

# Wahrnehmung akustischer Bewegungen und visueller Positionen - ein Fall audiovisueller Integration?

Rosa-Linde Fischer<sup>1</sup>, Stephan Getzmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 91054 Erlangen, Deutschland, Email: rosa-linde.fischer@ini.fau.de

<sup>2</sup> Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund, 44139 Dortmund, Deutschland, Email: getzmann@ifado.de

## Einleitung

Sowohl in der visuellen als auch in der akustischen Modalität ist der Positionsnacheffekt bekannt. Er beschreibt das Phänomen, dass nach Präsentation einer Bewegung ein statischer Stimulus entgegen der Bewegungsrichtung verschoben wahrgenommen wird [2, 4, 5]. Ehrenstein und Reinhardt-Rutland (1996) konnten zeigen, dass dieser Positionsnacheffekt auch cross-modal auftreten kann, hier löste eine visuelle Bewegung einen auditiven Positionsnacheffekt aus [3].

In der vorliegenden Arbeit wurden mehrere Experimente durchgeführt, die das Auftreten eines visuellen Positionsnacheffektes in Folge einer akustischen Bewegung untersuchten. Im ersten Experiment trat dieser Effekt auf.

In weiteren Experimenten wurde der Einfluss der Augenbewegungen kontrolliert. Es zeigte sich, dass die erwartete Positionsverschiebung *entgegen der Richtung* der akustischen Bewegung auftrat, wenn diese mit den Augen verfolgt wurde. Mussten die Probanden die Augen während der akustischen Bewegung geradeaus fixiert halten, trat dagegen eine Verschiebung *in Richtung* der akustischen Bewegung auf.

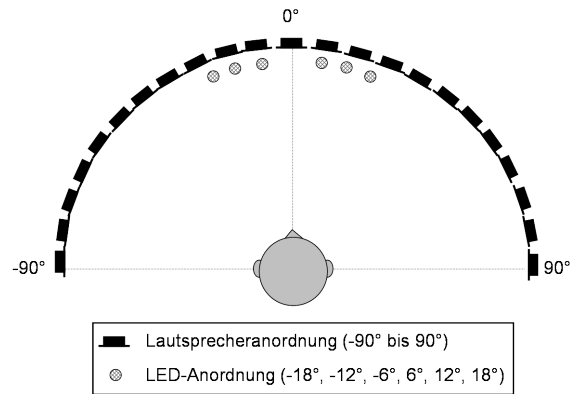
Dies deutet darauf hin, dass nicht nur die Augenbewegungen *während der akustischen Bewegung* die Wahrnehmung beeinflussen, sondern auch jene *während der Lokalisation* der visuellen Stimuli. Es ist möglich, dass sich aufgrund der Fixierung der Augen während der akustischen Bewegung ein motorisches Bewegungspotential aufbaut, das in der nachfolgenden Lokalisation zu einem Überschießen der Position führt [1]. Dieser Hypothese wurde im hier vorgestellten Experiment nachgegangen.

## Methode

Der Versuch wurde in einem dunklen, reflektionsfreien, schallgedämpften Raum durchgeführt. Die Versuchspersonen (Vpn) saßen auf einem Sitz, vor dem ein drehbarer Handzeiger montiert war. Um diesen waren halbkreisförmig 91 Lautsprecher angebracht, über die akustische Bewegungen von links nach rechts oder entgegengesetzt mit einer Geschwindigkeit von  $30^\circ/s$  dargeboten wurden. Während der Präsentation der Bewegungen (2,6s) sollten die Vpn ihre Augen geradeaus fixieren.

Als visuelle Reize dienten 6 Leuchtdioden unterhalb der Lautsprecher auf den Positionen 6, 12 und 18° rechts und links der Medianebene. Sie leuchteten nach der akustischen Bewegung für 1s auf. Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Aufgabe der Vpn bestand darin, die Positionen der visuellen Reize mit dem Handzeiger zu lokalisieren. Um



**Abbildung 1:** Schematische Darstellung der Experimentalanordnung. Darbietung von akustischen Bewegungen, nach denen die Vpn die Position der visuellen Reize mittels Handzeiger lokalisieren sollten.

den Einfluss der Augenbewegungen während der Lokalisation zu untersuchen, wurden zwei Bedingungen eingeführt, die die Vpn nacheinander absolvierten.

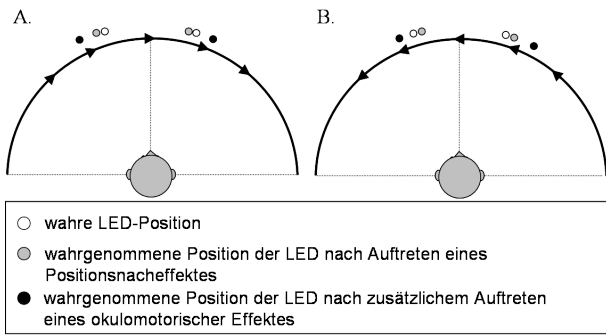
In der Bedingung *lok* durften die Vpn die Augen während der Lokalisation auf die LEDs ausrichten, in *fix* sollten sie auch während der Lokalisation die Augen geradeaus fixiert halten. Dies wurde mit einem Infrarot-Eyetracker überprüft.

Es nahmen 14 Personen an der Untersuchung teil. Die Reihenfolge von *lok* und *fix* wurde variiert. Als Kontrollbedingung dienten 2,6s dauernde, statische akustische Reize an den visuellen Positionen. Experimental- und Kontrollbedingung wurden innerhalb der zwei Versuchsbedingungen pseudorandomisiert dargeboten und für die Berechnung der normierten Positionsverschiebung voneinander abgezogen.

Es wurde erwartet, dass, wenn ein okulomotorischer Effekt in Richtung der Augenbewegungen auftritt, in der Bedingung *lok* die Positionen unabhängig von der akustischen Bewegung im linken Gesichtsfeld nach links und im rechten nach rechts verschoben sein sollten (Abb. 2). Dagegen sollte in *fix* wieder der ursprüngliche Positionsnacheffekt sichtbar werden.

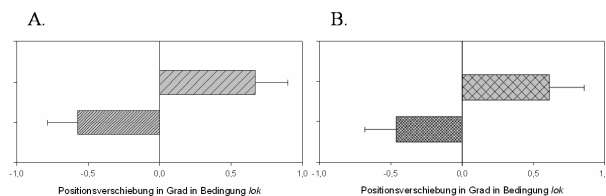
## Ergebnisse

Für die Berechnung der Verschiebung wurde die Abweichung der wahrgenommenen von den tatsächlichen Positionen der visuellen Reize bestimmt. In Abbildung 3 sind die normierten Positionsverschiebungen der Bedingung *lok* dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Positionen der visuellen Reize nach einer links-rechts-Bewegung



**Abbildung 2:** Schematische Darstellung der erwarteten Positionsverschiebungen in der Augenbewegungsbedingung *lok*, wenn ein okulomotorischer Fehler auftritt. A: Bewegung von links nach rechts; B: Bewegung von rechts nach links.

im linken Gesichtsfeld um  $0,57^\circ$  nach links, im rechten um  $0,67^\circ$  nach rechts verschoben erschienen. Für eine rechts-links-Bewegung ergab sich im linken Gesichtsfeld eine Verschiebung um  $0,45^\circ$  nach links, im rechten um  $0,59^\circ$  nach rechts. Damit entsprachen die Ergebnisse dem in Abbildung 2 dargestellten Muster.



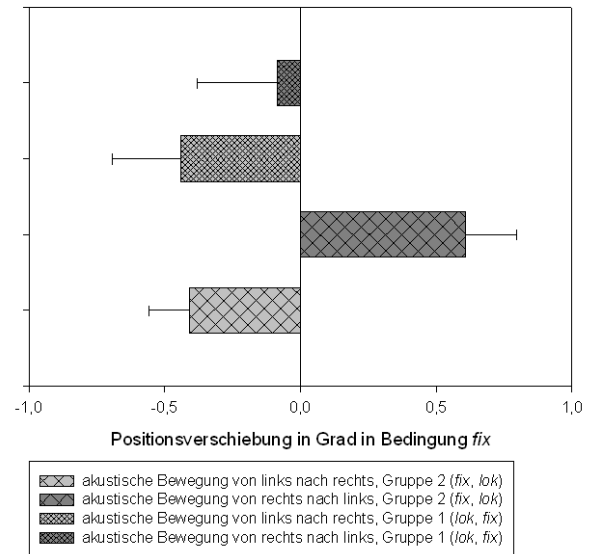
**Abbildung 3:** Normierte Positionsverschiebung in *lok* abhängig von der Präsentation des visuellen Reizes links oder rechts der Medianebene und akustischen Bewegung (A.: links nach rechts bzw. B.: rechts nach links). Ein negativer Wert stellt eine Verschiebung nach links, ein positiver Wert nach rechts dar. Die Fehlerbalken geben den Standardfehler gemittelt über die Versuchspersonen an.

In *fix* zeigten sich in Abhängigkeit der Reihenfolge der Durchführung von *lok* und *fix* signifikante Unterschiede ( $t_{(1,12)} = -2,200; p \leq .05$ ). Während die Versuchspersonen, für die *fix* die zweite Bedingung war, unabhängig von der Bewegungsrichtung einen Positionsnacheffekt aufwiesen, trat für die Versuchspersonen, für die *fix* die erste Bedingung war, nur bei der links-rechts-Bewegung eine Positionsverschiebung entgegen der Bewegungsrichtung auf (siehe Abb. 4).

### Diskussion

Die Ergebnisse des Experimentes sprechen für das Auftreten eines auditiv-visuellen Positionsnacheffektes. Das Ergebnismuster in *lok* unterstützt die Annahme, dass ein okulomotorischer Effekt den Positionsnacheffekt überlagern kann. Der Reihenfolgeeffekt in *fix* lässt vermuten, dass Übungs- oder Lerneffekte einen Einfluss auf den Positionsnacheffekt haben. Eine andere Erklärung ist, dass die Einflussstärke der akustischen auf die visuelle Modalität bei mangelnder visueller Stimulation zunimmt.

Die Versuche haben neben Hinweisen auf die Existenz



**Abbildung 4:** Normierte Positionsverschiebung in *fix* in Abhängigkeit der Bewegungsrichtung und der Reihenfolge der Bedingungen. Dabei stellt ein negativer Wert eine Verschiebung entgegen der akustischen Bewegung dar, ein positiver Wert in Bewegungsrichtung. Die Fehlerbalken geben den Standardfehler gemittelt über die Versuchspersonen an.

eines auditiv-visuellen Positionsnacheffektes vor allem gezeigt, dass Augenbewegungen grundsätzlich unterbunden und Trainings- und visuelle Deprivationsphasen vorge-schaltet werden sollten. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Untersuchung des auditiv-visuellen Positionsnacheffektes einen sehr speziellen Untersuchungsrahmen erfordert, zu deren Bestimmung die beschriebenen Experimente beigetragen haben.

### Literatur

- [1] Cohen Y. E. & Andersen, R. A.: Multisensory representations of space in the Posterior Parietal Cortex. In G. A. Calvert, C. Spence & B. E. Stein (Eds.), *The Handbook of multisensory processes*, 463-479, Cambridge, MA: MIT Press, 2004
- [2] Ehrenstein, W. H.: Richtungsspezifische Adaptation des Raum- und Bewegungshörens. In L. Spillmann & B. R. Wooden (Eds.), *Sensory experience, adaption and perception*. Festschrift for Ivo Kohler, 401-419, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1984
- [3] Ehrenstein, W. H. & Reinhardt-Rutland, A. H.: A crossmodal aftereffect: Auditory displacement following adaption to visual motion. *Perception and Motor Skills* 82 (1996), 23-26
- [4] Nishida, S. & Johnston, A.: Influence of motion signals an the perceived position of spatial pattern. *Nature* 397 (1999), 610-612
- [5] Snowden, R. J.: Shifts in perceived position following adaption to visual motion. *Current Biology* 8 (1998), 1343-1345