

Blinzelverhalten als mögliche User-State Analysemethode

Holger HEPPNER, Stephan GETZMANN, Edmund WASCHER

*Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

Kurzfassung: Augenblinzler gelten als möglicher Indikator für den Abschluss diskreter Schritte in der Informationsverarbeitung. Da sie zudem mit wenig Aufwand erfassbar sind, ist der Einsatz als User-State Analysemethode vorstellbar. In einer Reihe von visuellen Wahrnehmungsexperimenten haben wir den Zusammenhang von Blinzelverhalten und kognitiven Prozessen festgestellt. In der aktuellen Studie zeigen wir, dass Blinzelverhalten auch in einem rein auditiven Experiment ohne visuelle Reizdarbietung kognitive Prozesse widerspiegelt. Während kritische Informationen präsentiert werden, werden Blinzler vermieden, danach erscheinen sie regelmäßig und scheinen den Abschluss von Informationsverarbeitungsschritten zu markieren. Damit bietet das Blinzelverhalten einen möglichen Zugang zu Userverhalten auch im Kontext geistiger Arbeit.

Schlüsselwörter: User-State Analyse, Eye-Tracking, EOG, Augenblinzeln

1. Einführung

Es ist bekannt und intuitiv gut fassbar, dass das Blickverhalten eng mit menschlicher Informationsverarbeitung zusammenhängt. Weniger ist bekannt über die Rolle, die Augenblinzler dabei spielen. In der Vergangenheit konnten Zusammenhänge zwischen Blinzlern, Mechanismen von Informationsverarbeitung und der damit verbundenen neurophysiologischen Aktivität festgestellt werden (Stern et al. 1984; Berg et al. 1988; Orchard & Stern 1991). Aus der gemessenen Blinzelrate wurden Rückschlüsse auf die dopaminerge Aktivität und damit auf Aspekte kognitiver Kontrolle gezogen (Karson, 1983; Karson et al., 1990 Colzato et al., 2008). Die Varianz der Blinzelrate ist allerdings speziell während der Bearbeitung von kognitiv fordernden Aufgaben sehr hoch. Wir können zeigen, dass sich das Blinzelverhalten bei der Bearbeitung von Aufgaben an diese anpasst und kognitive Prozesse sich im Timing der Blinzler abbilden (Heppner et al., eingereicht). Augenblinzler scheinen hierbei vor allem einen Abschluss der Informationsverarbeitung zu markieren und unterstützen so die Strukturierung des Informationsflusses.

Blinzler sind insbesondere im Vergleich zu anderen Parametern des Blickverhaltens wie Fixationen, Sakkaden oder Pupillendilatation relativ einfach. Eine gewöhnliche Kamera genügt um mit einfacher Bildverarbeitung Blinzler in Echtzeit zuverlässig zu identifizieren.

Wenn wir mehr über die Informationen erfahren, die im Blinzelverhalten widerspiegelt werden, könnten Blinzler als objektives Messverfahren bei User-State-Analysen Anwendung finden. Deswegen erforschen wir das Blinzelverhalten unter verschiedenen Bedingungen und bei der Bearbeitung verschiedener Aufgabenstellungen.

1.1 Erfassung von Blinzlern

Bei der Erforschung des Blinzerverhaltens setzen wir elektrookulographische Verfahren (EOG) ein. Augenblinzler sind in diesen Signalen als Ausschläge mit bloßem Auge deutlich zu erkennen. Bei der automatisierten Analyse verwenden wir einen Algorithmus, der nach diesen charakteristischen Ausschlägen sucht und deren Maxima markiert. Dieses Verfahren ist sehr effektiv und benötigt lediglich zwei Elektroden. Doch auch ohne elektrophysiologische Methoden sind Blinzler leicht zu erfassen. Kontaktlose Remote Eye-Tracking Systeme, die neben der nötigen Software wenig mehr als eine einfache Kamera benötigen, sind eine praktikable Lösung. Die Algorithmen zur Blinzelerkennung bei Eye-Tracking Verfahren sind inzwischen so weit fortgeschritten, dass eine einfache Webcam genügt um Augenbewegungen kontaktfrei zu messen. Augenblinzler haben zusätzlich den Vorteil, dass ihre Erfassung weder eine sorgfältige Kalibrierung noch das Vermeiden von starken Kopfbewegungen erfordert, wie es für eine genaue Erfassung von z.B. Fixationen und Sakkadensprüngen notwendig ist.

1.2 Informationen aus Blinzerverhalten

Es ist noch unklar, welche Blinzelparameter zur Ableitung von Informationen über kognitive Prozesse und Zustände nützlich sind. Wir konnten belegen, dass die Blinzlerate deutlich durch das aufgabenbezogene Timing von Blinzlern geprägt wird, welches die Abschlüsse kognitiver Verarbeitungsschritte zu reflektieren scheint (Heppner et al., eingereicht). Vielversprechend sind auch die Dauer und Amplitude von Blinzlern, die möglicherweise Ermüdung widerspiegeln können. Hier befassen wir uns hauptsächlich mit dem Blinzeltiming, da es mit dem zeitlichen Verlauf von Handlungen in Bezug gebracht und entsprechend interpretiert werden kann. Aus der Kombination von Handlung und dem Einblick in die kognitive Verarbeitung, die das Blinzerverhalten liefert, könnten daher zukünftig Rückschlüsse auf User Zustände wie Überforderung, Unsicherheit oder Expertise gezogen werden.

2. Blinzerverhalten in einfachen Experimenten

Um zu erforschen, ob das Blinzerverhalten kognitive Verarbeitung widerspiegelt, werteten wir verschiedene choice response Experimente aus, bei denen Reize erkannt und eine korrekte Antwortreaktion ausgeführt werden musste. Es zeigte sich bei Experimenten mit visueller Reizdarbietung, dass Blinzler vor allem am Ende eines Trials auftraten (Heppner et al., eingereicht). Des Weiteren verhielt sich die Latenz dieser Blinzler zum Stimulus analog zu den Reaktionszeiten, sodass aufgabenspezifische Verhaltenseffekte ebenso im Blinzeltiming zu finden waren. Dieses Blinzeltiming war selbst in NoGo-Trials, in denen keine Antwort erfolgte, zu finden und damit unabhängig von der Handlungsausführung der Reaktion. In diesen Fällen ist nur das Blinzerverhalten als Maß vorhanden und trotzdem geeignet um sinnvoll interpretierbare Ergebnisse über kognitive Prozesse zu liefern.

Um zu prüfen, ob das Blinzerverhalten nur im Zusammenhang mit visuellen Reizdarbietungen kognitive Informationsverarbeitung reflektiert und somit eher mit den Mechanismen visueller Wahrnehmung zusammenhängt, haben wir hier das Blinzerverhalten während eines Experimentes mit ausschließlich auditiver Reizdarbietung untersucht. Dabei wurde eine realitätsnahe

Sprachverstehensaufgabe verwendet, bei der eine Börsen-Situation mit verschiedenen Sprechern simuliert wurde.

2.1 Methoden

46 Versuchspersonen (davon 22 weiblich) im Alter zwischen 21 und 74 Jahren (Mittelwert = 45.5, sd = 19.75) nahmen am Experiment teil. Das EOG wurde mit 6 Elektroden aufgenommen, von denen aber nur die beiden vertikal platzierten Elektroden des rechten Auges zur Analyse verwendet wurden.

Der Versuchsraum war diffus beleuchtet, aber es waren keine aufgabenrelevanten visuellen Reize präsent. Die Versuchspersonen nahmen vor 4 halbkreisförmig aufgestellten Lautsprechern Platz. Mittels eines Lautsprechers wurde ein Firmenname gefolgt von einer kurzen Zahl präsentiert. Wenn eine bestimmte Zielfirma (z.B. „Bosch“) genannt wurde, mussten die Versuchspersonen die folgende Nummer als höher (Zahlenwerte 6 – 9) oder niedriger (Zahlenwerte 1 – 4) als 5 beurteilen und eine entsprechende Taste betätigen. Wurde ein anderer Firmenname genannt, sollte keine Reaktion ausgeführt werden. Der zeitliche Ablauf und die Präsentationszeiten eines Trials sind der Abbildung 1 zu entnehmen. Insgesamt wurden 256 Trials präsentiert, von denen die Hälfte den Zielreiz beinhalteten (Go-Trials) und die andere Hälfte nicht (NoGo-Trials). Go und NoGo-Trials wurden randomisiert dargeboten.



Abbildung 1: Ablauf eines Trials. Die Reaktion musste innerhalb der letzten 1600 ms erfolgen.

Auf Grundlage der Reizpräsentationszeiten wurden für die statistische Analyse drei Zeitfenster definiert, in denen die Häufigkeit von Blinzlern festgestellt werden sollte.

- Die Zeit von Beginn des Trials bis nach der Präsentation des Firmennamens, d.h. vor und während der ersten Reizdarbietung, bevor Go- und NoGo-Trials sich unterschieden (0 ms – 1299 ms)
- Die Zeit nach der Präsentation des Firmennamens bis nach der Präsentation der Nummer, d.h. während der handlungsrelevanten Information (1750 ms – 2399 ms)
- Die Zeit nach der Präsentation der handlungsrelevanten Zahl bis zum Ende des Trials, in dem gegebenenfalls die Reaktion erfolgen sollte. (2400 ms – 4000 ms)

Für jeden Blinzler wurde die Latenz zum Trialbeginn, also der Zeitpunkt während des Trials an dem der Blinzler auftritt, bestimmt. So konnte festgestellt werden, in welchem Zeitfenster jeder Blinzler erfolgte. Daraus wurde die Häufigkeit berechnet, mit der Blinzler in Go- und NoGo-Trials bei einer Versuchsperson in den definierten Zeitfenstern auftraten. Diese Häufigkeiten wurden mit dem zweistufigen Faktor „Go- oder NoGo-Trial“ in eine ein-faktorielle ANOVA eingegeben.

2.2 Ergebnisse

Dass sich das Blinzelverhalten zwischen Go- und NoGo-Trials deutlich unterschied, ist in Abbildung 2 deutlich erkennbar. Während der Präsentation der handlungsrelevanten Zahl (1750 – 2399 ms) sind deutlich mehr Blinzler in NoGo-Trials zu finden als in Go-Trials ($F(1, 45) = 53.92$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .55$). Nach Präsentation der Nummer (2400 - 4000 ms) sind mehr Blinzler in Go-Trials zu finden, als in NoGo-Trials ($F(1, 45) = 12.23$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .21$). Im Zeitfenster vor und während der ersten Reizpräsentation, bevor sich Go und NoGo Trials unterscheiden, finden sich keine Unterschiede zwischen Go- und NoGo-Trials ($F(1, 45) = 0.18$, $p = \text{n.s.}$, $\eta_p^2 = .004$).

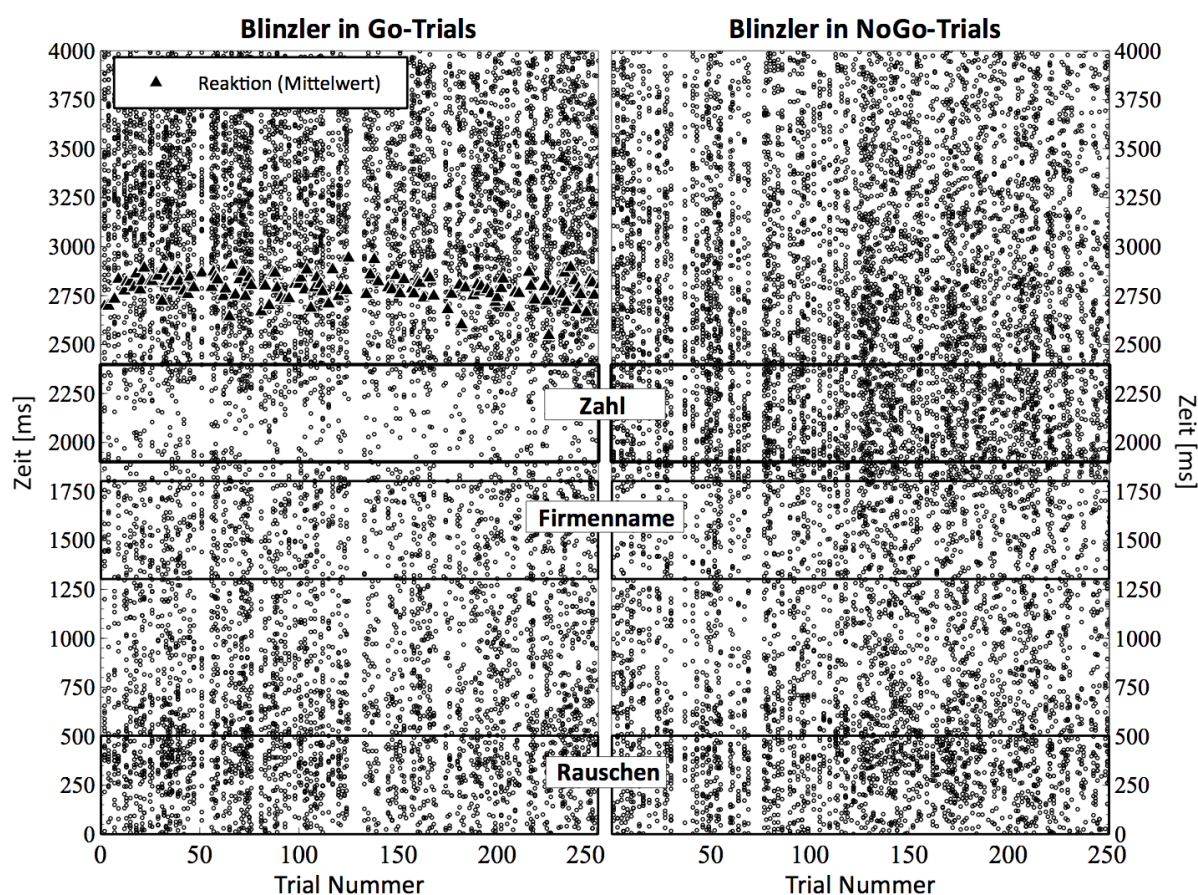


Abbildung 2: Latenzen zum Trialbeginn aller Blinzler im Verlauf von Go- und NoGo-Trials

2.3 Diskussion

Aus unseren Untersuchungen des Blinzelverhaltens bei visueller Reizdarbietung war bekannt, dass Versuchspersonen das Blinzeln während der Reizpräsentation und der darauffolgenden Reizverarbeitung vermeiden und vorzugsweise erst nach der Reaktion blinzeln. Da bei auditorischen Reizen keine Gefahr besteht, Information zu verpassen und die Trials in diesem Experiment mit 4 Sekunden deutlich länger dauerten, war es wahrscheinlich, dass mehrmals während eines Trials geblinzelt würde und verschiedene Versuchspersonen Blinzler an unterschiedlichen Zeitpunkten platzieren würden.

In Go-Trials traten Blinzler vor allem nach der Reaktion auf und wurden insbesondere während der Präsentation der relevanten Nummer, welche für die korrekte Reaktion wichtig war, vermieden. In NoGo-Trials traten Blinzler dagegen vor allem nach dem Firmennamen, zeitgleich mit der Präsentation der Nummer auf. Es liegt nahe, dass nach Interpretation des Firmennamens für die folgende Nummer eine erhöhte Aufmerksamkeit aufrechterhalten bzw. aufgegeben wird, wobei die Blinzler das Ende dieses Aufmerksamkeitsfenster zu markieren scheinen.

Unsere Daten deuten somit darauf hin, dass das Blinzerverhalten auch ohne eine visuelle Wahrnehmungskomponente strukturierende Aspekte in der Informationsverarbeitung widerspiegelt. Es finden sich Hinweise auf die Vermeidung von Blinzlern während der Präsentation relevanter Stimuli und bevorzugtes Blinzeln nachdem eine Entscheidung gefallen ist.

3. Anwendungsmöglichkeiten

Die Ergebnisse verdeutlichen die Nützlichkeit der Analyse von Blinzlern als Indikator für kognitive Prozesse. Diese Nutzungsmöglichkeiten von Blinzlern sind insbesondere wegen der leichten Erfassbarkeit vielversprechend.

Die Ergebnisse lassen vermuten, dass verstärktes Blinzeln während kritischer Phasen bei der Bearbeitung einer Aufgabe auf eine beeinträchtigte Informationsverarbeitung hindeuten kann. Wenn solche Phasen an einem Arbeitsplatz definiert und mit dem Blinzerverhalten von MitarbeiterInnen in Verbindung gebracht werden können, wäre eine denkbare Anwendung als User-State Analysemethode denkbar.

Der Einsatz von Blinzerverhalten als User-State-Analysemethode an Arbeitsplätzen funktioniert umso besser, je gleichmäßiger der Arbeitsfluss ist, wie es in den beschriebenen Experimenten der Fall ist. Es ist dann wahrscheinlicher, dass sich ein klares, charakteristisches, interpretierbares Blinzelmuster ergibt. Durch Abweichungen in der Regelmäßigkeit des Blinzerverhaltens könnten z.B. Ermüdung, Aufmerksamkeitsdefizite und Überforderungszustände abgeleitet werden, die eine erhöhte Fehlergefahr darstellen. An Arbeitsplätzen, die nur von wenigen Mitarbeitern genutzt werden, könnte durch die Erstellung von individuellen Profilen der Arbeiter das Erkennungsverfahren zusätzlich verbessert werden.

4. Literatur

- Berg P, Davies M B (1988) Eyeblink-related potentials. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*. 69, 1, 1-5.
- Colzato L S, Slagter H A, Spapé, M M A, Hommel B (2008). Blinks of the eye predict blinks of the mind. *Neuropsychologia*, 46(13), 3179–83.
- Heppner H, Möckel T, Kobald S O, Wascher E (submitted). Eye-blink timing in choice response tasks: More than just a reflex.
- Karson C N (1983). Spontaneous eye-blink rates and dopaminergic systems. *Brain: A Journal of Neurology*, 106 (Pt 3)(3), 643–53.
- Karson C N, Dykman R A, Paige S R (1990). Blink rates in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 16(2), 345–54.
- Orchard L N, Stern J A (1991) Blinks as an index of cognitive activity during reading. *Integrative physiological and behavioral science*. 26, 2, 108-116.
- Stern J, Wallrath L, Goldstein R (1984) The endogenous eyeblink. *Psychophysiology*. 22, 22-33.