

**Untersuchungen zu visuellen und psychophysiologischen Effekten von
Fernsehen mit dynamischer Hintergrundbeleuchtung**

Resümee der Studienergebnisse

H. Plischke¹, S. Schauer¹, A. Schülke¹, G. Kempter²

**¹Generation Research Program, Bad Tölz
Humanwissenschaftliches Zentrum
der Universität München**

**²Fachhochschule Vorarlberg,
UCT Research**

30.05.2007

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG.....	2
2	BETEILIGTE INSTITUTE	2
3	MATERIAL UND METHODEN	2
4	MESSUNGEN UND ERGEBNISSE	3
5	FAZIT	8
6	LITERATURVERZEICHNIS.....	8

1 Einführung

Die durchgeführte Studie zu den visuellen und psychophysiologischen Effekten von Fernsehen mit dynamischer Hintergrundbeleuchtung orientierte sich an einer von Bullough, Akashi, Fay & Figueiro im Jahre 2006 durchgeführten Untersuchung. Diese wurde am Lighting Research Center (LRC) des Rensselaer Polytechnic Institute in Kooperation mit Philips Lighting erhoben (Bullough et al. 2006). Die neuerliche Studie untersuchte den Einfluss von Philips Ambilight auf die visuelle und zerebrale Ermüdung und - damit zusammenhängend - auf das Wohlbefinden des Zuschauers.

2 Beteiligte Institute

Die Studie wurde am Generation Research Program (GRP) der Ludwig-Maximilians-Universität München durchgeführt. Das GRP befasst sich seit 2001 mit der Schnittstelle Mensch - Technologie. Ein interdisziplinäres Team widmet sich der Untersuchung von Nutzungsqualität, Barrierefreiheit, Akzeptanz sowie „Joy of Use“ von Produkten. Der Schwerpunkt liegt auf der Erhebung von psychophysiologischen und medizinischen Parametern am Menschen. Neben der Auseinandersetzung mit universitären grundlagenwissenschaftlichen Fragestellungen findet anwendungsbezogene Forschung und Auftragsforschung unter dem Management der Generation Research GmbH statt.

Ansprechpartner: Dr. med. Herbert Plischke

Das interdisziplinäre Forschungszentrum für Nutzerzentrierte Technologien UCT Research (User Centered Technologies Research) an der Fachhochschule Vorarlberg fungierte bei der Studie als Partner bei der Datenanalyse der elektrophysiologischen Parameter. UCT Research beschäftigt sich mit der nutzerzentrierten Produktoptimierung. Das allgemeine Ziel sind benutzerfreundliche Produkte, die effizient und effektiv sind und zufriedenstellende Resultate liefern.

Ansprechpartner: Prof. Dr. Guido Kempfer

3 Material und Methoden

Getestet wurde eine Gruppe von 33 deutschen Probanden im Alter zwischen 30 und 57 Jahren mit ausgewogenem Geschlechterverhältnis. An einer Wand des Raumes war ein Flachbildfernseher (Ambilight, Philips) angebracht. In etwa vier Meter Entfernung saß die Testperson in einem bequemen Lehnstuhl. Sowohl Temperatur als auch Luftdruck wurden mit einer handelsüblichen Wetterstation kontrolliert. Während der Darbietung des Filmmaterials befand sich die Testperson allein im Testraum.

Die Bedingung ohne Ambilight definierte sich als Zustand in einem abgedunkelten Raum mit einer eingeschalteten normalen Raumleuchte (Beleuchtungsstärke 3 Lux gemessen am Fernseher) im Gegensatz zu der dynamischen Lichtsituation mit Ambilight.

Die Testpersonen sahen einen 75minütigen Ausschnitt eines ausgewählten Films einmal mit Ambilight und einmal ohne. Die 75 Minuten wurden in 15 Zeitfenster à fünf Minuten unterteilt und die berechneten Parameter je Sequenz unter der Bedingung mit und ohne Ambilight verglichen. Um Fluktuationen der zirkadianen Rhythmik zu vermeiden, wurden die Probanden an zwei aufeinanderfolgenden Tagen jeweils zur gleichen Uhrzeit getestet. Um Reihenfolgeeffekte (z. B. geringere Spannung durch das Sehen des gleichen Films) zu vermeiden, wurde die Reihenfolge permutiert, d. h. die eine Hälfte der Probanden durchlief zunächst Setting 1 (mit Ambilight) und am darauffolgenden Tag Setting 2 (ohne Ambilight). Die andere Hälfte durchlief zunächst Setting 2 (ohne Ambilight) und am darauffolgenden Tag Setting 1 (mit Ambilight).

Gemessen wurden Parameter der Augenbeanspruchung sowie der visuellen und zerebralen Ermüdung. Dabei wurden Verfahren zur Erfassung der subjektiven Bewertung (semantische Differenziale) verwendet sowie objektive Parameter wie Reaktionszeiten und Latenz/Amplitude ereigniskorrelierter Potentiale, Herzfrequenz und Hautleitfähigkeit erhoben.

Die Hypothesen dieser experimentellen Studie wurden mittels t-Tests (Mittelwertsvergleiche) an gepaarten Stichproben beziehungsweise mittels Varianzanalyse (ANOVA) getestet.

Statistisch getestet wurden jeweils Nullhypothesen (H0), die postulieren, dass kein Unterschied zwischen den Bedingungen mit und ohne Ambilight besteht. Die Alternativhypothesen (H1) gehen dagegen davon aus, dass ein Unterschied zwischen den Bedingungen vorliegt. Bei signifikanten Unterschieden ließen sich die Nullhypothesen mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5% verwerfen und die Alternativhypothesen konnten angenommen werden.¹

4 Messungen und Ergebnisse

Aus der Vielzahl der untersuchten Daten lassen sich drei Hauptaussagen ableiten, die durch signifikante Parameterunterschiede belegt werden können (siehe Abbildung 1). Diese signifikanten Ergebnisse sind nachfolgend zusammenfassend dargestellt:

- Weniger Anstrengung des Gehirns („mental workload“) und mehr Aufnahmekapazität für andere Außenreize
- Fernsehen mit Ambilight ermöglicht eine stärkere „emotionale Aktivierung“
- Mehr geistige Leistungsfähigkeit nach dem Fernsehen mit Ambilight

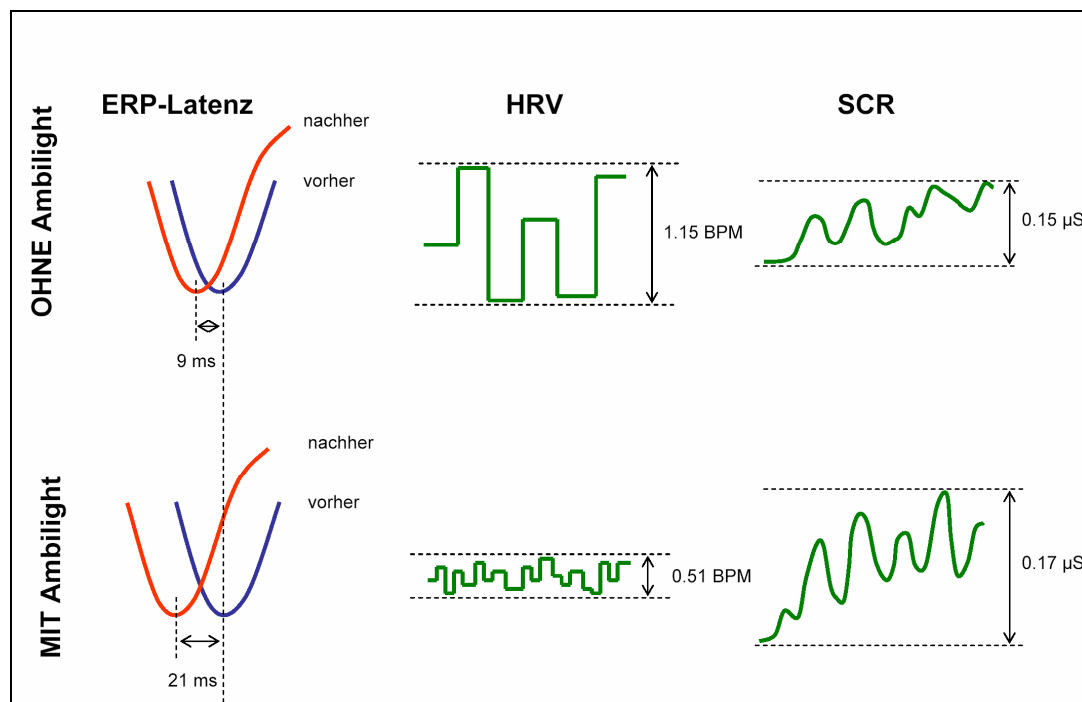


Abbildung 1: Zusammenfassung der signifikanten Parameter als Grafik. Im Vergleich zu Fernsehen mit 3 Lux Raumbeleuchtung ergibt sich beim Fernsehen mit Ambilight: Weniger Belastung für das Gehirn (HRV), eine stärkere emotionale Einbindung während des Fernsehens (SCR) und eine schnellere kognitive Verarbeitungsleistung nach dem Fernsehen (ERP-Latenz, p300)

¹ Signifikant bedeutet, dass die Unterschiede zwischen den Bedingungen mit und ohne Ambilight mit einer Fehler-Wahrscheinlichkeit von weniger als 5% ($p < 0,05$) als nicht zufällig angenommen werden. Hochsignifikante Ergebnisse haben eine Fehler-Wahrscheinlichkeit von 0,5% ($p < 0,005$), höchstsignifikante Ergebnisse eine Fehler-Wahrscheinlichkeit von 0,1% ($p < 0,001$).

Zur Überprüfung der Hypothesen wurden die im Folgenden beschriebenen Messverfahren angewendet.

4.1 Aussage 1: Weniger Anstrengung des Gehirns (mental workload) beim Fernsehen und mehr Aufnahmekapazität für andere Außenreize

Beschreibung der Messung

Anhand von Elektrokardiogrammen (EKGs) wurde die Herzrate der Probanden erfasst. Die Herzratenvariabilität (HRV) ist ein Indikator für die sympathische und parasympathische Aktivität des Zentralnervensystems und kann damit als Indikator für Entspannung und Aktiviertheit betrachtet werden. Bei Bedingungen der Entspannung zeigt die Herzrate in gewissen Frequenzbereichen für gewöhnlich eine erhöhte Variabilität, wohingegen unter Bedingungen der mentalen Anstrengung die Herzrate konstanter ist. Ausgewertet werden mehrere Frequenzbereiche (niederer, mittlerer und hoher Bereich) dieser Variabilität mit der Annahme, dass die Dichte des mittleren Frequenzbandes bei geringem „mental workload“ erhöht und umgekehrt herabgesetzt ist, wenn die Personen angestrengt oder gestresst sind (Iszó, L., 2001). Zudem wurde ein Accelerationsparameter berechnet (HRVraw), der Aussagen über die Aufnahmefähigkeit von Aussenreizen, den sog. „environmental intake“, ermöglicht (Lacey, J. I., 1967).

Ergebnis

Die Ergebnisse liefern signifikante Unterschiede der Herzratenvariabilität gemessen mit dem Parameter HRVmid (siehe Abbildung 2). Die signifikant niedrige HRVmid indiziert eine höhere mentale Anstrengung (mental effort) bei der Bedingung ohne Ambilight, d. h. Fernsehen mit Ambilight ist signifikant weniger belastend für das Gehirn.

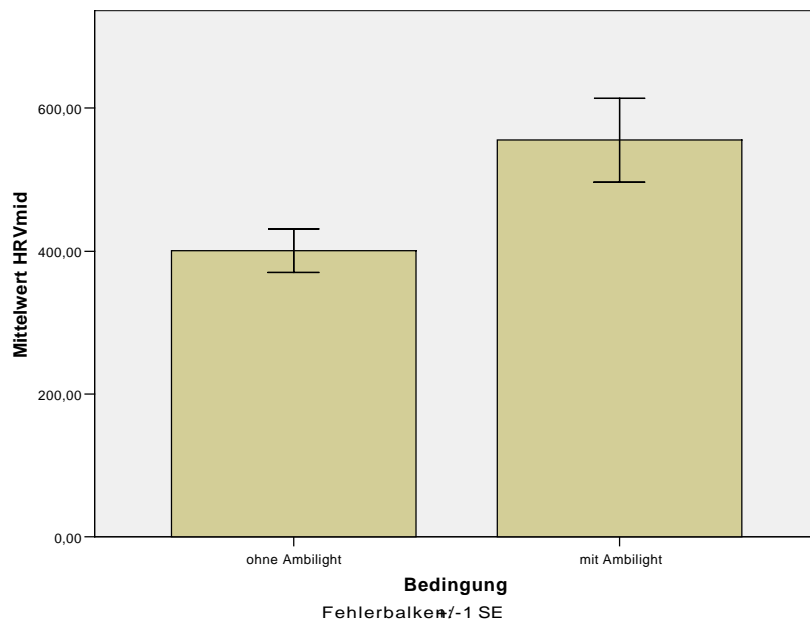


Abbildung 2: Darstellung des Parameters HRVmid der Herzratenvariabilität. Niedrige HRVmid indiziert eine höhere mentale Anstrengung („mental workload“).

Die HRVraw ist Teil eines psychophysiologischen Musters, das „environmental intake“ indiziert. Dieser Herzfrequenzparameter deutet auf eine erhöhte geistige Aufnahmekapazität für Außenreize hin. Die Differenzen der Herzratenvariabilität gemessen mit dem Parameter HRVraw zeigen ein höchstsignifikantes Ergebnis. Unter der Ambilight-Bedingung sind die Personen offener für die „Aufnahme von Außenreizen“ (vgl. Abbildung 3).

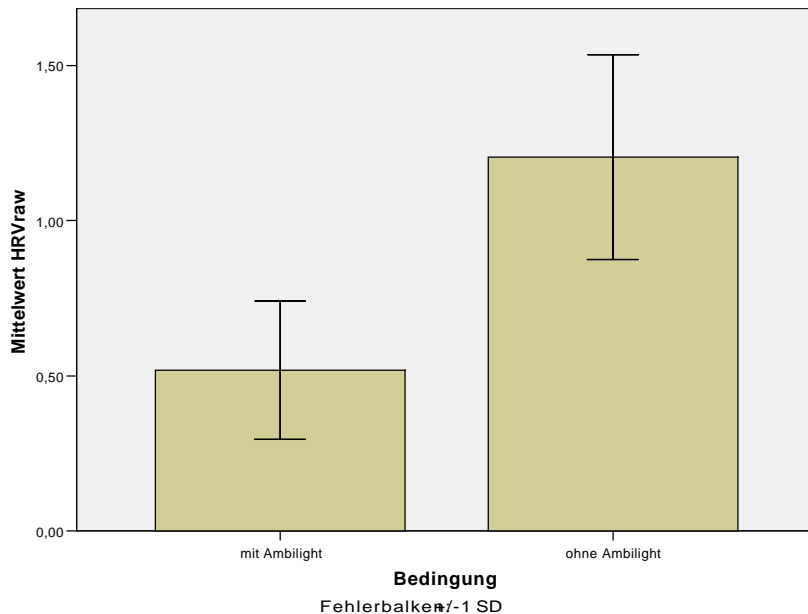


Abbildung 3: Darstellung des Parameters HRVraw der Herzratenvariabilität. Niedrigere HRVraw indiziert eine höheres „environmental intake“, also eine erhöhte Aufnahmebereitschaft für Außenreize.

4.2 Aussage 2: Fernsehen mit Ambilight ermöglicht eine stärkere emotionale Aktivierung.

Beschreibung der Messung

Mittels elektrodermalen Aktivität (EDA) wird die elektrische Leitfähigkeit der Haut aufgrund sympathisch aktivierter Transpiration auf der Handfläche gemessen. Im Rahmen psychophysiologischer Experimente lässt sich mit Hilfe des Hautleitfähigkeitsniveaus (Skin Conductance Level, SCL) sowie der Hautleitfähigkeitsreaktion (Skin Conductance Response, SCR) der Erregungszustand bezogen auf einen bestimmten Reiz messen. Diese Parameter können somit einen Hinweis auf das Ausmaß an emotionaler Involviertheit bezüglich eines wahrgenommenen Ereignisses liefern.

Ergebnis

Hautleitwertsänderungen während des Fernsehens gemessen mit dem Parameter SCR zeigten signifikant mehr sympathikotone Impulse in der Bedingung mit Ambilight als ohne Ambilight bei der Betrachtung einer identischen Szene (siehe Abbildung 4). Höhere Werte entsprechen einem stärkeren emotionalen Involvement.

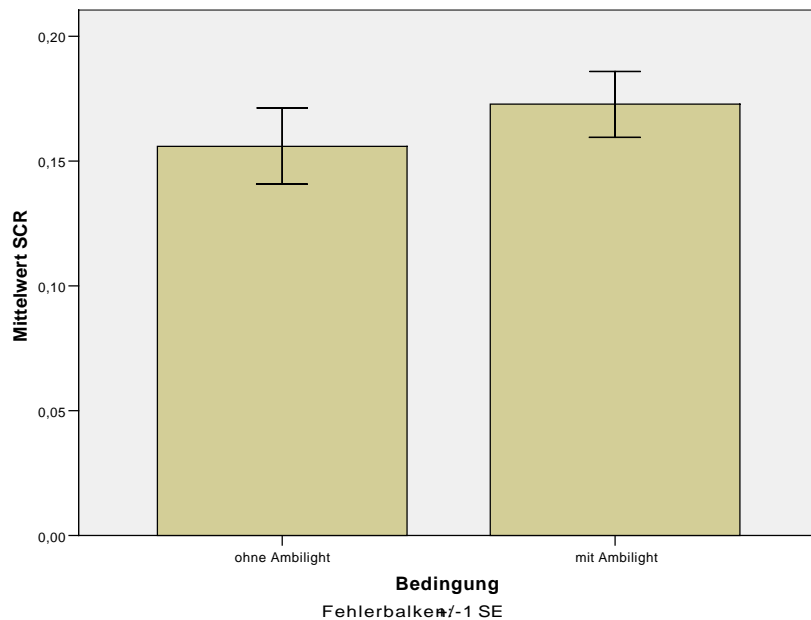


Abbildung 4: Darstellung des Mittelwertes der Hautleitwertsreaktion (SCR). Höhere Werte entsprechen einem stärkeren emotionalen Involvement.

4.3 Aussage 3: Mehr geistige Leistungsfähigkeit nach dem Fernsehen mit Ambilight

Beschreibung der Messung

Auf einen am Bildschirm präsentierten Zielreiz (Landoldt-Ring) reagiert der Proband mit einem messbaren visuell evozierten Potential (VEP). Soll der Proband nur auf spezielle Stimuli reagieren (rechts offene Landoldt-Ringe), ergeben sich in den gemessenen Signalen spezifische Potentialschwankungen ca. 300 ms nach Darbietung des Stimulus. Aus dieser sogenannten P300 Welle können die Latenz (Zeitverschiebung des Maximums) und die Amplitude des Maximums als Indikatoren für psychophysiologische Vorgänge verwendet werden. Eine kürzere Latenz stellt einen Indikator für schnellere kognitive Verarbeitung (weniger Ermüdung) dar, eine geringere Amplitude ist ein Indikator für eine geringere Kapazität zur Rekrutierung von potentialbildenden Nervenzellen (höhere Ermüdung).

Ergebnis

Mittels Elektroenzephalogramm (EEG) wurden ereigniskorrelierte Potentiale (EKPs) berechnet. Diese zeigten nach dem Fernsehen mit Ambilight schnellere Verarbeitungszeiten für kognitive Aufgaben (gemessener Differenzvektor fronto-occipital, EEG1_3) (siehe Abbildung 5).

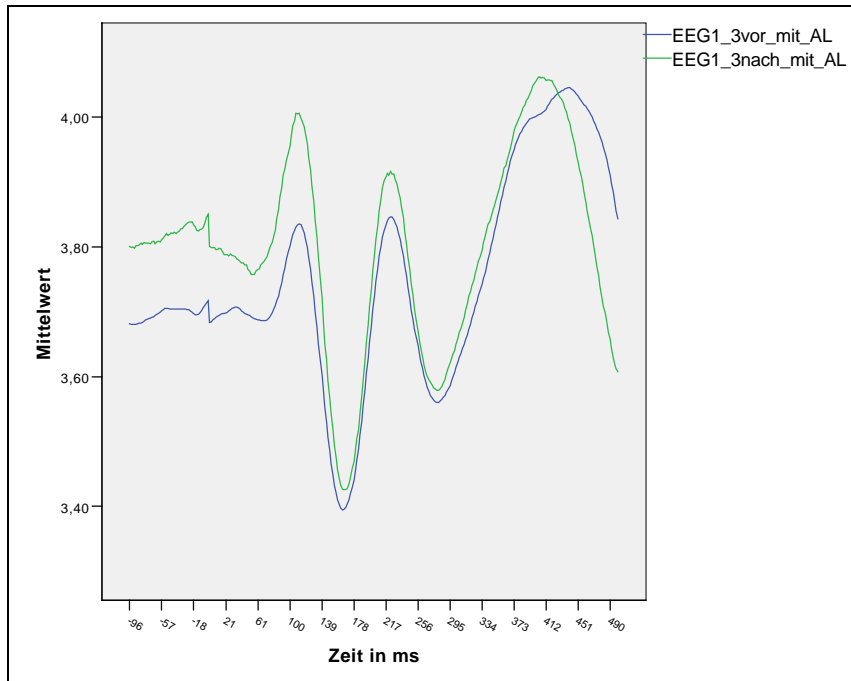


Abbildung 5: Visuell evoziertes Potential mit gemessener P300 vor und nach dem Film (mit Ambilight) als positiver Wellenberg (Darstellung 100ms vor dem Reiz bis 500 ms nach dem Reiz)

Die Ergebnisse der EKP-Messung liefern hinsichtlich der Latenz statistisch hochsignifikante Unterschiede. Unter beiden Bedingungen waren die Testpersonen nach dem Film schneller in der kognitiven Verarbeitung der dargebotenen Reize. Hochsignifikant schneller waren die Testpersonen nach Betrachten des Films mit Ambilight. Durch die zufällige Verteilung der Bedingungen auf ersten und zweiten Messtag sind Reihenfolgeeffekte (durch das zweimalige Sehen des gleichen Filmes) ausgeschlossen.

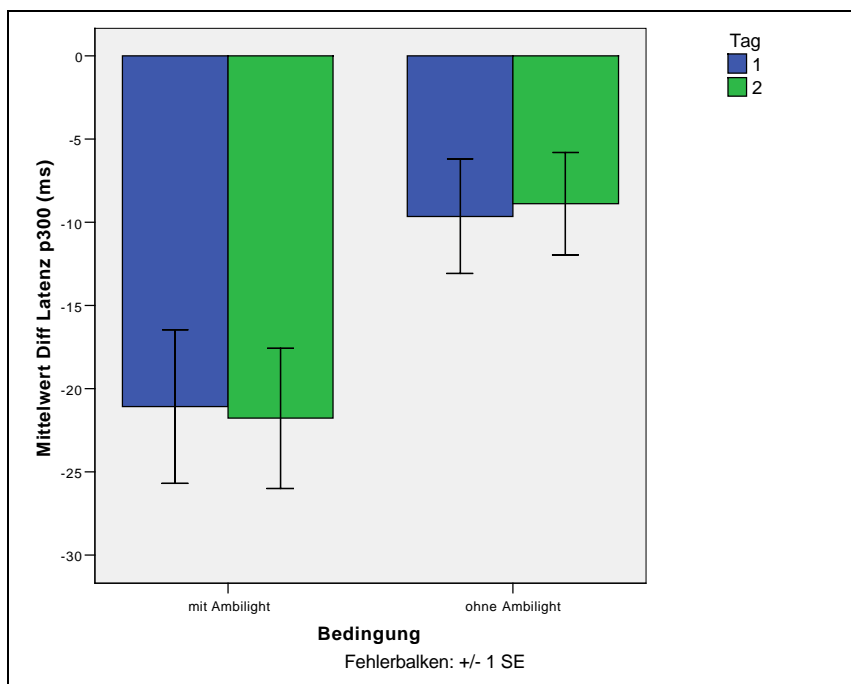


Abbildung 6: Darstellung der Latenzdifferenzen der P300 Welle. Nach dem Fernsehen mit Ambilight war das Auftreten der p300 Welle im Mittel um 21ms früher, verglichen mit ca. 9ms Latenzdifferenz nach dem Fernsehen mit 3 Lux Raumbelichtung. Aufgeschlüsselt nach Tag 1 und Tag 2.

5 Fazit

Im Vergleich zum Fernsehen mit einer Raumbelichtung von 3 Lux ergeben sich beim Fernsehen mit Ambilight:

- eine geringere Belastung für das Gehirn während des Fernsehens
- eine stärkere emotionale Einbindung in das Geschehen auf dem Bildschirm
- eine schnellere kognitive Verarbeitungsleistung nach dem Fernsehen.

Erstmals konnte in unserer Studie gezeigt werden, dass sich Herzfrequenzparameter und Hautleitwertreaktion für die Messung von Beleuchtungseinflüssen beim Fernsehen eignen. Wie in jeder wissenschaftlichen Studie müssen die Ergebnisse von anderen Gruppen repliziert werden. Bestätigt wurden in unserer Studie die EKP-Messungen von Bullogh et al. (2006), die auch eine schnellere Verarbeitungsgeschwindigkeit nach dem Fernsehen mit der Bedingung Ambilight feststellten.

6 Literaturverzeichnis

Bullough, J. D., Akashi, Y, Fay, Ch. R. & Figueiro, M. G. (2006). Impact of Surrounding Illumination on Visual Fatigue and Eyestrain While Viewing Television. *Journal of Applied Sciences*, 6 (8), pp. 1664-1670.

Iszó, L (2001). *Developing Evaluation Methodologies for Human-Computer Interaction*. Delft University Press.

Lacey, J. I. (1967). Somatic response patterning and stress : Some revision of activation theory. In M. H. Appley & R. Trumbull (Eds.), *Psychological stress : Issues in research*. New York : Appleton-Century-Crofts.

Polich, J., Kok, A. (1995). Cognitive and biological determinants of P300: an integrative review. In: *Biological Psychology*, 41, pp. 103-146.

Hjortskov N, Rissen D, Blangsted AK, Fallentin N, Lundberg U, Sogaard K. The effect of mental stress on heart rate variability and blood pressure during computer work. *Eur J Appl Physiol* 2004; 92:84-9.