem geriatrischen Tageszentrum der Caritas Socialis
Oktober - Dezember 2011	Praktikum bei Rat auf Draht ➤ Telefonische Beratung für Kinder und Jugendliche
Seit Jänner 2012	Betreuung eines autistischen, jungen Mannes
Juli/August 2012	Praktikum am Institut für Angewandte Sozialpsychologie und Konsumentenverhaltensforschung der Universität Wien